Sustentabilidade e Responsabilidade Social em Foco

5

VOLUME

Editora Poisson

Editora Poisson

Sustentabilidade e Responsabilidade Social em Foco Volume 5

1ª Edição

Belo Horizonte

Poisson

2018

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Dra. Cacilda Nacur Lorentz – Universidade do Estado de Minas Gerais
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S587s

**Sustentabilidade e Responsabilidade Social
em foco - Volume 5/**

**Organização Editora Poisson - Belo
Horizonte - MG : Poisson, 2018
256p**

Formato: PDF

ISBN: 978-85-93729-65-2

DOI: 10.5935/978-85-93729-65-2.2018B001

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

**1. Gestão 2. Sustentabilidade. 3.
Responsabilidade Social I. Título**

CDD-658.8

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Análise de pellets de madeira produzidos a partir de diferentes composições	7
(Bruno Silva Camargo, Aldo Braghini Júnior, Sâmique Kyene de Carvalho Araújo Camargo, José Cláudio Caraschi, Cristiane Karyn de Carvalho Araújo)	
Capítulo 2: Alternativas para Tratamento e Disposição Final da Vinhaça e Legislações Atuais	17
(Jéssica Maria Ferreira de Almeida do Couto, Ana Carolina Sestito Guerra, Gabriela de França Lopes, Paulo Roberto Paraíso, Luiz Mário M. Jorge)	
Capítulo 3: Reuso de água em Indústria Alimentícia	27
(Haiany Martins Marinho, Nayara de Oliveira Pereira, Verônica Bernardes Souza Leo)	
Capítulo 4: As energias renováveis no cenário europeu	37
(Junio Crevelaro, Tiago Goulart, Edelvan Severiano, Neusa Idick)	
Capítulo 5: Aspectos Gerais da Gestão Ambiental nos Setores Público e Privado	51
(Lúcia Helena de Oliveira Leão Teixeira, Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, Iago Lucas de Oliveira Leão Teixeira)	
Capítulo 6: Uma Contribuição para o Desenvolvimento Sustentável: Estudo Experimental da Influência da Temperatura de Operação sobre a Eficiência Energética de um Painel Solar Fotovoltaico.....	60
(Henrique de Lacerda Tinoco, Larissa Krambeck, Luis Vitório Gulineli Fachini, Romeu Miqueias Szmoski, Thiago Antonini Alves)	
Capítulo 7: Utilização do Software WRc STOAT na simulação de sistema de Lodo Ativado como inovação de processo no tratamento de efluentes	69
(Thiago Augusto de Moraes, Rafael Montanhini Soares de Oliveira, Tanatiana Ferreira Guelbert)	
Capítulo 8: Eco-Compósito de Madeira Plástica Produzido com Acabamento Rústico da Superfície por Gravação à Laser	78
(Paulo Henrique Campos Prado Tavares, Ana Cláudia de Faria Andrade, Anna Paula Coelho Belém, Mariana Rodrigues Dornellas, Nayara Gonçalves Dantas Gomes, Carlos Alberto da Silva Miranda)	
Capítulo 9: Validação dos parâmetros reológicos de argamassa autoadensável com cinza do bagaço de cana-de-açúcar: uma abordagem baseada em Redes Neurais Multilayer Perceptron	86
(Rafael Germano Dal Molin Filho, Rodrigo Clemente Thom de Souza, Romel Dias Vanderlei, Paulo Roberto Paraíso, Luiz Mário de Matos Jorge)	

SUMÁRIO

Capítulo 10: Recursos hídricos: Medição individualizada e telemetria como ferramentas de desenvolvimento sustentável	96
(Luan Diego de Lima Pereira, Wilquer de Lima Pereira, Adan Lúcio Pereira, Flavio Henrique Alves Agrizzi, Wesley de Almeida Souto)	
Capítulo 11: Políticas e legislações ambientais luso-brasileiras: reflexões sobre educação ambiental a partir de um bibliometria	107
(Amanda Daniele de Carvalho, Larissa Diniz Nazareth, Bruna Sales Ferreira Gonçalves, Renata Veloso Santos Policarpo)	
Capítulo 12: Administração estratégica integrada à gestão ambiental: o caso do complexo S11D da Vale.....	119
(Amanda Daniele de Carvalho, Luciano Wallace Gonçalves Barbosa, Rayane Ester Felício Santiago, Renata Veloso Santos Policarpo)	
Capítulo 13: Políticas públicas para inserção e aumento da oferta de energia eólica na composição da matriz brasileira de eletricidade.....	129
(Eduardo Jonan Cervantes Lozornio, Rita De Cássia Lopes Moro, Jhonathan Fernandes Torres De Souza, André Felipe Simões)	
Capítulo 14: Evidências de criação de valor nos relatos integrados das empresas do programa piloto no Brasil.....	142
(Nadson Jaime Ferreira Alves, José Roberto Kassai, Edimilson Costa Lucas, Humberto Medrado Gomes Ferreira, Laércio Baptista da Silva)	
Capítulo 15: Responsabilidade Social: um estudo de caso do projeto Bairro do Futuro da Fundação Pedro Paes Mendonça em Serra do Machado – SE.....	163
(Alessandra Cabral Nogueira Lima, Jefferson David Araujo Sales, Luciana Cristina Andrade Franco)	
Capítulo 16: Uma reflexão acerca da relação entre sustentabilidade e estratégia organizacional	186
(Leandro da Silva Nascimento)	

SUMÁRIO

Capítulo 17: Modelo multicritério de desempenho para escolha de fornecedores incluindo uma perspectiva ecológica..... (Luiz Eduardo Simão, Suzana Quintino Soares, Wagner Antonio Coelho)	198
Capítulo 18: Análise da logística reversa de pneumáticos aplicada no Pontal do Paranapanema (Lucas da Silva Pereira)	211
Capítulo 19: Transição sócio-técnica, valor transaccional e relaccional na cadeia produtiva (Nilda dos Santos)	220
Capítulo 20: Aplicação do marketing sustentável nas empresas brasileiras (Isabella Oliveira Prado, Rita de Cássia Marques Lima de Castro)	234
Autores:	243

Capítulo 1

ANÁLISE DE PELLETS DE MADEIRA PRODUZIDOS A PARTIR DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES

Bruno Silva Camargo

Aldo Braghnini Júnior

Sâmique Kyene de Carvalho Araújo Camargo

José Cláudio Caraschi

Cristiane Karyn de Carvalho Araújo

Resumo: Os pellets de madeira são caracterizados como um tipo de lenha, geralmente produzidos a partir de serragem ou serradura de madeira (provenientes de resíduos) refinada, seca e compactada. Este trabalho tem como objetivo avaliar e comparar os pellets produzidos a partir de diferentes composições, e determinar as características químicas, físicas e térmicas dos pellets para fins energéticos. Para isso adotou-se como base as normas de padrões internacionais. Foram analisados três tipos de pellets: Pinus ssp. com 15% de teor de finos de carvão vegetal (P1), maravalhas de Pinus ssp. (P2) e maravalhas de Eucalyptus ssp. (P3). As análises de caracterização foram realizadas conforme as normas padrões. As análises realizadas indicaram que os pellets P1 tiveram maior valor de PCS_{0%} com 20,52MJ/kg. Os pellets P1 se comparados com os demais apresentam maior poder energético. Com relação ao teor de umidade, os resultados mostraram que todos os pellets atingiram esse parâmetro de qualidade. Quanto à durabilidade mecânica todos os pellets estão acima dos valores mínimos exigidos pela norma. A densidade a granel dos biocombustíveis também atingiu esse parâmetro de qualidade, pois todos mostraram valores superiores a 600 kg/m³ que é o mínimo exigido pelas normas (Alemã, Austríaca, Sueca e Americana).

Palavras chave: Pellets, Biomassa Vegetal, Poder Calorífico.

1. INTRODUÇÃO

Uma das fontes de energia renováveis e com grande potencial de desenvolvimento para os próximos anos é a biomassa. Esta é considerada uma das principais alternativas para substituir fontes de energia e minimizar a dependência de combustíveis fósseis. A utilização racional da biomassa é de grande importância ambiental para reduzir a emissão de gases provenientes do efeito estufa e o consumo de outros combustíveis.

Os pellets estão entre as fontes de energia de biomassa mais utilizadas no mundo (TOSCANO et al., 2013; ARRANZ et al., 2015). Os biocombustíveis apresentam características superiores aos outros produtos de biomassa, como por exemplo, bolachas de madeira e briquetes, especialmente em relação à densidade de massa e energia (ARRANZ et al., 2015). Essa densidade maior resulta em menores custos de transporte e maior eficiência em relação à conversão de energia, com propriedades adequadas para uso em escala residencial e industrial. A produção mundial de pellets teve um crescimento acelerado nos últimos anos, de 7 a 19 milhões de toneladas de 2006 a 2012 (FAO, 2012), principalmente devido ao aumento da demanda gerada pelo meio ambiente, políticas e objetivos de uso de bioenergia na Europa (DUCA et al., 2014).

Os pellets podem ser produzidos a partir de várias matérias-primas, tais como casca de madeiras, maravalhas, serragem, bagaço de cana-de-açúcar, bambu, palha de milho, entre outros resíduos caracterizados como lignocelulósicos, ou seja, materiais que contenham lignina em sua composição.

Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar e comparar os pellets produzidos a partir de diferentes composições, e determinar as características químicas, físicas e térmicas dos pellets para fins energéticos, comparando-os com as normas padrões internacionais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BIOMASSA VEGETAL

A biomassa vegetal pode ser considerada como fonte de energia solar, já que através do processo de fotossíntese, as plantas absorvem CO_2 da atmosfera e transformam-no em carboidratos. Durante o crescimento das plantas elas absorvem praticamente todo

o dióxido de carbono emitido no processo de queima, realizando assim o ciclo do carbono. Isso acontece com os biocombustíveis, pois apresentam baixa emissão líquida de carbono, diferentemente dos combustíveis fósseis (QIU, 2013).

Para minimizar a quantidade de CO_2 presente na atmosfera e consequentemente evitar maiores desperdícios de resíduos agroindustriais, a utilização da biomassa vegetal surge como uma boa alternativa de fonte de energia (GARCIA, 2010; CAMARGO, 2013). Países desenvolvidos como Suécia e Estados Unidos utilizam a biomassa vegetal em grande escala. Já em alguns países subdesenvolvidos é considerada como única fonte de energia disponível, como por exemplo, a Etiópia (GARCIA, CARASCHI e VENTORIM, 2017).

Para qualificar a biomassa em relação a seu potencial energético, é fundamental analisar a composição química da mesma (BRAND, 2010).

Dentre os processos de análise química, a análise imediata visa avaliar a quantidade de carbono fixo, teor de cinzas, materiais voláteis e umidade presentes na biomassa para fins energéticos (GARCIA, 2017).

2.2 PELLETS

A necessidade atual de fontes de energia renováveis e caracterizadas como limpas, fez com que os pellets surgissem como uma fonte de energia alternativa, pois possuem grande potencial energético, e proporciona menor impacto ambiental, já que utiliza resíduos industriais e florestais em sua composição.

A matéria-prima utilizada está relacionada ao teor de cinzas do material e ao Poder Calorífico Superior (PCS), que são alguns dos principais parâmetros de qualidade de pellets para fins energéticos. No processo de produção estão relacionados fatores como densidade a granel e durabilidade mecânica dos materiais (DUCA et al., 2012). Porém, o teor de umidade, teor de cinzas e o poder calorífico superior, são considerados como as principais características qualitativas em relação ao potencial energético da biomassa (FURTADO et al., 2012). Tais parâmetros são essenciais para identificar qual o queimador será utilizado e a quantidade de energia disponível, durante a transformação da biomassa em energia térmica.

Os pellets se destacam por serem sólidos e de fácil manuseio, além de necessitarem de pouco espaço para armazenamento e possuírem alta densidade energética. A geometria dos pellets proporciona algumas vantagens se comparado a outros materiais, já que suas dimensões permitem maior facilidade no transporte do mesmo, que pode ser embalado em vários tamanhos de embalagens pré-definidas. Outra vantagem, esta relacionada à alimentação de sistemas industriais, sendo esta tanto automática quanto manual como em aquecedores residenciais, já que é um produto de origem natural e sua composição não contém elementos tóxicos (GARCIA, CARASCHI e VENTORIM, 2017).

Os materiais e a qualidade dos produtos desenvolvidos para a combustão dos pellets têm capacidade de redução significativa das emissões gasosas atmosféricas (poluentes que podem causar doenças ao ser humano), principalmente se comparado com outros combustíveis à base de biomassa. Devido uma das fontes de matéria-prima para a fabricação dos pellets serem os resíduos provenientes da limpeza florestal (resíduos florestais), quando reaproveitado estes materiais, haverá uma contribuição significativa na redução do risco de incêndios florestais. A Tabela 1 apresenta as principais características dos pellets.

Tabela 1- Principais características dos pellets comparados a outros combustíveis

Principais características dos pellets em relação a outros combustíveis	
Dimensões	Diâmetro: 4-10 mm
	Comprimento: 10-40 mm
Poder Calorífico Superior	16,9 – 22,0 MJ/kg (4,04 – 5,26 kcal/kg)
Teor de umidade	6 – 10% (Base Seca)
Teor de Cinzas	Menor que 0,5%
Matéria-prima	Serragem, maravalha e resíduos agroflorestais
Densidade à granel	650 – 700 kg/m ³
Comparação com óleo leve	1000 L de óleo ≈ 2,1 t de pellets
	1 t de óleo ≈ 2,5 t de pellets
Comparação com cavacos de madeira	1 m ³ ≈ 0,28 m ³ de pellets ≈ 0,18 t de pellets
Conversão termoelétrica	1,0 MWh = 3600MJ ≈ 212 kg de pellets

Fonte: Adaptado de Garcia (2017)

2.2.1 COMPOSIÇÕES E PROPRIEDADES DE PELLETS

Os pellets de madeira podem ser produzidos a partir de resíduos agroflorestais tais como: maravalhas, aparas, cascas, cavacos, serragem entre outros resíduos lignocelulósicos. Estes materiais são processados a alta temperatura e compactados a elevada pressão, onde serão produzidos na forma de cilindros que varia de 6,0 a 10,0 mm de diâmetro e seu comprimento esta compreendido entre 5 a 30

mm. Os biocombustíveis considerados de boa qualidade possuem densidade que varia em torno de 600 a 750 kg/m³. Para produzir pellets, todas as espécies de madeiras podem ser utilizadas, porém nos Estados Unidos e Canadá, as madeiras de coníferas, que são madeiras caracterizadas como *softwoods* ou madeira mole são as mais utilizadas, pois possuem maior eficiência durante a produção se comparado às folhosas, que são madeiras consideradas *hardwood* ou madeiras duras, isso se da devido às propriedades físicas e teor de

lignina (GARCIA, 2017). Além destas propriedades outro fator importante é o teor de umidade dos materiais, visto que a umidade de madeira geralmente está abaixo de 12%, e quanto menor o teor de umidade

maior é a expectativa de obter alto poder calorífico e consequentemente grande potencial energético. Na Figura 1, pellets de madeira produzidos a partir de serragem.

Figura 1- Pellets de serragem de madeira

Fonte: GUO et al (2013)

Novos projetos industriais surgiram com o objetivo de plantar, além de Pinus e Eucalyptus, acácia negra (*Acacia mearnsii*), bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*), capim-elefante (*Pennisetum sp*) e bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). No entanto, nem todas as biomassas agrofloreais são adequadas para a produção de pellets, principalmente devido a elementos minerais responsáveis pela formação de cinzas residuais. A palha de arroz, por exemplo, possui cerca 15% de teor de cinzas, sendo valores acima de 4% considerados impróprios para combustão devido ao alto teor de sílica, o que pode causar corrosão e desgaste excessivo nos queimadores (DIAS et al., 2012).

2.2. NORMAS UTILIZADAS PARA PADRONIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PELLETS

No Brasil não há normas para padronização e caracterização de pellets de madeira ou demais resíduos. Adotam-se algumas normas brasileiras específicas para briquetes e carvão vegetal que são adaptadas para o uso de pellets. Assim, utiliza-se como critérios e referencial as normas europeias e americanas. A normalização é utilizada para garantir a qualidade exigida pelo cliente, visando sempre melhoria contínua. As normas padrão de pellets são: sueca (SS187120), austríaca (ONORM M7135), alemã (DIN 51731) e Estados Unidos seguem normas oficiais recomendadas pelo PFI (Pellets Fuel Institute). Na Tabela 2, está contida as normas Austríaca e sueca.

Tabela 2- Normas de pellets austríaca e sueca

Áustria				Suécia		
ONORM M7135				SS 187120		
Especificação	Unidade	Madeira	Casca	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Diâmetro (D)	mm	4 a 20	20 a 120		4 a 10	
Comprimento	mm	Máx. 100	Máx. 400	4.D	5.D	6.D
Densidade a granel	kg m ⁻³	> 600		≥ 600,0	≥ 500,0	
Finos < 3mm	%	Máx. 1		≤ 0,8	≤ 1,5	

(continuação...)

Áustria			Suécia		
Densidade real	kg m ⁻³	≥ 1,0			
Teor de umidade	%	≤ 12,0	≤ 18,0	≤ 10,0	≤ 12,0
Teor de cinzas	%	≤ 0,5	≤ 6,0	≤ 0,7	≤ 1,5
PCI	MJ kg ⁻¹	≥ 18,0	≥ 16,9		≥ 15,1
Enxofre	%	≤ 0,04	≤ 0,08	≤ 0,08	
Cloro	%	≤ 0,02	≤ 0,04	≤ 0,03	
Aditivos	%	Máx. 1 (Natural)			
Durabilidade	%	≥ 95,0		≥ 95,0	

Fonte: Garcia (2010)

A Tabela 3 apresenta as principais especificações para as normas alemã e americana de pellets de madeira.

Tabela 3 – Normas de padrões Alemã e Americana

Alemanha			EUA			
DIN 51731			Recomendações Pellets Fuel Institute			
Especificação	Unidade	Holz Pellets	Super Premium	Premium	Standart	Utilitário
Diâmetro (D)	mm	4 a 10		6,35 a 7,25		
Comprimento	mm	≤ 5.D		≤ 25,0		
Densidade a granel	kg m ⁻³	> 600	640 a 736		608 a 736	
Finos < 3mm	%	Máx. 1,0		≤ 0,50		
Teor de umidade	%	< 12,0	≤ 6,0		≤ 8,0	≤ 10,0
Teor de cinzas	%	< 1,5	< 1,0		< 3	
PCI	MJ kg ⁻¹	17,5 a 19,5				
Durabilidade	%	≥ 95,0	≥ 97,5		≥ 95,0	

Fonte: Garcia (2010)

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado nos Laboratórios de Análise Instrumental e Energia da Biomassa do Campus de Itapeva da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

3.1 MATERIAIS

Para realização desta pesquisa foram utilizados três tipos de pellets de madeira, designadas como P1 - pellets de Pinus ssp. com 15% em massa de finos de carvão vegetal, P2 - pellets de maravalhas de Pinus ssp. e P3 - pellets de maravalhas de Eucalyptus ssp., conforme apresentados na Figura 2.

Os pellets P1 foram cedidos por uma empresa do setor de produção de pellets localizada na cidade de Itapeva-SP, já os pellets P2 e P3

foram cedidos por uma empresa do Estado de São Paulo (Figura 2).

Figura 2 - Pellets analisados

Fonte: Camargo (2013).

3.2 MÉTODOS

Para todas as análises foram realizadas 3 repetições, com exceção ao poder calorífico, pois para este foram realizadas 5 repetições.

3.2.1 TEOR DE UMIDADE DOS PELLETS

O teor de umidade dos pellets foi realizado de acordo com a norma ABNT NBR 9656.

3.2.2 DETERMINAÇÃO DA ANÁLISE IMEDIATA

Foi determinada segundo a norma ABNT NBR 8112/83. Determinou-se o teor de cinzas, teor de materiais voláteis e carbono fixo.

3.2.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE A GRANEL

Para determinação da densidade a granel adotou-se a norma ABNT NBR 6922, para carvão vegetal. Para isso utilizou-se um cilindro de PVC com volume conhecido de 5,0

litros, este foi preenchido até a borda com os pellets e, assim através de uma balança foi calculada sua massa.

3.2.4 DETERMINAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DOS PELLETS

O diâmetro e o comprimento dos pellets foram determinados de acordo com a norma austríaca ONORM M 7135, através da medida individual do comprimento e do diâmetro de quarenta pellets selecionados aleatoriamente, de cada amostra. Com o auxílio de um paquímetro digital verificou-se o diâmetro e altura de cada um deles.

3.2.5 DETERMINAÇÃO DO PODER CALORÍFICO

Os materiais foram caracterizados quanto ao poder calorífico superior segundo a norma ABNT NBR 8633/84 em um calorímetro IKA WERKE, modelo C 5000 Control conforme Figura 3.

Figura 3 - Calorímetro IKA WERKE, modelo C 500 Control

Fonte: Camargo (2013).

3.2.6 DETERMINAÇÃO DA DURABILIDADE MECÂNICA

Para determinar a durabilidade mecânica dos pellets, utilizou-se a norma CEN/TS 15210-1 de 2005, onde se usou 500,0 g de cada amostra de pellets, que foram colocados numa caixa fechada, de 300x300x125 mm confeccionada em MDF de 15mm de espessura (Figura 6). Para obter a quantidade de pellets retido foi utilizada uma peneira de

3,0 mm. Assim com a massa retida foi calculada a durabilidade mecânica.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DOS PELLETS

Os resultados com relação às características físicas dos pellets estão apresentados na Tabela 4. Adotou-se como literatura a norma austríaca (ONORM M7135), pois esta apresentou em alguns parâmetros maior rigorosidade.

Tabela 4: Propriedades físicas dos pellets

Propriedades Físicas	Unidade	P1	P2	P3	Média	DP	CV	Literatura
Diâmetro Médio	Mm	6,67	6,67	6,66	6,67	0,01	0,15	4 a 10
Comp. Médio	Mm	14,41	11,23	16,15	13,93	2,49	17,9	11,5 a 22,1
Comp. Máximo	Mm	26,06	20,86	35,12	27,35	7,22	26,40	19,2 a 34,4
Comp. Mínimo	Mm	5,55	6,74	6,41	6,23	0,61	9,79	6,6 a 13,2
Pellets/ 100g	Unidade	232	398	273	301	86,47	28,73	198 a 545
Densidade a Granel	kg/m³	660,61	645,60	675,00	660,40	14,70	2,23	>600
Durab. Mecânica	%	96,73	95,91	98,83	97,16	1,51	1,55	>95

Fonte: Camargo (2013).

Em relação à quantidade de pellets contidos em 100 gramas, houve variação de acordo com a espécie de cada material, variando de 232 para os pellets P1 a 398 para os pellets P2, resultando assim em 28,73 de coeficiente de variação em relação à análise das médias. Quanto ao comprimento máximo os resultados mostraram que teve diferença significativa entre os pellets P2 e P3, cujos valores corresponderam respectivamente a 20,86 e 35,12 mm, resultando em um coeficiente de variação de 26,40.

Se tratando de densidade a granel dos materiais valores superiores a 600 kg/m³ são

aceitos para quase todas as normas indicadas para combustíveis com elevado padrão de qualidade. Na Europa, mais especificamente na Suécia, se aceita valores de pellets acima de 500 kg/m³ para densidade a granel, usada geralmente em sistemas industriais. Segundo Obernbenrger e Thek (2004) apud Garcia (2012) ressaltam que menores valores de densidade a granel geram maior custo de transporte, o que afeta a capacidade de estocagem de produtores e consumidores.

4.2. ANÁLISE IMEDIATA DOS PELLETS

Os resultados da análise imediata dos pellets são apresentados conforme Tabela 5.

De maneira global os pellets apresentaram valores elevados de teor de voláteis, variando

entre 76,62% para os pellets P1 a 85,27% para P3. Elevadas quantidades de carbono fixo devem ser queimadas de forma mais lenta (BRITO E BARRICHELO, 1982).

Tabela 5: Análise química imediata dos pellets

Propriedades	P1	P2	P3	Média	DP	CV	Literatura
Análises, %	(% massa)						
Carbono fixo	22,30	18,03	13,74	18,02	4,28	23,8	14,56 a 15,63
Materiais voláteis	76,62	80,86	85,27	80,92	4,33	5,35	83,4 a 84,9
Teor de cinzas	1,08	1,11	0,99	1,06	0,06	5,89	< 0,6
Teor de umidade	9,02	12,36	4,95	8,78	3,71	42,3	<12

Fonte: Camargo (2013)

4.3 ANÁLISE TÉRMICA DOS PELLETS

A densidade a granel é de grande importância para quantificar o volume de materiais que possuem geometrias irregulares, já que fornece informações úteis no setor logístico, pois considera os espaços

vazios entre as partículas, durante o transporte destes materiais. A densidade a granel é importante para obter a densidade energética dos materiais. Para a realização dos cálculos da densidade a granel foram utilizados os seguintes dados conforme apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Determinação da densidade a granel dos pellets

Materiais	Unid.	P1	P2	P3	Média	DP	CV	Literatura
Média	Kg	3,303	3,228	3,375	3,302	0,074	0,022	3,19-3,24
Volume do cilindro	m³	0,005	0,005	0,005	0,005	---	---	0,005
Densidade a granel	kg/m³	660,6	645,6	675,1	660,4	14,76	0,022	>600

Fonte: Camargo (2013).

Nota-se que a partir da densidade a granel pode-se obter o grau de compactação de um material com relação ao outro. Na Tabela 7

estão apresentados os valores energéticos dos pellets.

Tabela 7: Valores energéticos dos pellets

Propriedades	Unid.	P1	P2	P3	Média	DP	CV	Literatura
PCS _{0%}	MJ/kg	20,52	20,25	20,16	20,31	0,19	0,92	-
PCI _{0%}	MJ/kg	19,16	18,89	18,80	18,95	0,19	0,99	>18
PCS _{TU%}	MJ/kg	18,67	17,75	19,16	18,53	0,72	3,86	18,71-19,48
PCI _{TU%}	MJ/kg	17,32	16,39	17,8	17,17	0,72	4,18	17,29-18,13
Densidade a granel	kg/m³	660,64	645,58	675,1	660,44	14,76	2,24	638,0-647,4
Teor de umidade	%	9,02	12,36	4,95	8,78	3,71	42,28	6,76-10,25
Densidade energética	GJ/m³	11,44	10,58	12,02	11,35	0,72	6,37	11,08-11,57

Fonte: Camargo (2013).

O PCS foi obtido a partir de uma bomba calorimétrica, assim com este valor foi calculado o PCI através de uma equação, considerando o teor de umidade dos pellets. Estes apresentaram baixo coeficiente de variação, conforme observado na Tabela 7. O maior valor de PCS_{0%} obtido foram os pellets P1 com 20,52MJ/kg, já o PCS_{TU%} com maior valor foi os pellets P3 com 19,16 MJ/kg, isso demonstra que o teor de umidade influencia significativamente no poder calorífico dos pellets.

Multiplicando-se o valor calculado do PCI pela densidade a granel, obtém-se a densidade

energética dos pellets. Neste quesito os pellets P3 apresentaram maiores valores, sendo este de 12,02 GJ/m³. Este valor está diretamente relacionado ao poder calorífico e teor de umidade dos materiais.

4.4 DURABILIDADE MECÂNICA DOS PELLETS

Na Tabela 8 estão apresentados os dados relacionados ao ensaio de durabilidade mecânica dos materiais. Nota-se que quanto maior o teor de umidade menor será a durabilidade mecânica dos pellets.

Tabela 8 - Durabilidade mecânica dos pellets de madeira.

Pellets	Teor de Umidade (%)	Massa inicial (g)	Massa retida (g)	Durabilidade (%)
P1	8,86	499,15	16,33	96,73
P2	9,66	449,46	18,41	95,91
P3	4,74	502,31	5,88	98,83
Literatura	<12	497 a 508,3	9,6 a 18,85	>95

Fonte: Camargo (2013)

Analisou-se que existe uma relação entre o teor de umidade de cada amostra e sua durabilidade mecânica, os pellets P3 apresentaram menor teor de umidade em comparação aos demais, resultando assim em maior durabilidade mecânica de 98,83%, já os pellets P2 que obtiveram maior teor de umidade, confirmaram esta relação, já que sua durabilidade foi à menor 95,91%.

A norma CEN/TS 15210-1 de 2005 relata que pellets de madeira possuem durabilidade mecânica elevada, cujos valores superam 80%, por tanto os pellets P1, P2 e P3, satisfazem este quesito segundo esta norma, já que seus respectivos valores são 96,73%, 95,91% e 98,83%.

REFERÊNCIAS

- [1]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6922. Carvão vegetal - Ensaio físicos - Determinação da massa específica - Densidade a granel. Rio de Janeiro, 1981.
- [2]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8112/86. Carvão vegetal - Análise Imediata. Rio de Janeiro, 1986.
- [3]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8633/84. Carvão vegetal - Determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados conclui-se que em relação ao teor de umidade, durabilidade mecânica e poder calorífico inferior todos os pellets atingiram o parâmetro de qualidade exigido pelas normas de padrões internacionais. Assim, é possível concluir que os pellets produzidos com diferentes composições podem ser considerados como biocombustíveis renováveis, possuem grande potencial energético e atendem os parâmetros de qualidade com relação aos padrões internacionais.

- [4]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14929. Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. Rio de Janeiro, 2003.
- [5]. ARRANZ, J. I., MIRANDA, M. T., MONTERO, I., SEPÚLVEDA, F. J., & ROJAS, C. V. Characterization and combustion behaviour of commercial and experimental wood pellets in South West Europe. Fuel, v. 142, p. 199-207, 2015
- [6]. BRAND, M. A. Energia de biomassa florestal. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.131 p.

- [7]. BRITO, JO de; BARRICHELO, L. E. G. Aspectos técnicos da utilização da madeira e carvão vegetal como combustíveis. Seminário de Abastecimento Energético Industrial com Recursos Florestais, v. 2, p. 101-137, 1982.
- [8]. CAMARGO, Bruno Silva. Avaliação das propriedades físicas, químicas e térmicas dos pellets de madeira. 2013.
- [9]. DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN 51731: Testing of solid fuels - Compressed untreated wood, Requirements and testing. Deutsches Institut für Normung (Ed.). Berlin, 1996.
- [10]. DIAS, J. M. C. S. et al. Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 132 p.
- [11]. DUCA, D.; RIVA, G.; PEDRETTI, E. F.; TOSCANO, G. Wood pellet quality with respect to EN 14961-2 standard and certifications. Fuel, v. 135, p. 9-14, 2014.
- [12]. FACHINGER, Friederike et al. How the user can influence particulate emissions from residential wood and pellet stoves: Emission factors for different fuels and burning conditions. Atmospheric Environment, v. 158, p. 216-226, 2017.
- [13]. FAO – Forest Products Statistics. Global Forest Products Facts and Figures. 2012.
- [14]. FURTADO, T. S. et al. Correlação entre teor de umidade e eficiência energética de resíduos de Pinus taeda em diferentes idades. Revista Árvore, v. 36, n. 3, p. 577-582, 2012.
- [15]. GARCIA, Dorival Pinheiro. Caracterização química, física e térmica de pellets de madeira produzidos no Brasil. 2010.
- [16]. GARCIA, Dorival Pinheiro; CARASCHI, José Cláudio; VENTORIM, Gustavo. O setor de pellets de madeira no Brasil. Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science), v. 8, n. 1, 2017.
- [17]. GARCIA, Dorival Pinheiro. Técnicas multivariadas (HCA e PCA) aplicadas na avaliação de biomassas vegetais para produção de pellets. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista. 2017.
- [18]. GUO, W., LIM, C. J., Bi, X., SOKHANSANJ, S., & MELIN, S. Determination of effective thermal conductivity and specific heat capacity of wood pellets. Fuel, v. 103, p. 347-355, 2013.
- [19]. HOEFNAGELS, R., JUNGINGER, M., FAALJ, A. The economic potential of wood pellet production from alternative, low-value wood sources in the southeast of the U.S. Biomass and Bioenergy, v. 71, p. 443-454, 2014.
- [20]. LINDE, Klaus; WILLICH, Stefan N. How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. Journal of the Royal Society of Medicine, v. 96, n. 1, p. 17-22, 2003.
- [21]. NUNES, L. J. R.; MATIAS, J. C. O.; CATALAO, J. P. S. Wood pellets as a sustainable energy alternative in Portugal. Renewable Energy, v. 85, p. 1011-1016, 2016.
- [22]. OBERNBERGER, I.; THEK, G. Physical characterization and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their composition behavior. Biomass & Bioenergy, v.27, n.6, p.653-669, 2004.
- [23]. ÖSTRÖM, NORMUNGSGRUPPEN INSTITUT. ONORM M 7135. Compressed wood or compressed bark in natural state - Pellets and briquettes. Requirements and test specifications, Vienna, 2000.
- [24]. PAGANI, Regina Negri; KOVALESKI, João Luiz; RESENDE, Luis Mauricio. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. Scientometrics, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.
- [25]. PENG, Jianghong et al. Effects of thermal treatment on energy density and hardness of torrefied wood pellets. Fuel Processing Technology, v. 129, p. 168-173, 2015.
- [26]. QIU, G. Testing of flue gas emissions of a biomass pellet boiler and abatement of particle emissions. Renewable Energy, v. 50, p. 94-102, 2013.
- [27]. SIMIONI, Flávio José; HOEFELICH, Vitor Afonso. Cadeia produtiva de energia de biomassa na região do Planalto Sul de Santa Catarina: uma abordagem prospectiva. Revista Árvore, v. 34, n. 6, 2010.
- [28]. STAHL, Magnus, BERGHEL, J., FRODESON, S., GRANSTRÖM, K., & RENSTRÖM, R. Effects on pellet properties and energy use when starch is added in the wood-fuel pelletizing process. Energy & Fuels, v. 26, n. 3, p. 1937-1945, 2012.
- [29]. STÅHL, Magnus; BERGHEL, Jonas; WILLIAMS, Helén. Energy efficiency, greenhouse gas emissions and durability when using additives in the wood fuel pellet chain. Fuel Processing Technology, v. 152, p. 350-355, 2016.
- [30]. SWEDISH STANDARDS. SS 187180: Biofuels and Peat - Determination of mechanical durability of pellets and briquettes, pellets. Classification Swedish Standards. Stockholm, 1999.
- [31]. TOSCANO, G.; RIVA, G.; PEDRETTI, E. F.; CORINALDESI, F.; MENGARELLI, C.; DUCA, D. Investigation on wood pellet quality and relationship between ash content and the most important chemical elements. Journal Biomass and Bioenergy, Barking, Inglaterra, v. 56, p. 317-322, 2013.

Capítulo 2

ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DA VINHAÇA E LEGISLAÇÕES ATUAIS

Jéssica Maria Ferreira de Almeida do Couto

Ana Carolina Sestito Guerra

Gabriela de França Lopes

Paulo Roberto Paraíso

Luiz Mário M. Jorge

Resumo:

O Brasil é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar do mundo e o processo de produção de etanol gera uma elevada carga de um composto denominada vinhaça. No passado, a principal forma de disposição da vinhaça era através do descarte em corpos hídricos que gerava graves consequências ambientais. Por essa razão, o tratamento e disposição final deste resíduo têm despertado o interesse de diversos estudiosos e alavancado pesquisas com intuito de identificar possíveis tratamentos e usos desse resíduo. Alternativas como tratamento químicos, tratamentos biológicos e o uso de filtros percoladores vêm sendo estudadas, sendo a digestão anaeróbica a grande tendência para diminuir seu potencial poluidor e ainda gerar subprodutos com valor agregado. Uma alternativa de disposição adotada pela legislação vigente é a sua utilização na fertirrigação. Contudo, as implicações legais relacionadas ao armazenamento e aplicação, ou tratamento deste resíduo ainda são insuficientes.

Palavras chave: Vinhaça, Sustentabilidade, Legislação, Tratamento.

1. INTRODUÇÃO

A substituição dos combustíveis fósseis pelos biocombustíveis tem sido uma prática de bastante empregada em todo o mundo para estimular o crescimento das economias com base na sustentabilidade através do uso de recursos renováveis. Neste cenário, o Brasil se destaca devido ao uso de etanol a partir da cana-de-açúcar. Com uma importância estratégica no setor sucroenergético no país, a utilização de etanol contribui para redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em mais de 350 milhões de toneladas desde o lançamento dos veículos *flex fuel* (BRASIL, 2016).

O setor sucroenergético constitui hoje também uma das principais atividades econômicas no país responsável por 2% do PIB e, segundo estudo produzido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) em parceria com o Fórum Nacional Sucroenergético, em 2030 o setor será responsável por movimentar US\$ 206,64 bilhão e deve alcançar um PIB de US\$ 74,49 bilhão (BRASIL, 2016). Além disso, a cana-de-açúcar é uma das culturas mais promissoras para geração de energia renovável e a produção de biocombustíveis a partir de fontes renováveis têm recebido cada vez mais destaque devido à maior busca pela conscientização ambiental e desenvolvimento sustentável (NEVES *et al.*, 2010; REGO & HERNANDEZ, 2006; BERMAN, 2008).

Do ponto de vista ambiental, a substituição de combustíveis fósseis por etanol contribui na redução das emissões de gases de efeito estufa. No entanto, este processo de produção de biocombustíveis gera grandes volumes de resíduos que podem constituir um grave problema ambiental dependendo de sua disposição final. De acordo com Silva *et al.* (2014) a industrialização da cana-de-açúcar produz dois tipos principais de resíduos: resíduos agrícolas e subprodutos industriais. O primeiro grupo tem como principal representante a palha de cana, o segundo, o bagaço e a vinhaça.

Dá-se destaque aqui aos impactos gerados pela vinhaça, que é o resíduo mais importante, não só em termos de volume gerado, mas também devido ao seu enorme potencial poluente. Estima-se que a safra de 2017/2018 de cana-de-açúcar seja de 646,34 milhões de toneladas, considerando que 13 toneladas de cana-de-açúcar geram em

média 10 m³ de vinhaça, a safra atual deverá produzir cerca de 487,18 milhões de m³ desse resíduo (REGO & HERNÁNDEZ, 2006; CONAB, 2017). Assim, baseado nas previsões pode-se afirmar que o volume de vinhaça gerado implicará em danos ambientais extremamente preocupantes, caso não seja feito o devido tratamento e disposição final deste resíduo.

Levando em consideração o elevado fator de impacto ambiental que o setor sucroalcooleiro representa no cenário atual e as estimativas futuras de produção, o presente estudo está pautado em uma revisão de literatura que busca abordar as aplicações e tratamentos mais recentes para a vinhaça, bem como um levantamento a respeito das principais legislações sobre a temática, com intuito de proporcionar um maior conhecimento e conscientização da problemática levantada pelo trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A VINHAÇA

A vinhaça, também conhecida como vinhoto ou restilo, é um líquido residual gerado em larga escala a partir da destilação do caldo de cana fermentado, como representado na Figura 1. Entre seus principais constituintes está a matéria orgânica na forma de ácidos orgânicos e cátions como cálcio, magnésio e potássio. A vinhaça é uma solução tamponada que apresenta alta DQO/DBO e também pH ácido que justifica seu elevado valor poluente. Inclusive, a temperatura elevada em que é obtido concede à vinhaça um caráter altamente corrosivo (CAMPOS *et al.*, 2014; SILES *et al.*, 2011; LAIME *et al.*, 2011).

Suas características físico-químicas dependem da composição da matéria-prima utilizada. Apresenta forte odor para humanos, coloração marrom escuro, baixo pH (3-4.5), condutividade elétrica (250-300 dS/m), alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) que fica em torno de 25000-45000 mg/L e demanda química de oxigênio (DQO) entre 50000-150000 mg/L. Seu elevado teor de potássio impulsiona sua utilização como fertilizante, mesmo apresentando características como a acidez e elevada DBO que a torna um material altamente poluidor (CHRISTOFOLETTI *et al.*, 2013, CARVAJAL-ZARRABAL, *et al.*, 2012).

Figura 1 – Fluxograma do processo gerador da vinhaça.

Fonte: Elaiuy (2016).

De toda a produção de cana no Brasil cerca de 50% são alocados para a produção de etanol e cada tonelada de cana de açúcar produz 85 litros de etanol. Para cada litro de álcool produzido, são gerados entre 10 e 13 L de vinhaça, que resulta em uma alta DBO que consome cerca de 12000 a 20000 mg para cada litro de vinhaça. A alta DBO faz com que o efeito poluidor da vinhaça seja 100 vezes superior ao de um esgoto doméstico

(PAULINO *et al.*, 2002; SALOMON, 2007; DIAZ *et al.*, 2002; SILES *et al.*, 2011; CHRISTOFOLETTI *et al.*, 2013).

O não tratamento da vinhaça pode ocasionar impactos severos e mudanças no ecossistema natural, tal como a eutrofização de ambientes aquáticos ou degradação dos solos. Em virtude disso, a Tabela 1 apresenta alguns exemplos dos impactos decorrentes do manejo inadequado da vinhaça.

Tabela 1 - Exemplos dos impactos gerados pelo manejo inadequado da vinhaça.

Formas de manejo inadequado	Impactos causados
Acúmulo de vinhaça na área agrícola por excesso de aplicação	Proliferação de insetos; Percolação da vinhaça; Contaminação de águas subterrâneas;
Falta de uniformidade na irrigação	Áreas irrigadas duplamente; Áreas sem irrigação;

(continuação...)

Formas de manejo inadequado	Impactos causados
Falta de impermeabilização dos reservatórios de armazenamento ou canais de distribuição da vinhaça	Perdas da vinhaça por percolação; Contaminação de águas subterrâneas;
Falta de análise do solo antes da aplicação da vinhaça	Aplicação excessiva ou reduzida; Perda de produtividade do cultivo;
Lançamento da vinhaça em corpos hídricos	Proliferação de microrganismos; Redução/esgotamento do O_2 dissolvido na água; Danos/Destruição da fauna e flora aquática;

Fonte: Adaptado de Silveira (2016)

Os impactos ambientais causados pela geração de vinhaça nas indústrias sucroalcooleiras é um problema emergente que tem alavancado a busca por informações sobre o desempenho e desenvolvimento sustentável por meio de tecnologias mais eficientes, além ser um dos principais motivos de preocupação dos órgãos ambientais. Uma série de tecnologias está sendo explorada para reduzir a carga poluidora da vinhaça, alguns exemplos são os tratamentos biológicos aeróbios ou anaeróbios, métodos físico-químicos como adsorção, coagulação, floculação, processos de oxidação, entre outros (TEH *et al.*, 2016; YANG & LI, 2013).

2.2. PRINCIPAIS USOS E TRATAMENTOS

No passado, a vinhaça produzida por algumas indústrias alcooleiras tinha como destino final o descarte em lagoas apenas com a finalidade de evaporação, entretanto este método de destinação do resíduo gerava muitos problemas que iam desde a contaminação de águas subterrâneas e de superfície, mau cheiro, até o surgimento de insetos (MADAJÓN *et al.*, 2001; SILES *et al.*, 2011).

Hoje, no entanto, existem diferentes métodos para o tratamento da vinhaça. Os métodos variam entre o tratamento por produtos químicos como coagulação e floculação, precipitação e oxidação química; e tratamento biológico aeróbio ou anaeróbio, utilização de filtros percoladores, lagoas, disposição em aterro, entre outros (EYKELBOSH *et al.*, 2015; PRADO *et al.*, 2013; SILES *et al.*, 2011).

O tratamento da vinhaça nas últimas três décadas era pouco utilizado uma vez que a indústria de etanol no Brasil regulamentou a disposição da vinhaça especificando que esta poderia ser reciclada nos campos agrícolas

(FILOSO *et al.*, 2015). Assim, a principal maneira de se eliminar a vinhaça era através da aplicação direta da mesma nas lavouras de cana-de-açúcar. Esta solução foi adotada principalmente devido a proliferação de flores e algas e aumento da DBO de corpos hídricos quando a vinhaça era descartada em cursos de água (CHRISTOFOLETTI *et al.*, 2013), e também porque esta representa a solução com menor custo e aplicação mais simples (CORTEZ *et al.*, 1992).

A aplicação de vinhaça nas lavouras de cana-de-açúcar, bem como a aplicação da técnica de fertirrigação (irrigação dos campos com a vinhaça), são práticas adotadas por várias usinas, sendo tecnologias conhecidas e bem definidas com vários estudos que comprovam os resultados positivos obtidos na produtividade agrícola, associados à economia dos adubos minerais (PENATTI *et al.*, 1988), uma vez que combina fertilização e irrigação do solo. Essa técnica, se utilizada adequadamente, gera claros benefícios à produção de cana, fornecendo água e nutrientes.

Porém, quando utilizada de forma indiscriminada altas doses de vinhaça podem levar à salinização do solo, contaminação de aquíferos com sais, redução do oxigênio do solo, contaminação por espécies químicas como nitratos, cloretos, chumbo, cobre e zinco, acidificação e saturação do solo de matéria orgânica e gerando variações e instabilidades na obtenção de respostas positivas quanto a sua utilização (LEME & SEABRA, 2016).

Vários estudos foram desenvolvidos abordando o benefício agrícola da irrigação por vinhaça em campos de cana-de-açúcar, mas atualmente existem estudos que enfatizam impactos ambientais desta prática quando realizada sem controle de dosagem

ou na utilização da mesma área de aplicação por longos períodos de tempo. A Tabela 2

apresenta alguns autores que discorreram sobre a temática.

Tabela 2 - Estudos desenvolvidos abordando benefícios e malefícios da utilização da vinhaça para fertirrigação.

Estudos desenvolvidos	
Benefícios agrícolas da técnica de fertirrigação	MACEDO <i>et al.</i> , 2005; RESENDE <i>et al.</i> , 2006; PARNAUDEAU <i>et al.</i> , 2008; SMEETS <i>et al.</i> , 2008
Malefícios agrícolas da técnica de fertirrigação	RESENDE <i>et al.</i> , 2006; CARMO <i>et al.</i> , 2013; CHRISTOFOLETTI <i>et al.</i> , 2013; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2013; FUESS e GARCIA, 2014; PAREDES <i>et al.</i> , 2014

Fonte: os Autores (2017)

O transporte da vinhaça para os campos de irrigação é outro problema importante para ser confrontado. Como o volume de resíduo obtido é grande, o transporte para instalações distantes é uma tarefa difícil e que libera elevadas concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Neste contexto, a concentração da vinhaça de cana-de-açúcar é uma abordagem promissora para o melhoramento da utilização deste resíduo líquido, uma vez que concentrando-a pode-se minimizar problemas decorrentes do transporte, custos, além de ampliar seu alcance de aplicação já que a fertirrigação ainda é uma técnica largamente utilizada.

Thereza *et al.* (2012) aborda em seu estudo a utilização de membranas para concentrar vinhaça como alternativa à evaporação. Queiroga *et al.* (2018) também evidencia em seu estudo a recente utilização de membranas tubulares assimétricas para o tratamento de uma amostra de vinhaça. Desta forma, nos últimos anos, tecnologias de tratamento têm sido ampliadas e cada vez mais utilizadas.

O emprego de processos químicos de tratamento da vinhaça tem sua utilização menos evidenciada quando se deseja minimizar os impactos ambientais causados pelo efluente uma vez que há, neste caso, a produção de um subproduto de tratamento ainda bastante complexo para ser destinado. Por outro lado, o emprego de técnicas biológicas de tratamento tem sido mais largamente utilizadas em razão de seus benefícios.

A aplicação de processos anaeróbios para o tratamento de águas residuais mostra avanços notáveis nas últimas décadas com base na melhoria dos sistemas que comportam elevadas cargas e fluxos (CHAN *et al.*, 2009; VAN LIER *et al.*, 2015). Como vantagens a degradação biológica anaeróbia

proporciona uma redução eficiente na carga orgânica total, fácil manutenção e operação e custo relativamente baixo, entretanto como desvantagens a digestão anaeróbia da vinhaça tem um maior tempo de detenção do que sistemas aeróbios, odor desagradável e corrosivo durante a produção de biogás, efluente do tratamento com altas concentrações de sal, altos níveis de sulfato e a presença de compostos fenólicos e a disseminação bem sucedida da fertirrigação (BARRERA *et al.*, 2014; DRIESSEN *et al.*, 1994; LAIME *et al.*, 2011; CORTEZ *et al.*, 2007).

Entretanto, as vantagens na utilização deste método se sobressaem no cenário ambiental atual, pois a digestão anaeróbica em reatores biológicos não é considerada apenas um processo utilizado para reduzir a carga de resíduos e minimizar impactos ambientais (FUESS *et al.*, 2017). Na verdade, estudos recentes destacam o papel da digestão anaeróbica como processo básico para a recuperação de recursos utilizando resíduos como matérias-primas para a produção de produtos de valor agregado e bioenergia (POGGI-VARALDO *et al.*, 2014; YANG *et al.*, 2015).

Estudos recentes têm demonstrado que a vinhaça de cana-de-açúcar apresenta um potencial energético favorável para exploração através da geração de eletricidade a partir do biogás (SALOMON *et al.*, 2015; MORAES *et al.*, 2014; FUESS *et al.*, 2015). A co-digestão da vinhaça para a produção de biogás tem sido estudada e aplicada de forma promissora (GONZÁLEZ *et al.*, 2017) e o aproveitamento energético trata-se de uma alternativa para a aprimoramento do tratamento anaeróbio da vinhaça que objetiva minimizar as desvantagens desses sistemas.

Contudo, melhorias na aplicação de digestão anaeróbia ainda são necessárias para melhor explorar a produção de bioenergia em plantas de grande escala, visando a aplicação de altas cargas orgânicas com tempos de retenção relativamente baixos. Essas melhorias poderiam ser alcançadas, segundo Fuess *et al.* (2017) empregando combinações de sistemas de reatores acidogênicos e metanogênicos, para a conversão da matéria orgânica complexa, e o uso de processos termófilos de degradação, através da exploração do potencial energético em razão das elevadas temperaturas nas quais a vinhaça é gerada (90-100°C).

A aplicação da digestão anaeróbica termófila é também uma boa escolha para o tratamento da vinhaça de cana-de-açúcar uma vez que este processo permite a recuperação de energia como hidrogênio e metano sem a necessidade de fornecimento de energia na forma de calor e sem causar interferência na qualidade do produto como biofertilizante (JÚNIOR *et al.*, 2016). Ainda em se tratando de processos biológicos de tratamento, a compostagem pode ser citada como um dos métodos mais indicados para converter resíduos agrícolas e, como a vinhaça possui elevada carga orgânica sais de potássio e cálcio, que são necessários para o crescimento de microrganismos, ela também pode ser aplicada em processos de degradação aeróbios.

Alguns estudos nesta área foram desenvolvidos, como por exemplo Molina *et al.* (2013) investigou a estabilização do lodo de esgoto, vinhaça e esterco de coelho por vermicompostagem usando minhocas *Eisenia fetida*. Em outro estudo, co-compostagem de

vinhaça com bagaço de uva foi tema de estudo e otimização (DIAZ *et al.*, 2002). Co-compostagem seguida de vermicompostagem com misturas de vinhaça, esterco bovino, bagaço de cana-de-açúcar e zeólita natural usando minhocas da espécie *Eisenia fetida* em estudo desenvolvido por Alavi *et al.* (2017). Madejón *et al.* (2001) também avaliaram o efeito de três adubos de vinhaça como fertilizante profundo em culturas de milho e beterraba e algumas propriedades químicas do solo aplicando dois adubos em sucessivas aplicações.

Os principais usos, tratamento e a forma de destinação final mais adequada para cada sistema produtor pode variar de acordo com as características do mesmo, entretanto fica evidente que o tratamento da vinhaça deve receber atenção especial devido à grande abrangência da indústria sucroalcooleira no cenário brasileiro e ao impacto ambiental que a mesma gera nas mais diversas áreas de seu sistema produtivo.

2.3. IMPLICAÇÕES LEGAIS

A produção brasileira de álcool da cana-de-açúcar, foi incentivada por políticas públicas desde 1933, no governo Getúlio Vargas, com a criação do IAA, Instituto do açúcar e do álcool. Teve, porém, seu grande desenvolvimento no país com a criação do Proálcool, em 1975, programa que buscava o aumento da utilização de álcool como combustível nos automóveis no Brasil (TÁVORA, 2011). Um resumo das leis, normas, portarias e decretos já criados no Brasil de maior interesse à utilização da vinhaça se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 - Relação cronológica das legislações e atos administrativos brasileiros de maior interesse à vinhaça

Nome	Data	Tipo de legislação
Decreto-Lei nº303	1967	Federal
Portaria nº323	1978	Federal
Portaria nº158	1980	Federal
Norma técnica P4.321	2005	Estadual – SP
Deliberação Normativa nº164	2011	Estadual – MG
Deliberação Normativa nº184	2013	Estadual – MG
Projeto de Lei 5182	2013	Federal
Decreto 10068	2014	Estadual – PR

Fonte: os Autores (2017)

Antes da década de 70, a vinhaça produzida nas indústrias brasileiras, bem como outros de seus subprodutos, era descartada diretamente nos mananciais superficiais (cursos de água) ou nas áreas de sacrifício (solo) próximos à indústria, contribuindo para grande poluição dos rios, do solo, dos lençóis freáticos e arriscando a saúde da fauna e da flora das redondezas. Em 1967, foi criado o Decreto Lei nº303, revogado no mesmo ano pela Lei 5318, que tratava sobre poluição, fazia definições importantes, e criava o Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental, proibindo a poluição de águas ou da atmosfera por resíduos industriais ou de outra natureza, bem como penalidades para quem descumprisse as novas normas. Com isso, já não foi mais permitido o descarte da vinhaça diretamente em cursos de água (MORAES *et al.*, 2015; BRASIL, 1967).

Em 1978, com a criação do Proálcool e o grande aumento de indústrias de etanol decorrido do programa, o extinto Ministério do Interior criou a Portaria nº323 que, tratando especificamente da vinhaça, proibiu seu lançamento direto ou até indireto em qualquer coleção hídrica por destilarias de álcool (BRASIL, 1978). A portaria não previu, contudo, a poluição causada pelas destilarias de bebidas alcoólicas, levada em conta, então, pela Portaria nº158 do Ministério do Interior. Ela possibilitou que destilarias que, comprovadamente, não tivessem áreas para aplicação ou disposição da vinhaça, pudessem adotar os mesmos critérios estabelecidos para os lançamentos dos demais efluentes líquidos e, além disso, colocou a responsabilidade nos órgãos estaduais de apresentar uma solução para o sistema de tratamento de vinhaça (BRASIL, 1980).

Com as novas diretrizes em relação ao destino da vinhaça, foi necessário encontrar uma nova forma de descartá-la ou utilizá-la. Atualmente, a grande maioria da vinhaça produzida por destilarias brasileiras é lançada ao solo em plantações de cana-de-açúcar e utilizada para fertirrigação. A regulamentação desse procedimento, porém, só foi feita recentemente por alguns estados. A Norma Técnica P4.321 de 2005 da CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, traz critérios e procedimentos para aplicação da vinhaça no solo agrícola, dispondo sobre a área que deve recebê-la, sua localização e caracterização do solo, o armazenamento da vinhaça antes de ir para a

fertirrigação, parâmetros dos poços de monitoramento e frequência de análises e a dosagem máxima de vinhaça no solo, levando em conta a sua capacidade de troca iônica e a concentração de potássio no solo e na vinhaça (CETESB, 2005).

As Deliberações Normativas nº164 de 2011 e nº184 de 2013 da COPAM, Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais, trazem normas muito semelhantes às da CETESB, trazendo também regulamentação ao armazenamento e aplicação da vinhaça (BRASIL, 2011; BRASIL, 2013). De acordo com Moraes *et al.*, as normas de São Paulo e de Minas Gerais, todavia, só levam em conta a quantidade de potássio da vinhaça para definir sua aplicação no solo, não prevendo a interferência da quantidade de matéria orgânica contida e de outros componentes. Além disso, se preocupam com os impactos da vinhaça no solo e nos cursos de água, mas negligenciam os possíveis impactos atmosféricos (MORAES *et al.*, 2015).

Recentemente, foi criado também o Decreto 10068 de 2014 do estado do Paraná, que dispõe sobre o sistema de armazenamento e distribuição da vinhaça, o projeto técnico para impermeabilização do sistema, dispensa do licenciamento ambiental o uso agrícola de alguns resíduos gerados pelas usinas de beneficiamento da cana-de-açúcar e traz critérios para emissões atmosféricas. O Decreto, contudo, não traz grandes regulações para a vinhaça, não citando parâmetros de monitoramento da vinhaça, nem de sua dosagem no solo (BRASIL, 2014).

Foi também criado o projeto de Lei federal nº5182 em 2013, com base nas normas criadas pelo estado de São Paulo e Minas Gerais, para regular em todo o país o armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça no solo de forma adequada. O projeto, porém, encontra-se arquivado até hoje (BRASIL, 2013).

3. CONCLUSÃO

A disposição final dada à vinhaça foi mudando ao longo dos anos com as descobertas de seu alto potencial poluidor e também da sua grande quantidade de nutrientes, cada indústria pode variar a sua forma de tratamento e aplicação em função das características particulares de cada processo e local. A tendência de utilização, contudo, é a digestão anaeróbica

em reatores biológicos que, de acordo com os estudos, reduz impactos ambientais e traz também subprodutos com valor agregado de grande interesse. Esse processo, porém, necessita ainda de melhorias para diminuir os tempos de retenção em plantas de grande escala.

Quanto às legislações relacionadas à aplicação da vinhaça, não há nenhuma legislação federal que aborde o assunto de

forma mais específica, e as raras legislações e normas em nível estadual que existem, ainda que mais aprofundadas que as federais, deixam a desejar em certos aspectos, levando em conta apenas um dos componentes da vinhaça para avaliar sua dosagem máxima no solo. Dessa forma, apesar dos riscos que impõe e o potencial poluidor que representa, a vinhaça não recebe ainda da legislação brasileira a atenção necessária.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALAVI, N.; DANESHPAJOU, M.; SHIRMARDI, M.; GOUDARZI, A. N.; BABAEI, A. A. Investigating the efficiency of co-composting and vermicomposting of vinasse with the mixture of cow manure wastes, bagasse, and natural zeolite. *Waste Management*, p. 1-10, 2017.
- [2]. BARRERA, E. L.; SPANJERS, H.; ROMERO, O.; ROSA, E.; DEWULF, J. Characterization of the sulfate reduction process in the anaerobic digestion of a very high strength and sulfate rich vinasse. *Chem. Eng. J.* v. 248, p. 383–393, 2014.
- [3]. BRASIL. Decreto-Lei nº303. 28 de fevereiro de 1967. Presidência da república. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos.
- [4]. BRASIL. Portaria nº323. 29 de novembro de 1978. Ministério do Interior.
- [5]. BRASIL. Portaria nº158. 3 de novembro de 1980. Ministério do Interior.
- [6]. BRASIL. Deliberação Normativa nº164. COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. 2011.
- [7]. BRASIL. Deliberação Normativa nº184. COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais. 2013.
- [8]. BRASIL. Decreto 10068. Estado do Paraná. 6 de fevereiro de 2014.
- [9]. BRASIL. Setor Sucroenergético no Brasil: Uma Visão para 2030. Confederação Nacional da Indústria (CNI) e Ministério de Minas e Energia (MME). 2016.
- [10]. BRASIL. Projeto de Lei federal nº5182. Câmara dos Deputados. 2013.
- [11]. BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. *Ciência e Cultura*, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.
- [12]. CAMPOS, C. R.; MESQUITA, V. A.; SILVA, C. F.; SCHWAN, R. F. Efficiency of physicochemical and biological treatments of vinasse and their influence on indigenous microbiota for disposal into the environment. *Waste Manage.* V. 34, p. 2036–2046, 2014.
- [13]. CARMO, J. B.; FILOSO, S.; ZOTELLI, L. C.; DE SOUSA NETO, E. R.; PITOMBO, L. M.; DUARTE NETO, P. J.; VARGAS, V. P.; ANDRADE, C. A.; GAVA, G. J. C.; ROSSETTO, R.; CANTARELLA, H.; NETO, A. E.; MARTINELLI, L.A. Infield greenhouse gas emissions from sugarcane soils in Brazil: effects from synthetic and organic fertilizer application and crop trash accumulation. *Glob. Change Biol. Bioenergy* V. 5, p. 267-280, 2013.
- [14]. CARVAJAL-ZARRABAL, O.; NOLASCO-HIPÓLITO, C.; BARRADAS-DERMITZ, D. M.; HAYWARD-JONES, P. M.; AGUILAR-USCANGA, M. G.; BUJANG, K. Treatment of vinasse from tequila production using polyglutamic acid. *J. Environ. Manage.* V. 95 (Supplement), p. S66– S70, 2012.
- [15]. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Norma técnica P4.32. Janeiro de 2005.
- [16]. CHAN, Y. J.; CHONG, M. F.; LAW, C. L.; HASSELL, D. G. A review on anaerobic-aerobic treatment of industrial and municipal wastewater. *Chem. Eng.* V. 155, p. 1–8, 2009.
- [17]. CHRISTOFOLETTI, C. A.; ESCHER, J. P.; CORREIA, J. E.; MARINHO, J. F. U.; FONTANETTI, C. S. Sugarcane vinasse: environmental implications of its use. *Waste Manag.* V. 33, p. 2752-2761, 2013.
- [18]. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Acomp.safrabras. Cana*, v.4 – safra 2017/2018, n.2 – Segundo levantamento. Brasília, p.1-73, agosto 2017.
- [19]. CORTEZ, L. A. B.; SILVA, A.; LUCAS JÚNIOR, J.; JORDAN, R. A.; CASTRO, L. R. Biodigestão de efluentes. In: CORTEZ LAB, LORA ES, editors. *Biomassa para energia*, V. 15. Campinas: Editora da UNICAMP, p. 493–529, 2007.
- [20]. CORTEZ, L.; MAGALHAES, P.; HAPPI, J. Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização. *Rev. Bras. Energ.* V. 2, p. 1-17, 1992.

- [21]. DIAZ, M. J.; MADEJON, E.; LOPEZ, F.; LOPEZ, R.; CABRERA, F. Optimization of the rate vinasse/grape marc for co-composting process. *Process Biochem.* V. 37, p. 1143–1150, 2002.
- [22]. DRIESSEN, W. J. B. M.; TIELBAARD, M. H.; VEREIJKEN, T. L. F. M. Experience on anaerobis treatment of distillery effluent with the UASB process. *Water Sci. Technol.* V. 30, p. 193–201, 1994.
- [23]. ELAIUY, M. L. C. Biodigestão anaeróbia da vinhaça da cana-de-açúcar: Abordagem do modelo ADM1 e eficiência de biodegradação no solo. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 162 f. 2016.
- [24]. EYKELBOSH, A. J.; JONHNSON, M. S.; COUTO, E. G. Biochar decreases dissolved organic carbon but not nitrate leaching in relation to vinasse application in a Brazilian sugarcane soil. *J. Environ. Manage.* V. 149, p. 9–16, 2015.
- [25]. FILOSO, S.; CARMO, J. B. d.; MARDEGAN, S. F.; LINS, S. R. M.; GOMES, T. F.; MARTINELLI, L. A. Reassessing the environmental impacts of sugarcane ethanol production in Brazil to help meet sustainability goals. *Renew. Sustain. Energy Rev.* V. 52, p. 1847–1856, 2015.
- [26]. FUESS, L. T.; GARCIA, M. L. Bioenergy from vinasse anaerobic digestion to enhance the energy balance ratio of ethanol production. *J Environ Manage* V. 162, p. 102–14, 2015.
- [27]. FUESS, L. T.; GARCIA, M. L. Implications of stillage land disposal: a critical review on the impacts of fertigation. *J. Environ. Manag.* V. 145, p. 210–229, 2014.
- [28]. FUESS, L. T.; KIYUNA, L. S. M.; JUNIOR, A. D. N. F.; PERSINOTTI, G. F.; SQUINA, F. M.; GARCIA M. L.; ZIAT, M. Thermophilic two-phase anaerobic digestion using na innovative fixed-bed reactor for enhanced organic matter removal and bioenergy recovery from sugarcane vinasse. *Applied Energy* V. 189, p. 480–491, 2017.
- [29]. GONZALÉZ, L. M. L.; REYES, I. P.; ROMERO, O. R. Anaerobic co-digestion of sugarcane press mud with vinasse on methane yield. *Waste Management*, 2017.
- [30]. JUNIOR, A. D. N. F.; KOYAMA, M. H.; JUNIOR, M. M. de A.; ZIAT, M. Thermophilic anaerobic digestion of raw sugarcane vinasse. *Renewable Energy* V. 89, p. 245–252, 2016.
- [31]. LAIME, M. O.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, D. C. S.; FREIRE, E. A. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. *Eduardo Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas* V. 5, N. 3, pág. 16, 2011.
- [32]. LEME, R. M. & SEABRA, J. E. A. Technical-economic assessment of different biogas upgrading routes from vinasse anaerobic digestion in the Brazilian bioethanol industry. *Elsevier. Energy*. 2016.
- [33]. MARQUES, H. M. S. M. Vinhoto da cana-de-açúcar – Aproveitamento e impactos ambientais na região de Ibaiti/PR. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira, 2013.
- [34]. MACEDO, I. C. Sugarcane's Energy: Twelve Studies on Brazilian Sugarcane Agribusiness and its Sustainability. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, São Paulo, 2005.
- [35]. MADEJON, E.; LOPEZ, R.; MURILLO, J. M.; CABRERA, F. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agric. Ecosyst. Environ.* V. 84, p. 55–65, 2001.
- [36]. MOLINA, M. J.; SORIANO, M. D.; INGELMO, F.; LLINARES, J. Stabilisation of sewage sludge and vinasse bio-wastes by vermicomposting with rabbit manure using *Eisenia fetida*. *Bioresour. Technol.* V. 137, p. 88–97, 2013.
- [37]. MORAES, B. S.; JUNQUEIRA, T. L.; PAVANELLO, L. G.; CAVALETT, O.; MANTELATTO, P. E.; BONOMI, A. Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane biorefineries in Brazil from energy, environmental, and economic perspectives: profit or expense? *Appl. Energy* V. 113, p. 825–35, 2014.
- [38]. MORAES, S. B.; ZAIAT, M.; BONOMI, A. Anaerobic digestion of vinasse from sucrcane etanol production in Brazil: Challenges and perspectives. *Elsevier. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015.
- [39]. OLIVEIRA, B. G.; CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J. Soil greenhouse gas fluxes from vinasse application in Brazilian sugarcane areas. *Geoderma* v. 200 e 201, p. 77–84, 2013.
- [40]. PAREDES, D. S.; LESSA, A. C. R.; SANT'ANNA, S. A. C.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R. Nitrous oxide emission and ammonia volatilization induced by vinasse and N fertilizer application in a sugarcane crop at Rio de Janeiro, Brazil. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* V. 98, p. 41–55, 2014.
- [41]. PARNADEAU, V.; CONDOM, N.; OLIVER, R.; CAZEVIEILLE, P.; RECOUS, S. Vinasse organic matter quality and mineralization potential, as influenced by raw material, fermentation and concentration processes. *Bioresour. Technol.* V. 99, p. 1553–1562, 2008.
- [42]. PENATTI, C. P.; ARAÚJO, J. V.; FORTI, J. A.; RIBEIRO, R. Efeitos da aplicação de vinhaça e nitrogênio na soqueira da cana-de-açúcar. *Boletim técnico COPERSUCAR*, São Paulo, V. 44, p. 32–38, 1988.
- [43]. PORTO-GONÇALVES, C. W. Outra Verdade Inconveniente: a nova geografia política da energia numa perspectiva subalterna.

Universidade Humanist. [online]. n.66, p. 327-365. ISSN 0120-4807, 2008.

[44]. POGGI-VARALDO, H. M.; MUNOZ-PAEZ, K. M.; ESCAMILLA-ALVARADO, C.; ROBLEDO-NARVAEZ, P. N.; PONCE-NOYOLA, M. T.; CALVA-CALVA, G. Biohydrogen, biomethane and bioelectricity as crucial components of biorefinery of organic wastes: a review. *Waste Manage Res.* V. 32, p.353–65, 2014.

[45]. PRADO, R. d. M.; CAIONE, G.; CAMPOS, C. N. S. Filter cake and vinasse as fertilizers contributing to conservation agriculture. *Appl. Environ. Soil Sci.* p. 1–8, 2013.

[46]. QUEIROGA, J. A.; SOUZA, D. F.; NUNES, E. H. M.; SILVA, A. F. R.; AMARAL, M. C. S.; CIMINELLI, V. S. T.; VASCONSELOS, W. L. Preparation of alumina tubular membranes for treating sugarcane vinasse obtained in ethanol production. *Separation and Purification Technology* V. 190, p. 195-201, 2018.

[47]. REGO, E. E.; HERNANDEZ, F. D. M. Eletricidade por digestão anaeróbia da vinhaça de cana-de-açúcar: contornos técnicos, econômicos e ambientais de uma opção. In: AGRENER GD: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006. Anais... Campinas: UNICAMP, 2006

[48]. RESENDE, A. S.; XAVIER, R. P.; OLIVEIRA, O. C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Long-term effects of pre-harvest burning and nitrogen and vinasse applications on yield of sugar cane and soil carbon and nitrogen stocks on a plantation in Pernambuco. N.E. Brazil. *Plant soil* V. 281, p. 339-351, 2006.

[49]. ROBERTIELLO, A. Upgrading of agricultural and agroindustrial wastes: the treatment of distillery effluents (vinasses) in Italy. *Agric. Wastes* V. 4, p. 387– 395, 1982.

[50]. SALOMON, K. R. Avaliação técnico-econômica e ambiental da utilização do biogás proveniente da biodigestão da vinhaça em tecnologias para geração de eletricidade. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Instituto da Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Itajubá. 247f. 2007.

[51]. SALOMON, K. R.; LORA, E. E. S.; ROCHA, M. H.; DEL OLMO, O. A. Cost calculations for biogas from vinasse biodigestion and its energy utilization. *Sugar Ind.* V.136 (4), p. 217–23, 2011.

[52]. SILES, J. A.; GARCIA-GARCIA, I.; MARTIN, A.; MARTIN, M. A. Integrated ozonation and biomethanization treatments of vinasse derived from ethanol manufacturing. *J. Hazard. Mater.* V. 188, p. 247–253, 2011.

[53]. SILVA, D. A. L.; DELAI, I.; MONTES, M. L. D.; OMETTO, A. R. Life cycle assessment of the sugarcane bagasse electricity generation in Brazil. *Renew Sustain Energy Rev.* V. 32, p. 532-547, 2014.

[54]. SILVEIRA, R. N. C. M. Curso de manejo e cuidados no uso da vinhaça na fertirrigação. Fortaleza: INOVAGRI/IFCE, 2016.

[55]. SMEETS, E.; JUNGINGER, M.; FAAIJ, A.; WALTER, A.; DOLZAN, P.; TURKENBURG, W. The sustainability of Brazilian ethanol: an assessment of the possibilities of certified production. *Biomass Bioenergy* V. 32, p. 781-813, 2008.

[56]. TAVORA, F. L. História e economia dos biocombustíveis no Brasil. Centro de Estudos da Consultoria do Senado Federal. Abril de 2011.

[57]. TEH, C. Y.; BUDIMAN, P. M.; SHAK, K. P. Y.; WU, T. Y. Recent Advancement of Coagulation-Flocculation and Its Application in Wastewater Treatment. *Ind. Eng. Chem. Res.* V. 55, p. 4363–4389, 2016.

[58]. THEREZA, M.; SANTOS, D. M.; VIOTTO, L. A. Concentration of vinasse using membrane filtration processes, *J. Agric. Sci. Technol.* B 2, p. 875–886, 2012..

[59]. VAN LIER, J. B.; VAN DER ZEE, F. P.; FRIJTERS, C. T. M. J.; ERSAHIN, M. E. Celebrating 40 years anaerobic sludge bed reactors for industrial wastewater treatment. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* V. 14, p. 681–702, 2015.

[60]. YANG, X.; CHOI, H. S.; PARK, C.; KIM, S. W. Current states and prospects of organic waste utilization for biorefineries. *Renew Sustain Energy Rev.* V. 49, p. 335–49, 2015.

[61]. YANG, H.; LI, S. Emergy analysis of cassava vinasse treatment. *Process Safety and Environmental Protection*, v.91, p. 503-507, 2013.

Capítulo 3

REUSO DE ÁGUA EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Haiany Martins Marinho

Nayara de Oliveira Pereira

Verônica Bernardes Souza Leo

Resumo: O presente artigo faz uma análise no processo de tratamento de efluentes em uma indústria frigorífica de abate de suínos, através de análise da bibliografia referente ao tema pesquisado e de pesquisas de campo, com objetivo de identificar uma possível complementação para o tratamento de efluentes industriais, apontando-se um tratamento terciário, visando a reutilização da água no processo produtivo, analisado a viabilidade de implantação.

Palavras chave: Efluente, Água, Indústria.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da água em setores industriais é de grande impacto para os cursos d'água. Este consumo se dá em grande escala através do uso da água como insumo no processo produtivo, em sistemas de resfriamento, caldeiras, geração de energia e fins sanitários, entre outros. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013) as indústrias consomem cerca de 22% da água potável existente, além de lançar seus efluentes nos cursos d'água.

Cohim et al. (2008) relata que o crescimento dos processos de industrialização e populacional acarreta ao aumento da necessidade de água nos centros urbanos, e isso tem causado além da degradação, a insuficiência dos mananciais subterrâneos e superficiais, e a necessidade de se utilizar maiores volumes de água em locais cada vez mais distantes, levando aos altos custos.

Apesar deste grande impacto, as variações do uso da água, o consumo elevado e impactos causados através das emissões de efluentes nos corpos hídricos devido ao consumo industrial não são temas que vêm sendo abordados de maneira profunda no país, explicando assim as dificuldades enfrentadas ao realizar levantamentos de dados sobre consumo industrial e a limitação de informações, o que prejudica na caracterização das indústrias com relação a usos e destinação dos efluentes em bacias hidrográficas (FERES et al., 2005).

Levando em consideração esses fatores, torna-se necessário investir em práticas sustentáveis que incentivem ou garantam a ecoeficiência hídrica em seus processos industriais, como a captação de água da chuva, galvanoplastia e reúso de águas cinza ou residuais. Estas vêm se tornando alternativas bastante comuns nos empreendimentos de médio e grande porte, por apresentarem um retorno financeiro significativo.

Segundo Dodic's et al. (2010), a ecoeficiência foi um conceito introduzido pelo Business Council for Sustainable Development (Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável), que envolve a mitigação dos impactos ambientais nos processos produtivos e de serviços, atendendo as necessidades da sociedade de uma forma eficiente sem perda na qualidade, promovendo um cunho sustentável e menor

quantidade de resíduos gerados e poluição. Ou seja, a ecoeficiência combina um desempenho ambiental e econômico a fim de reduzir o uso de recursos naturais, matéria-prima e impactos ecológicos, tendo um retorno positivo e promovendo uma melhor qualidade de vida.

Van Berkel (2007) compartilha os mesmos pontos de vista que Dodic's et al. (2010), entretanto Berkel leva em consideração a intensidade de uso dos recursos ao longo do ciclo de vida a um nível menor, possibilitando um melhor aproveitamento. Sendo assim, a ecoeficiência engloba uma redução no consumo de recursos, nos impactos ao meio ambiente e o fornecimento aos clientes de produtos e/ou serviços com melhor qualidade, que satisfaçam suas necessidades, além de proporcionar uma melhor competitividade no mercado e preços.

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2015) os projetos de reúso potável são subdivididos em duas modalidades, sendo a primeira o reúso potável direto (RPD) onde se recupera o esgoto através de tratamentos avançados, permitindo seu uso direto em redes de abastecimento de água potável, e a segunda modalidade, mais comum e viável economicamente, o reúso potável indireto (RPI) onde após tratamento convencional do esgoto, o efluente retorna ao corpo hídrico passando pelo processo de depuração natural, e na sequência essa água é captada por meio do atenuador/buffer, passa pelas etapas de tratamento de água e finalmente sendo disponibilizada para consumo.

O reúso de água não potável, por outro lado, não exige tratamentos complexos, ou seja, tal processo tem uma viabilidade econômica melhor que o reúso de água potável. Sua destinação é voltada para os setores agrícola, industrial, municipal e recreação/ambiental, a fim de otimizar os processos industriais (ABES, 2015).

Em processos industriais, principalmente na fabricação de alimentos, são utilizados grandes volumes de água. Este recurso natural é utilizado para limpeza dos equipamentos e instalações, na incorporação aos produtos, nos procedimentos, na higienização dos manipuladores, na refrigeração e na geração de água quente e vapor. Durante a fabricação de alimentos, a água utilizada engloba resíduos do processo

industrial, sendo convertida em efluente líquido, com elevada carga orgânica.

Na indústria alimentícia, no setor produtor de carnes, destaca-se o consumo de carne suína que vem aumentando significativamente nos últimos anos, principalmente devido às grandes campanhas de esclarecimento ao público, sobretudo em relação às questões de interesse para a saúde do consumidor (DREHMER, 2005).

Dentro da indústria de alimentos suínos, assim como de outras espécies (aviário e bovino) ocorre o abate animal para obtenção de carne e de seus derivados destinados ao consumo humano. Como consequência, originam-se vários subprodutos, resíduos sólidos e efluentes líquidos, que devem sofrer tratamentos adequados (PACHECO & YAMANACA, 2006).

Em abatedouros, assim como em vários tipos de indústria, o alto consumo de água acarreta grandes volumes de efluentes. 80 a 95% da água utilizada no processo é descarregada como efluente líquido (UNEP et al., 2000 *apud* PACHECO & YAMANACA, 2006).

O sangue, proveniente da etapa de abate denominada sangria, geralmente é segregado e destinado para a fabricação de bases de farinhas/rações para alimentação animal. Porém, uma parcela do sangue fica aderida em equipamentos e acaba sendo diluída com água quando ocorre a limpeza das instalações, sendo este fluido encaminhado para o sistema de tratamento de efluentes. Outro processo que influencia no envio de sangue para a ETE é a etapa de escaldagem, onde os animais são imersos em um tanque com água quente, no qual o sangue remanescente da etapa de sangria ainda aderido a carcaça do animal se dissolve na água.

Os conteúdos estomacais e intestinais eliminados na etapa de evisceração dos animais também causam um aumento significativo na carga orgânica dos efluentes de abatedouros, visto que possuem conteúdo alimentar não digerido e fezes em quantidades significativas. As gorduras também são características deste tipo de dejetos líquidos, em razão de serem eliminadas principalmente durante a manipulação da carne e durante a limpeza das instalações da fábrica.

Os resíduos oriundos de abatedouros possuem altos valores de DBO (Demanda

Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) – parâmetros utilizados para quantificar carga poluidora orgânica nos efluentes –, além de sólidos em suspensão, graxas e material flotável (PACHECO & YAMANACA, 2006). Segundo a listagem “D” da Deliberação Normativa nº 74/2004, de 09 de setembro de 2004, a atividade de abate de animais de médio e grande porte é de grande potencial poluidor. Deste modo o empreendimento em questão deverá tratar os impactos ambientais inerentes de sua atividade, principalmente resíduos sólidos, emissões atmosféricas e os efluentes líquidos industriais.

Para minimizarem os impactos ambientais de seus efluentes líquidos industriais e atenderem às legislações ambientais locais, os abatedouros devem fazer o tratamento destes efluentes (PACHECO & YAMANACA, 2006). Ou seja, os rejeitos líquidos industriais necessitam passar por sistema de tratamento adequado antes do lançamento em cursos d'água, de forma que não ocasionam a poluição dos rios e mananciais, causando danos ao meio ambiente.

De acordo com Pacheco & Yamanaca (2006), este tratamento do efluente pode variar de empresa para empresa, porém, um sistema de tratamento típico do setor possui as etapas descritas a seguir:

- a) Separação ou segregação inicial dos efluentes líquidos em duas linhas principais: linha “verde”, que recebe principalmente os efluentes gerados na lavagem de caminhões e na recepção dos animais (pocilgas) e a linha vermelha que recebe principalmente os efluentes provenientes do abate e da produção;
- b) Tratamento primário: para remoção de sólidos grosseiros, suspensos sedimentáveis e flotáveis, principalmente por ação físico-mecânica. O tratamento primário é realizado para a linha “verde” e para a linha “vermelha”, separadamente;
- c) Equalização: realizada em um tanque de volume e configuração adequadamente definidos, com vazão de saída constante. Permite absorver variações significativas de vazões e de cargas poluentes dos efluentes líquidos a serem tratados, atenuando picos de carga para a estação de tratamento. Isto facilita e permite otimizar a operação da estação como um todo, contribuindo para que

se atinja os parâmetros finais desejados nos efluentes líquidos tratados;

d) Tratamento secundário: para remoção de sólidos coloidais, dissolvidos e emulsionados, principalmente por ação biológica, devido à característica biodegradável do conteúdo remanescente dos efluentes do tratamento primário. Nesta etapa, há ênfase nas lagoas de estabilização, especialmente as anaeróbias;

e) Tratamento terciário: realizado como "polimento" final dos efluentes líquidos provenientes do tratamento secundário, promovendo remoção suplementar de sólidos, de nutrientes (nitrogênio, fósforo) e de organismos.

Após tal processo o efluente tratado é lançado ao corpo hídrico conforme a Resolução CONAMA nº 20/86 e Deliberação Normativa COPAM nº 10/86 que trata sobre o padrão de lançamento, estabelecendo a qualidade que o esgoto deve apresentar ao ser lançado no corpo receptor para que ocorra a autodepuração da carga.

O planejamento e gestão de recursos hídricos trata-se de um estudo que visa otimizar custos nos processos produtivos e contrapor as dificuldades existente no Brasil enquanto a escassez hídrica, desperdícios e impactos causados ao longo dos cursos d'água. Desta forma, o objetivo deste artigo é abordar e discutir questões envolvendo a atividade de abate de suínos e os impactos provocados pela mesma, abordando sobre o tratamento dos efluentes líquidos, através do qual será realizado um estudo visando verificar a viabilidade da utilização de tratamento terciário no sistema de tratamentos de efluente, com o intuito da reutilização desta água tratada para o processo produtivo.

2. METODOLOGIA

Para cumprimento deste artigo, foram realizadas etapas visando à interligação dos dados e informações obtidas no decorrer da elaboração do mesmo. Para tal foram

cumpridas as seguintes etapas: (1) revisão bibliográfica acerca do tema proposto por meio de artigos científicos, relatórios, revistas, sites governamentais e legislações vigentes, no qual referem se ao tratamento de efluentes em indústrias alimentícias, reuso de águas residuais e tratamento terciário; (2) visitas em uma unidade frigorífica situada no município de Patrocínio em Minas Gerais para melhor entendimento sobre os sistemas de tratamento industriais de efluentes, no qual se observou a viabilidade de implementar um sistema suplementar ao sistema tradicional utilizado pela empresa; (3) discussão sobre a utilização de um tratamento terciário na indústria visitada levando em consideração o reuso da água.

2.1. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Em meados do ano 1999 foi inaugurado o frigorífico no município de Patrocínio/MG. O empreendimento tem como atividade o abate, corte e processamento da carne suína e iniciou sua atividade com capacidade instalada de abate de 150 suínos/dia. Atualmente são abatidos e desossados 2.100 suínos por dia, dos quais a carne é industrializada, produzindo-se em média 83 ton/dia de produtos de presuntaria, 45 ton/dia de linguiças, 37 ton/dia de cortes injetados e 21 ton/dia de defumados.

Atualmente, o empreendimento está operando com cerca de 95 % da capacidade instalada. O processo industrial necessita de água, vapor, ar comprimido, embalagens plásticas e de papelão, condimentos, produtos de limpeza, entre outros, para abastecer o setor produtivo.

As principais etapas do processo de produção são recepção, insensibilização, sangria, escaldagem, depilação, chameusamento, evisceração, retirada de miúdos, resfriamento (equalização), desossa, industrialização, embalagem, resfriamento e expedição, como se pode notar no fluxograma abaixo.

Figura 1 – Fluxograma de abate suíno

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 SISTEMA DE TRATAMENTO DA EMPRESA

O empreendimento conta com sistema de tratamento de efluentes (Figura 2) composto por:

- Gradeamento;
- 01 (um) flotador por Ar Dissolvido (FAD) com adição de produtos químicos coagulantes e floculantes;
- 01 (uma) centrífuga de 03 fases (óleo, água e resíduo sólido) (TRIDECANTER);
- 01 (um) tanque de aquecimento de lodo;
- 01 (uma) lagoa anaeróbia impermeabilizada com polietileno de alta densidade
- (PEAD);
- 02 (duas) lagoas facultativas impermeabilizadas com polietileno de alta densidade
- (PEAD);
- 03 (três) lagoas de polimento impermeabilizadas com argila compactada.

Figura 2 - Fluxograma da Estação de Tratamento de Efluentes da unidade Frigorífica - Patrocínio/MG

Fonte: Documento disponibilizado pela empresa de estudo

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES DA EMPRESA

Os parâmetros utilizados para a caracterização do efluente são DBO, DQO, pH, Nitrogênio Amônico, Óleos e Graxas, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Suspensos Fixos, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Suspensos Voláteis, Surfactantes. Esses parâmetros seguem detalhados abaixo:

a) DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio: corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas (presença de oxigênio). Esse parâmetro avalia a quantidade de oxigênio dissolvido, equivalente à quantidade que será consumida pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica;

b) DQO – Demanda Química de Oxigênio: A demanda química de oxigênio é quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água;

c) pH – Potencial Hidrogeniônico: é uma escala logarítmica que mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma determinada solução. O pH varia de acordo com a temperatura e a composição de cada substância (concentração de ácidos, metais, sais, etc.);

d) Nitrogênio amoniacal: trata-se da quantidade de nitrogênio, na forma de amônia (NH_3 e NH_4^+) presente no meio aquático. Pode indicar a ocorrência de despejos domésticos, industriais, excrementos de animais e fertilizantes, quando carregados para o corpo d'água;

e) Óleos e graxas: trata-se de substâncias orgânicas cuja presença é pouco comum em águas superficiais. Compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. Por serem pouco solúveis em água, dificultam o tratamento do efluente através de processos biológicos;

f) Série Sólidos: Correspondem a partículas diversas, sedimentáveis ou não e que podem ser separadas por filtração. De acordo com sua composição química ou comportamento no meio aquático, são classificados nos parâmetros: o Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Fixos, o Sólidos Suspensos Voláteis, Sólidos Suspensos Totais.

g) Surfactantes: são as substâncias que constituem os detergentes. Diminuem a tensão superficial da água, gerando espuma e deixando os sólidos em suspensão.

Para a análise dos efluentes, a empresa realiza o monitoramento quinzenalmente através de laboratório externos. Para a caracterização do efluente bruto e tratado, observou-se os valores máximo e mínimo de cada parâmetro durante quatro meses (maio/2017 a agosto/2017), onde a vazão de efluente bruto foi de aproximadamente $66\text{m}^3/\text{h}$ e efluente tratado cerca $60\text{m}^3/\text{h}$. Visando uma maior eficiência no tratamento de efluentes, menor quantidade de captação de água nos cursos hídricos, buscando o retorno do efluente tratado para o processo produtivo, realizou-se um estudo de viabilidade (anexo I) de instalação de um tratamento terciário na estação de tratamento da empresa de estudo.

3.3 PROPOSTA DE TRATAMENTO TERCIÁRIO

A partir da caracterização do efluente é possível propor a utilização de um sistema terciário de tratamento, como o sistema de ultrafiltração acoplado a osmose reversa, de forma a retirar o maior teor carga orgânica possível e assim conseguir reutilizar a água tratada no próprio sistema produtivo.

A osmose reversa através de suas membranas oferece uma opção de processos mais efetivos e ao mesmo tempo econômicos, sendo considerado o nível mais elevado para filtração. Esta tecnologia pode ser utilizada em sistemas de pequeno a grande porte, tanto em dessalinização do mar ou água salgada para produção de água potável, recuperação de efluentes, separações biomédicas, purificação da água para processo industrial e atualmente sendo utilizado como um tratamento complementar da SABESP no projeto Aquapolo que trata efluentes industriais e sanitários, visando a reutilização da água para abastecimento público por meio do Polo Petroquímico da Região do ABC Paulista (Aquapolo, 2013).

De acordo com o manual da Fluid Brasil o processo de osmose reversa (OR) ocorre quando um solvente, através de uma membrana semipermeável passa de uma solução com baixa concentração para uma solução de maior concentração, como ilustra a figura 3 abaixo. Durante o processo de OR aplica-se uma pressão hidráulica

superior a pressão osmótica de equilíbrio para promover a purificação da água possibilitando a separação de contaminantes com baixa massa molecular, iônicos ou não, para tal o

sistema OR utiliza membranas com poros menor que $0,001 \mu\text{m}$, com pressão variando de 3,4 a 80 bar.

Figura 3 - Concentração em meio aquoso

Fonte: Manual da Fluid Brasil

Antes da implementação do sistema de OR faz-se necessário a instalação do sistema de ultrafiltração no qual permite uma elevada separação de colóides e macromoléculas com massa molecular próxima de 1000 g/mol (MWCO), através do processo obtém-se a clarificação e desinfecção de água num único passo, além de conceder estabilidade ao restante do efluente, no qual ainda será submetido ao processo de OR. A membrana de ultrafiltração atua como um filtro (barreira física) para todas as partículas com mais de $10\text{-}20 \text{ nm}$ (nanômetros) de tamanho, possuindo variação de $0,7$ a $6,9 \text{ bar}$, sendo inferior a pressão osmótica utilizada pela osmose reversa, isso reduz o desperdício no tratamento e a necessidade de utilizar produtos químicos, conservando o equilíbrio mineral da água.

4. CONCLUSÃO

Acerca do estudo de viabilidade conforme anexo 1 e dos resultados que apresenta o sistema ultrafiltração acoplado ao sistema de OR, podem ter grande aplicabilidade no empreendimento em questão. Para se ter uma ideia, o frigorífico em estudo realiza a captação de 75m^3 de água por hora, o que é um fator de contribuição para a implementação dos sistemas, uma vez que as membranas de osmose reversa têm a capacidade de reter até íons e chega a filtrar cerca de 70% da água descartada após passar por uma ETE industrial, por isso, são recomendadas para produzir água com qualidade em processos industriais

(caldeiras, torres de resfriamento etc.); água potável (remoção de contaminantes como arsênio, metais pesados, dureza, etc) dentre outros fatores que indicam o uso no tratamento terciário a fim de eliminar patógenos e matéria orgânica, possuindo uma filtração, com uma eficiência da ordem de 99,7% para cloreto de sódio, por exemplo. Devido à sua capacidade de retenção, a osmose reversa se encaixa na classificação de “membranas densas”. Entretanto deve-se levar em consideração o volume hídrico que é consideravelmente elevado, além de apresentar ganhos econômicos, otimização do setor produtivo. Entretanto para a implementação do sistema de OR faz-se necessário a instalação do processo de ultrafiltração após o tratamento das lagoas, que servirá de base para uma filtração mais profunda da osmose. O sistema de ultrafiltração mostrou possuir alta eficiência na filtração da água, remoção de patógenos e bactérias, nutrientes, sólidos e produtos químicos utilizados durante o processo produtivo e/ou durante o tratamento de efluente industrial para estabilização do mesmo.

Ao longo dos anos as indústrias vêm acarretando elevados índices de poluentes a serem tratados, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos, e o não tratamento desses resíduos implicam em consequências prejudiciais ao meio ambiente e população. Com isso, o aprimoramento tecnológico, visa construir uma ponte ligando desenvolvimento industrial e o meio ambiente. A implantação de tecnologias alternativas e menos

poluentes, como a osmose reversa e sistema de ultrafiltração vem sendo alvo de investimento industrial permitindo a reutilização do efluente final nos processos produtivos, limpeza de equipamentos e em

outras áreas das indústrias proporcionando um mix econômico e ambiental, promovendo o marketing verde ganhado espaço de mercado e obtendo diferencial sobre a concorrência.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABIPECS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. Disponível em <http://www.abipecs.org.br>. Acesso em 06 de Maio de 2017.
- [2]. ABES. 28ª CBESA: reúso de água ganha estudo - "Reúso de Água nas Crises Hídricas e Oportunidades no Brasil". Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015. Disponível em <http://abes-dn.org.br/?p=314>. Acesso em: 02 mai. 2017.
- [3]. BRASIL, CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - Estabelece critérios gerais para reúso de água potável. Resolução nº. 54, de 28 de novembro de 2005. Publicada no DOU em 09 março 2006.
- [4]. FÉRES, J. G.; THOMAS, A.; REYNAUD, A.; SEROA DA MOTTA, R. Demanda por Água e Custo de Controle da Poluição Hídrica em Indústrias da Bacia do Rio Paraíba do Sul. In: CAMPOS, José Nilson B. (Org.). Recursos Hídricos: Prêmio Jovem Pesquisador 2005. Fortaleza: ABRH, 2005. p. 277-304
- [5]. COHIM, Eduardo; GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios. In: IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 1-16. Disponível em http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art74.pdf Acesso em: 02 mai. 2017.
- [6]. DODIĆ S.N., VUCUROVIĆ, D.C., POPOV S.D., DODIĆ J.M., RANKOVIĆ J.A. Cleaner bioprocesses for promoting zero-emission biofuels production in Vojvodina. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 14, pp. 3242-3246, 2010.
- [7]. PACHECO, J. W.; YAMANACA, H. T. Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes (bovina e suína). São Paulo : CETESB (Série P + L), 2006.
- [8]. ROÇA, R.O.; SERRANO, M.A. Operações de abate. Revista Higiene Alimentar, v.8, n 34, 1994.
- [9]. VAN BERKEL, R. Cleaner Production and Eco-efficiency initiatives in Western Australia. Journal of Cleaner Production. v. 15, pp. 741-755, 2007.
- [10]. VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. v.01. Minas Gerais: UFMG, 1996. 452 p.
- [11]. VON SPERLING, Marcos. Princípios básicos do tratamento de esgotos. v.02. Minas Gerais: UFMG, 1996. 209 p.

ANEXO 1

ESTUDO DE VIABILIDADE

PROJETO: Tratamento avançado de efluente para reaproveitamento de água.

1. ESTUDO DE VIABILIDADE

MACROLOCALIZAÇÃO - Estudo de Localização

- a) Cidade, estado, bairro: A unidade de estudo se localiza na Rodovia BR 365, KM 455 no município de Patrocínio/MG, com coordenadas geográficas Lat. 18°50'30,21" S e Long. 46°51'51,65" W;
- b) Vias de Transporte: Rodovia BR 365;
- c) Distância dos centros urbanos: O centro urbano mais próximo da indústria é o bairro São João da Serra Negra que fica a aproximadamente 4,62 km de distância;
- d) Infraestrutura de transporte urbano: A cidade possui quatro linhas de ônibus, além disso a empresa disponibiliza ônibus para transporte dos funcionários;
- e) Possibilidade de abastecimento público de água: A empresa realiza a captação de água através de dois poços de captação com o certificado direito de uso de água emitido;
- f) Possibilidade de tratamento público de esgoto: A empresa em questão realiza o tratamento de efluentes internamente;
- g) Possibilidade de fornecimento público de energia elétrica: A energia é fornecida pela CEMIG;
- h) Possibilidade de coleta e destinação de resíduos pelo sistema público: De acordo com plano de gestão integrada de resíduos sólidos (PGIRS) de Patrocínio, a prefeitura disponibiliza a coleta para resíduos domiciliares, comerciais e urbanos, enquanto os resíduos industriais, do serviço de saúde, portos e aeroportos, terminais rodoviários, agrícola- agricultura e construção civil são de responsabilidade do gerador. A empresa em questão terceiriza a sua coleta e destinação de resíduo;
- i) Mão-de-obra (qualificação): A empresa tem contribuído para o aumento da produção agroindustrial e comercial da região, com o incentivo de novos mercados consumidores e aumento da geração de empregos e renda. Na atualidade a empresa emprega mais de 1.100 funcionários diretos apenas na unidade frigorífica de Patrocínio;

2. MICROLOCALIZAÇÃO

- a) Condições físicas do terreno: Terreno plano, impermeabilizado, com supressão de vegetação, localmente a litologia compõe-se de um silteargilo arenoso de coloração variegada. Este material é considerado semipermeável, apresentando condutividade hidráulica na faixa de 10^{-6} a 10^{-4} cm/s (Fetter, 1988);
- b) Facilidade de acesso local: Local com fácil acesso, com vias de circulação interna;
- c) Características do relevo: O terreno é relativamente plano;
- a) Facilidade de insumos como água, energia, etc.: Facilidade de acesso a água, e já possui rede elétrica instalada;
- e) Facilidade de coleta de resíduos, tratamento de efluentes, etc.: Durante a instalação do projeto haverá geração de resíduos provenientes de obras;
- f) Possível incômodo à vizinhança: Durante o período de instalação do sistema terciário ocorrerá emissão de ruídos, porém o entorno do terreno da empresa é predominantemente rural não gerando incômodo à vizinhança;

2.2 VIABILIDADE AMBIENTAL

- a) Interferência em recursos hídricos: O município de Patrocínio encontra-se na área de influência da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, sendo banhado pelo ribeirão Santo Antônio e rio Dourados. A empresa interfere na captação e na disposição do efluente tratado no curso d'água e possui outorga de direito de uso das águas baseado na Lei Estadual 13199/1999, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e na Portaria IGAM nº 49/2010, que dispõe sobre o regime de Outorgas de Direitos de Uso dos Recursos Hídricos;
- b) Interferência em Áreas de preservação permanente: A unidade de estudo possui uma área de preservação permanente internamente, segundo a Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013 que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no estado de Minas Gerais. Houve intervenção antrópica na área e foram realizadas medidas compensatórias aprovadas pelo órgão ambiental (SUPRAM –TMAP);
- c) Necessidade ou não de Supressão de Vegetação: Durante a instalação do projeto não será necessário a supressão de vegetação, pois o local escolhido para instalação do mesmo não possui vegetação;
- d) O Zoneamento e o Uso e Ocupação do Solo: O empreendimento em questão, já está instalado e operando desde 1999 de forma regular seguindo as diretrizes da Lei Complementar Nº 132 de 10 de dezembro de 2014, que dispõe sobre o Zoneamento, o uso e a ocupação do solo no município de Patrocínio e dá outras providências.

Capítulo 4

AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO CENÁRIO EUROPEU

Junio Crevelaro

Tiago Goulart

Edelvan Severiano

Neusa Idick

Resumo: A evolução energética na Europa a partir da década de 80 até a primeira década do século XXI, considerando o âmbito da geração renovável dessa energia. Analisando econômica, topográfica e climaticamente, no primeiro contato com a disponibilidade de condições necessárias para desenvolver cada tipo dessas energias. Este trabalho tem como objetivo analisar os dados de geração de energia, explicar a constante ascendência de tal tecnologia, que está fortemente ligada aos pilares da sustentabilidade que indiretamente também serão abordados.

Palavras chave: Energia, Renovável, Europa, emissões, geração.

1. INTRODUÇÃO

O mundo tem passado por um constante processo de aquecimento que se acredita ser provocado, pelas emissões de gases denominados Gases de Efeito Estufa (GEE). Com a revolução industrial no século XX e o progresso das formas de geração de energia, tão necessária para o desenvolvimento tecnológico, percebeu-se que a produção e o consumo dessas energias geradas eram e ainda são o principal fator contribuinte para essas emissões.

Em meio a esse cenário evolutivo surgem as energias renováveis, capazes de continuar com a progressão tecnológica e energética do mundo e diminuir as emissões de GEE, principalmente o CO₂(dióxido de carbono)e o CH₄ (metano) oriundos da queima de combustíveis fósseis (petróleo).

Aparece então como maior mercado desse novo padrão de produção de energia, o desenvolvido mercado europeu, que busca explorar, principalmente nos últimos 20 anos, o potencial energético territorial, levando em conta suas características geográficas, como fatores climáticos e topográficos, assim como os fatores tecnológicos que se apresentam mais desenvolvidos nesse continente.

Por conta da supremacia europeia nesse ramo, o evidente crescimento dessa tecnologia e a importância ambiental que o tema aborda, decidimos analisar o desenvolvimento das energias renováveis num grupo seletivo de 28 países da união europeia que são: Bélgica, França, Alemanha, Itália, Croácia, Luxemburgo, Holanda, Dinamarca, Grã Bretanha, Irlanda, Portugal, Espanha, Grécia, Áustria, Finlândia, Suécia, República Tcheca, Estônia, Hungria, Lituânia, Polônia, Eslováquia, Eslovênia, Malta, Chipre, Bulgária e Romênia.

A análise dos dados teve como objetivo descrever todo o processo de desenvolvimento da energia renovável na Europa, assim como identificar qual fonte de energia tem sido mais explorada e apresenta um nível maior de ascensão, possibilitando assim verificar o caráter ambiental, social e econômico dessas energias, assim como estudar um possível mercado de investimento, e identificar tendência que possa se estender aos países em desenvolvimento como o Brasil, China e Índia.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Kerebel et al. (2017) o Parlamento Europeu as fontes de energia renovável (energia eólica, energia solar, energia hidroelétrica, energia dos oceanos) constituem alternativas aos combustíveis fósseis que contribuem para a redução das emissões de gases com efeito de estufa, diversificam o aprovisionamento energético e reduzem a dependência em relação a mercados de combustíveis fósseis pouco viáveis e voláteis, em particular os do petróleo e do gás. A indústria das energias renováveis na UE emprega atualmente cerca de 1,4 milhões de pessoas. A legislação da UE relativamente à promoção das energias renováveis evoluiu significativamente nos últimos anos. O futuro quadro político para o período pós-2020 está a ser debatido.

A ONUDI (Observatório de energias renováveis para a América Latina e o Caribe) (ONUDI, 2017) faz uma avaliação econômica e social da perspectiva de cada energia renovável analisada, além de expor seu caráter mitigatório, como está descrito abaixo:

A energia hidroelétrica de pequena escala pode ser importante em âmbito regional, sobretudo quando é rentável. Por outro lado, a fase de construção de grandes centrais hidroelétricas tem consequências sociais e efeitos diretos e indiretos para o meio ambiente, como o desvio de águas, alteração de ladeiras, preparação de barragens, criação de infraestrutura para a ampla força de trabalho, ou a perturbação de ecossistemas aquáticos, que incidem adversamente na saúde humana. Dentre as consequências sociais figura o deslocamento de pessoas, além de um efeito de auge e declive na economia nacional. A infraestrutura associada estimula o desenvolvimento regional e representa, além disso, benefícios adicionais à agricultura como uma barragem de água.

A energia eólica é outra grande possibilidade de energia renovável e em uma grande rede pode contribuir com aproximadamente 15-20% da produção de eletricidade anual, prescindindo de disposições especiais para armazenamento, reserva ou gestão da carga. Em um sistema público com predomínio dos combustíveis fósseis, o efeito da mitigação das tecnologias eólicas corresponde à redução do uso de combustíveis fósseis. Prevê-se que o potencial eólico em 2020 situe-se na gama de 700-1000 TWhe; Se fosse

utilizado para substituir combustíveis fósseis, sem considerar os custos, isto se traduziria em uma redução das emissões de CO₂ de 0,1-0,2 Gt C/ano. O custo médio das existências atuais de energias procedentes da energia eólica é de cerca de 10 ¢/kWh, ainda que a gama seja ampla. Os custos poderiam ser menores em grandes explorações eólicas.

Em países com um grande número de turbinas eólicas em funcionamento, as vezes se produz uma oposição da população devido a fatores como o ruído das turbinas, os efeitos visuais para a paisagem e a perturbação da vida silvestre.

A conversão direta da luz solar em eletricidade e calor pode ser conseguida através da tecnologia fotovoltaica (FV) e da energia solar térmica. A energia FV já é competitiva como fonte de energia independente afastada das redes de serviços públicos elétricos. No entanto, não é competitiva na maioria das aplicações de conexão à rede. Ainda que os custos de capital modulares tenham diminuído muito nos últimos anos, os custos de capital do sistema são de 7.000-10.000 \$/kW; (2.400 kWh/m²/ano) (WIND IN POWER, 2015). No entanto, espera-se que os custos dos sistemas FV melhorem consideravelmente através da pesquisa e das economias de escala. Em razão de sua modularidade, a tecnologia FV pode reduzir os custos através da experimentação e da inovação tecnológica. Ainda que os dispositivos FV não contaminem no funcionamento normal, em alguns sistemas é preciso utilizar materiais tóxicos, de modo que podem existir riscos nas fases de fabricação, uso e eliminação.

Em caso de que se conquiste totalmente este potencial, independentemente dos custos, a redução de CO₂ poderá ser de 0,3-0,4 GtC anuais. O custo de mitigação com relação a uma geração de eletricidade a base de carvão de 5 ¢/kWh se situaria na gama de 130-170 \$/t C evitada; em comparação com a eletricidade a base de gás com custos semelhantes, essa gama seria de 270-350 \$/t C evitada. Nestes custos se consideram aspectos do sistema energético, como necessidades de armazenamento ou vantagens de substituir eletricidade mais onerosa em períodos carregados, nos quais a produção FV guarda uma breve relação com a demanda máxima de eletricidade (EUROSTAT, 2017).

Os sistemas elétricos de energia solar térmica podem atender a longo prazo a uma parte considerável das necessidades mundiais de eletricidade e energia, com esta tecnologia, gera-se calor a altas temperaturas, de modo que é possível realizar uma eficiência de conversão de aproximadamente 30% (KEREBEL; STOERRING; HORL, 2017). Existem várias emissões associadas à energia geotérmica, dentre as quais estão presentes CO₂, sulfeto de hidrogênio e mercúrio. As tecnologias avançadas são de circuito fechado e suas emissões, muito baixas. Estima-se que de 2020 a 2025 o potencial de energia geotérmica será de 4 EJ. As reservas de rocha profunda quente seca e outras não hidrotérmicas oferecem novos recursos de abastecimento. Apesar de sua importância para a economia global, as possibilidades de redução de carbono são escassas.

Ainda que a energia total do fluxo das marés, das ondas, dos gradientes térmicos e da salinidade dos oceanos mundiais seja grande, é provável que nos próximos 100 anos somente uma pequena parte seja explorada, e é possível estimular-se a mudança tecnológica, pois cada um deles oferece um incentivo contínuo para a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias de redução das emissões a fim de evitar o imposto. Por outro lado, as compras de quotas de redução das emissões são incertas. Esta situação se inverte no caso das quotas de emissão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Observou-se que no panorama mundial da evolução das energias renováveis, que o continente europeu se destaca na produção desse tipo de geração de energia alternativa, sendo escolhido assim como um objeto de estudo mais eficaz e diversificado para a análise dos dados.

Por efeito da dificuldade de uma coleta de dados direta, que precisaria incluir viagens a região europeia, foi realizada uma coleta voltada para os dados disponibilizados pela comissão europeia de energia, além de outros sites que auxiliaram no embasamento teórico e até mesmo prático, o que possibilitou que esse artigo fosse feito.

A análise propriamente dita foi pautada numa tendência natural, onde se observa que uma evolução do setor energético é extremamente necessária para atender o crescimento tecnológico e populacional, fatores que

aumentam potencialmente a demanda por energia, principalmente em países com alto nível de desenvolvimento.

Instrumentos como o software Minitab 16 e Action foram utilizados com o auxílio do

computador para a confecção dos gráficos que possibilitaram a realização de uma análise mais visual e precisa dos dados adquiridos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

4.1.1 DADOS QUALITATIVOS

Figura 1 – Geração de energia hidroelétrica

Figura 2 – Geração de energia eólica

Figura 3 – Geração de energia solar

Figura 4 – Geração de energia maremotriz

Figura 5 – Geração de energia renovável

4.2 ANÁLISE DE REGRESSÃO

Com objetivo de descrever ao longo do tempo a produção de energia na Europa utilizando de modelo de regressão, temos:

Figura 6 – Regressão da energia renovável

Analisando a tendência do gráfico, percebemos uma tendência linear que mostra a possibilidade de crescimento em um futuro

próximo, além disso, o gráfico tem um ótimo R^2 , igual a 98%.

Figura 7 – Regressão da energia hidroelétrica

Analisando a tendência do gráfico, percebemos uma tendência linear, além disso o gráfico tem um ótimo R^2 , igual a 98%.

Figura 8 – Regressão da energia eólica

Analisando a tendência do gráfico, percebemos uma tendência linear, além disso o gráfico tem um ótimo R^2 , igual a 99%.

Figura 9 – Regressão da energia fotovoltaica

Analisando a tendência do gráfico, percebemos uma tendência cúbica, além disso o gráfico tem um ótimo R^2 , igual a 99 %.

Analisando a tendência do gráfico, percebemos uma tendência quíntica, além disso o gráfico tem um ótimo R^2 , igual a 92 %.

Figura 10 – Regressão da energia maremotriz

Baseando-se na análise direta dos gráficos apresentados nas Figuras 6 a 10 e nas informações somadas sobre o continente europeu e sua desenvoltura econômica nos últimos anos, pode-se observar com segurança que a tendência do desenvolvimento das energias renováveis é de um crescimento gradual e constante, atendendo a demanda energética do continente que seguirá essa mesma tendência evolutiva, porém com algumas ressalvas na individualidade de cada energia apresentada:

Energia Hidroelétrica: É uma responsável direta pela variação do gráfico de energia total. Representa grande potencial energético assim como um considerável e determinante potencial econômico.

Energias eólica, solar: Após a assinatura do Protocolo de Kyoto e principalmente a ECO 92 o mundo começa a se preocupar de forma mais efetiva com as questões ambientais e como consequência passa a investir mais em energias alternativas e de origem limpa. Esse fato promove uma desenvoltura maior desses tipos de energia durante a primeira década do século XXI, que seguem uma tendência natural que é a de crescimento gradual e constante de seu potencial produtivo.

Energias maremotriz: Essa energia é a que apresenta maior oscilação em seu nível de produção, além de também sofrer o reflexo da variação econômica, é relativamente nova e pouco explorada em comparação com as outras anteriormente citadas.

A energia vinda das marés depende muito de fatores climáticos que proporcionem uma melhor captação dessa energia, podendo não ter relação direta, em curto prazo, com os investimentos feitos na mesma.

Uma análise feita nos gráficos, que a energia eólica é a que apresenta o maior crescimento, ao longo de 20 anos a eletricidade gerada por essa energia cresceu cerca de 186 vezes, ocorrência que pode ser explicada em parte porque a energia eólica pode produzir 12% da demanda energética mundial e evitar a emissão de 10 bilhões de toneladas de CO₂ em 12 anos, de acordo com o relatório o poder do vento (European Statistics, 2015), elaborado em parceria pelo Conselho Global de Energia Eólica (GWEC, na sigla em inglês) e Greenpeace. Com o grande potencial elétrico da energia eólica elevando sua importância econômica e sua capacidade de redução de emissões serem tão contundentes, observa-se que qualquer país que possua as condições climáticas minimamente necessárias deveria investir nesse tipo de energia considerada infinita.

4.2.1 PROJEÇÃO COMPARATIVA PARA O ANO DE 2040

Para se realizar projeções mais longínquas no referencial de tempo, e partindo desse ponto, desenvolver teorias econômicas que se adequem de forma mais aproximada à realidade, é necessário que haja fatores de coerência relacionados com as questões puramente matemáticas, como análise de fatores climatológicos e geológicos,

comportamento populacional, momento e perspectiva econômica regional, entre outros. Para efeito de estudo, avaliamos alguns desses fatores mais profundamente e outros foram levados em consideração de forma menos abrangente, porém não deixaram de ser analisados.

Na projeção que se seguirá, algumas energias foram preferidas para análise, mais uma vez considerando pontos de maior importância para uma avaliação mais ampla e significativa, como por exemplo: maior avanço em produtividade e expansão, maior facilidade de disseminação por todo o continente, melhor utilidade como comparativo entre as energias e a alteração no padrão de uso das mesmas, entre outros pontos estudados para a análise. Foram estudadas com mais ênfase as energias oriundas das seguintes fontes: Biomassa e resíduos renováveis, Geotérmica, Solar, Eólica e Produtos de petróleo ou derivados de

petróleo (Biomass and waste renewables, Geothermic, Solar, Wind and Petroleum products).

No quadro disposto a seguir estão apresentadas as fórmulas que possibilitaram através dos fatores já discutidos e que posteriormente serão mais amplamente detalhados, encontrar valores matemáticos para o desenvolvimento de geração de energia através das fontes pesquisadas, essas fórmulas podem diferir das encontradas anteriormente nesse mesmo estudo, já que as fórmulas antes demonstradas, além de fazerem uma projeção de mais curto prazo, estão voltadas para uma perspectiva puramente matemática onde tudo o que de fato importava era o quão bom se mostrava o coeficiente de determinação (R^2) calculado junto à fórmula, já que o mesmo representa a medida de ajustamento para o modelo encontrado.

Quadro 1 – fórmulas de projeção matemática

Fórmulas de projeção utilizadas		
Geotérmica	$f(x) = 0,1444x - 284,26$	$R^2 = 0,941$
Solar	$f(x) = 12954 \cdot \ln(x) - 98507$	$R^2 = 0,967$
Derivados do petróleo	$f(x) = -7,5842x + 15345$	$R^2 = 0,913$
Biomassa	$f(x) = 10046 \cdot \ln(x) - 76309$	$R^2 = 0,876$
Eólica	$f(x) = 14330 \cdot \ln(x) - 108881$	$R^2 = 0,845$

Ao analisar as energias de forma separada, e levando em consideração a diversidade de tópicos a serem considerados para a escolha dos melhores modelos matemáticos de projeção para o ano escolhido de 2040, percebemos, à primeira vista, que alguns modelos estão matematicamente ajustados de forma satisfatória enquanto outros não obedecem muito bem às aproximações, acarretando em um distanciamento do coeficiente de determinação de sua medida perfeita, que seria $R^2 = 1$. Porém, como já foi anteriormente previsto, não estamos interessados apenas na eficiência linear das projeções, o que nos faz dobrar a atenção para uma gama maior de influenciadores matemáticos.

A energia que deriva da fonte geotérmica apresenta um fator linear que não se alterou bruscamente na análise até 2040, o que permitiu que usássemos a mesma função para encontrar seu respectivo potencial de

geração elétrica para esse período, dentre as energias renováveis analisadas nessa etapa do estudo a geotérmica apresenta um número relativamente baixo, tanto em geração atual, quanto futura, mesmo tendo conseguido se desenvolver consideravelmente em questão percentual como veremos mais tarde, isso se dá por dois principais motivos, primeiro por sua disposição no território europeu, esse continente não é o mais propício para a evolução desse tipo de energia se comparado a outros, mesmo que atualmente tenhamos alguns projetos em desenvolvimento com essa fonte em especial ela ainda sim se apresentará como uma fonte pouco utilizada, e o segundo motivo está ligado à não exploração e desenvolvimento de tecnologias voltadas para essa área de uma forma totalitária, alguns países como Suíça e Alemanha podem fazer a Europa parecer um continente líder nesse tipo de geração de energia, porém é uma geração pontual que

de forma a compreender o cenário europeu por completo, não agrega muito.

Outra energia que se destaca por seu coeficiente de determinação é a solar. Anteriormente havíamos visto que a função dessa energia se comportava como uma equação de quarto grau, porém, considerando uma análise para o ano de 2040 percebemos que esse comportamento da curva disposta se distanciaria muito da realidade, já que por mais que a energia tenha condições de evoluir e aumentar a capacidade da matriz energética, ainda se comportará de forma logarítmica quando forem considerados os fatores que limitam seu crescimento, como por exemplo períodos de crises financeiras. O setor de energias renováveis, mesmo se mostrando uma solução econômica e mais sustentável, ainda sofre um processo de frenagem evolutiva a cada vez que países precisam passar por tempos de recessão e a energia solar não é uma exceção.

Com um certo destaque em nosso estudo, devido ao ganho ambiental que isso proporciona, está a queda linear dos produtos derivados do petróleo. Depois de dominar o

cenário energético por muito tempo, há uma tendência natural de substituição gradual dessa fonte de energia, até que sua contribuição na matriz energética seja zero. Acredita-se que o setor automobilístico seja o último a abandonar o uso do petróleo como gerador principal de energia, porém a Europa ainda se mostra a frente de outros continentes, primeiro pelo fato de ter apenas a Rússia como produtor de petróleo na lista dos dez maiores do mundo e depois por ser um continente pioneiro na utilização de formas híbridas de gerar energia para transporte.

É intuitivo que a demanda energética tenda a crescer ano após ano, levando isso em consideração, depois de termos estipulado as tendências de ocupação dessas energias de origem renovável na matriz energética, podemos fazer uma análise numérica estipulando o quanto cada energia produzirá, em TWh (Terawatt-hora), para o ano de 2040, facilitando assim uma análise correlata de possibilidades de investimentos nessas áreas, assim como crescimento populacional e avanço tecnológico, fatores que até o atual momento se relacionam com o crescimento da demanda de energia global.

Quadro 2 – Projeção de crescimento

Crescimento previsto para 2040		
	2015	2040
Geotérmica	6,7	10,32
Solar	51,88	211,61
Derivados do petróleo	62,8	0
Biomassa	129,7	267,7
Eólica	147	323,7

Observando o quadro 2, pode-se concluir um massivo avanço e ocupação da matriz energética europeia por parte das fontes consideradas limpas, o que segundo a previsão feita, acarretaria em uma diminuição

gradual do espaço preenchido por fontes petrolíferas, chegando a tornar os derivados dessas fontes quase que inutilizáveis para a geração de energia.

Figura 10 – gráfico comparativo numérico entre os anos de 2015 e 2040

As fontes de energia oriundas da biomassa e dos ventos (eólica) exercem um papel importante na mudança de panorama energético, atualmente já representam boa produtividade e o cenário futuro apresenta um crescimento ainda maior dessas energias. Como todas as outras, além de possuir impactos como produção de alguns gases

(Biomassa) e ruídos e poluição visual (Eólica), e alguns outros intervenientes como a necessidade de aprimoramento tecnológico e a construção e ocupação de grandes espaços (parques eólicos), revelam uma relação favorável ao analisar-se o fator de custo benefício.

Figura 11 – Gráfico comparativo percentual entre os anos de 2015 e 2040

Socialmente, pode-se pensar em fatores que levariam à alguns países uma maior irredutibilidade no que diz respeito à substituição das fontes de energias oriundas do petróleo por fontes renováveis. Um dos fatores mais discutidos a esse respeito é sem dúvida, os trabalhadores que exercem sua função em, por exemplo, indústrias de mineração de carvão, e que perderiam seus empregos na desativação do uso dessa fonte como energia primária. Além disso, a mudança de um padrão de desenvolvimento energético para o outro é dispendiosa e onerosa em muitos sentidos. Partindo desses pontos negativos, podemos abrir uma

discussão mais ampla. No que diz respeito ao aumento da taxa de desemprego, deve-se pensar em uma escala macro, onde a inserção de novas tecnologias também é uma inserção de novos mercados de trabalho, logo, os empregos que forem, em tese, perdidos com a substituição das fontes fósseis, também serão substituídos pelos empregos gerados através das energias renováveis. Já do ponto de vista econômico, deve-se pensar no quanto seu país ainda pode se desenvolver com tecnologias retrógradas que por tendência mundial irão encarecer e ficar sem valor de mercado dentro de poucos anos.

Figura 12 – gráfico do percentual de energia renovável utilizada na matriz

Fonte: Eurostat 2018

As energias renováveis demonstram um avanço nos três pilares que representam a sustentabilidade. E a importância dada pelos principais países da UE para o crescimento sustentável pode ser evidenciada em objetivos que foram traçados, tanto para redução das emissões, que é a consequência, quanto para a implantação de novas tecnologias consideradas limpas no processo de geração de energia, que é a causa.

Levando em consideração que o padrão de consumo necessitava de uma mudança, a União Europeia participa das duas fases do Protocolo de Kyoto, antes e depois de ratificado, a primeira (essencialmente para os países industrializados) que prevê uma redução de 5% nos níveis de emissão até o ano de 2012, tendo como referência o ano de 1990 e a segunda que prevê uma redução de 18% nesses níveis até o ano de 2020. Como podemos acompanhar no gráfico da figura 12, que demonstra o percentual bruto de energia renovável na matriz energética, vemos claramente que alguns países conseguiram já em 2016 alcançar seus objetivos previstos para 2020, enquanto outros países ainda mantêm uma distância razoável para alcançar tal feito. A França é um destaque negativo,

precisando chegar ao objetivo de 23%, ainda em 2016 encontra-se com o percentual de 16%, e com maior taxa de crescimento anual chegando a apenas 0,9%, o que nesse ritmo, impossibilitaria tal país a alcançar o objetivo traçado. Em contrapartida, como destaque positivo, aparece a Suécia, com o objetivo traçado para o ano de 2020 de 49%, já em 2016 esse país alcançou o percentual de 53,8, o que apesar de não ter demonstrado alterações substanciais de 2015 para 2016, já atingiu e superou o objetivo traçado, logo a tendência é que ao chegar no ano de 2020 tal meta será concretizada com êxito.

A UE como um todo não apresenta situação muito distante da apresentada pela França, o que pode despertar um cenário pessimista para a redução de emissões de gases do efeito estufa proposto pelo protocolo. No ano de 2016 a UE apresentou um índice de 17% e como já é conhecido, a mesma traçou o objetivo de 20% de participação da energia renovável em sua matriz energética. Tal objetivo é fundamental para o objetivo traçado no protocolo, já que a mudança da fonte de energia utilizada é justamente para a produção de uma energia que, além de outros benefícios, reduza a emissão de GEE.

Figura 13 – gráfico do percentual de energia renovável utilizada no transporte

Fonte: Eurostat 2018

Como antes citado, o setor de transportes, além de apresentar uma alta representatividade no que tange as emissões de gases, ainda sofre uma certa dificuldade na mudança de paradigma que circunda os combustíveis fósseis. A evolução tecnológica nesse setor precisa a todo momento convencer a população de que a eficiência que os automóveis que utilizam a gasolina e o diesel por exemplo, pode ser alcançada ou até mesmo superada por biocombustíveis e outras fontes como a elétrica.

Ao analisar a figura 13, é possível observar com clareza que há uma dificuldade maior em alcançar o objetivo proposto para esse setor, enquanto que no gráfico da figura 12 podemos ver 11 países já dentro do percentual esperado para 2020, no gráfico da figura 13 observamos apenas 2 (Suécia e Áustria) para uma meta de 10%, que se comparado aos 30% alcançados pela Suécia é um objetivo bastante tangível.

As projeções para o ano de 2040 passam por essa importante análise geral dos objetivos traçados para um período mais curto que é o período de 2020. Diversos setores precisam sofrer alterações significativas por toda a Europa, mas de uma forma mais ampla e

holística, devemos inserir a evolução das energias em cada um desses campos e aprimorar cada vez mais os setores que se mostram a frente na escala de desenvolvimento. Alguns países em destaque podem oferecer uma espécie de modelo, tanto da parte positiva, quanto da parte negativa, onde representam modelos a não ser seguidos.

Cruzando os dados coletados pelo estudo aqui feito com as projeções para o ano de 2040, abre-se um leque de outras possibilidades de estudo, projeções de redução de emissões podem ser feitas, assim como a porcentagem que o setor de transporte representa para essa redução e ainda qual será sua porcentagem (considerando que haverá uma queda do uso de combustíveis fósseis) quando o último ano da projeção matemática chegar.

5. CONCLUSÃO

Com isso fica claro que a matriz energética europeia e mundial continuará recebendo aumentos percentuais de geração de energia elétrica oriunda dos enormes cata-ventos que ainda serão instalados, fator que contribui não

só para a questão econômica, mas porque não, principalmente para a questão ambiental. Fica evidente também que a energia eólica já se transformou num mercado sólido e ascendente podendo gerar ganhos futuros

não só aos países que já desenvolvem com eficiência tal energia, como também os países que ainda buscam desenvolvê-la com maior eficácia, como é o caso do Brasil.

REFERÊNCIAS

[1]. EUROPEAN COMMISSION. Country Factsheets p.169, 2012.

[2]. EUROPEAN COMMISSION. http://ec.europa.eu/energy/observatory/countries/countries_en.html acesso em: Agosto 2017

[3]. EUROSTAT. <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> acesso em: Julho 2017

[4]. EUROSTAT. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/methodology/annual> acesso em: Julho 2017

[5]. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2017. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_glossary.shtml acesso em: Agosto 2017

[6]. IRENA. The International Renewable Energy Agency. p. 12-56, 2015.

[7]. ONUDI. Observatório de energias renováveis para a América Latina e o Caribe, 2017. <http://www.renenergyobservatory.org/br/aplicativos/relatorios-tecnicos.html> acesso em: Agosto 2017

[8]. KEREBEL, C.; STOERRING, D.; HORL, S. Fichas técnicas sobre a União Europeia, 2017 disponível em :http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/pt/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.7.4.html acesso em: Julho 2017

[9]. WIND IN POWER. 2015 European Statistics. p.3-14, 2015.

Capítulo 5

ASPECTOS GERAIS DA GESTÃO AMBIENTAL NOS SETORES PÚBLICO E PRIVADO

Lúcia Helena de Oliveira Leão Teixeira

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Iago Lucas de Oliveira Leão Teixeira

Resumo: A visão da expansão urbana nas grandes cidades e os consequentes problemas ambientais desencadeados vem acarretando preocupações de ordem mundial e estudos pertinentes. O objetivo do presente trabalho foi estudar aspectos inerentes da Gestão Ambiental Pública e da Gestão Ambiental Privada. Assim, o artigo vem expor aspectos das duas esferas de Gestão Ambiental. Nesse contexto, o artigo vem a princípio conceituar sucintamente a Gestão Ambiental no sentido global. Descreve posteriormente sobre a Gestão Ambiental no Setor Público, particularmente mostrando a estrutura da Gestão Ambiental do município de Manaus, AM. Em seguida, relata aspectos importantes da Gestão Ambiental Privada. A pesquisa está embasada na metodologia científica em estudo bibliográfico, ressaltando aspectos importantes, por meio de obras, artigos científicos e sites públicos específicos da área. Destarte, considera-se que os objetivos foram alcançados na medida em que são apresentados aspectos relevantes da Gestão Ambiental nas duas esferas no decorrer do estudo, suas comparações e congruências, no sentido da promoção de ações para a sustentabilidade e qualidade do meio ambiente. Pondera-se que, atualmente a Gestão Ambiental dirige-se numa abordagem para a redução de impactos negativos ambientais, de recuperação da natureza e manutenção da saúde do meio ambiente, com a integração de todas as áreas de atuação, educação ambiental e participação social de todos.

Palavras chave: Gestão Ambiental, Setor Público, Setor Privado.

1. INTRODUÇÃO

A gestão ambiental é uma multiplicidade de ações concernentes ao meio ambiente, como diretrizes e atos administrativos e operacionais com a finalidade de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente a fim de minimizar ou evitar os malefícios causados pelas ações humanas (BARBIERI, 2010). A gestão ambiental inclui além da gestão pública, os programas desenvolvidos pelas empresas e instituições privadas a fim de administrar suas atividades dentro dos modernos princípios de proteção do meio ambiente de forma compartilhada (SEIFFERT, 2010).

O objetivo desse trabalho é destacar os aspectos da Gestão Ambiental Pública e da Gestão Ambiental Privada. A pesquisa está fundamentada no estudo bibliográfico, por meio da revisão de obras especializadas, artigos científicos e publicações por meio digital. Entende-se por pesquisa bibliográfica a revisão da literatura sobre as principais teorias que orientam o trabalho científico. Essa revisão é o arrolamento bibliográfico ou revisão bibliográfica, a qual pode ser consolidada em livros, periódicos, artigo de jornais, sites da Internet entre outras fontes (PIZZANI; SILVA; BELLO e HAYASHI, 2012).

Na concepção da necessidade da visão holística no campo de um desenvolvimento sustentável ou cultura para a sustentabilidade, corrobora-se com Motta (2006) e Barbieri (2010) para o uso consciencioso do ambiente sem agravos do solo, da água e do ar, para que não se afete as gerações futuras. Pondera-se o equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico e a preservação ambiental para a qualidade de vida.

As reflexões sobre gestão ambiental nos remetem no decorrer do estudo, à compreensão da aplicação de recursos e da produção de forma consciente, visando uma cultura de sustentabilidade na aceção da ação totalizadora, ou seja, em todos os setores no sentido global do planeta. Compreende-se que para isso buscam-se mudanças em todos os setores da sociedade e na relação que a humanidade tem com o ambiente.

2. GESTÃO AMBIENTAL NO SETOR PÚBLICO

Gestão Ambiental Pública é a ação do Poder Público de acordo uma política ambiental que por sua vez é um conjugado de objetivos, diretrizes e instrumentos de ação produzidos pelo poder público de forma a produzir efeitos desejados sobre o meio ambiente. Variados instrumentos de políticas públicas surgem diante a diversidade de questões elaboradas a partir da participação efetiva dos Estados nacionais (BARBIERI, 2010).

O Poder Público, em especial o Municipal, está cada vez mais às voltas com uma cidadania exigente em termos de qualidade de vida, conhecendo e exigindo seus direitos incorporados à Constituição. Os setores que formam a sociedade poderão tornar-se o eixo que sustenta a política ambiental. Percebem-se, deste modo, medidas básicas para melhorar as condições ambientais por meio de tomadas de decisão importantes no setor público (DIAS, 2011).

2.1 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Com relação à estrutura da organização em gestão ambiental na esfera pública, esse trabalho trata de aspectos gerais mais relevantes da administração pública no Município, com destaque a cidade de Manaus (AM).

A Prefeitura Municipal de Manaus, por meio de sua página divulgada por meio digital, informa que a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) foi fundada em 1979. Lembra que a mesma funcionava na sede da Secretaria Municipal de Limpeza Pública, à qual era subordinada. Em 1989, foi implantada decididamente a Secretaria de defesa do Meio Ambiente (SEDEMA) por força do decreto que instituiu a Lei Municipal no. 2.021, de 12 de julho. Ressalta que, com a Lei Municipal no. 175, de 10 de março de 1993, a mesma teve sua estrutura e nomenclatura alteradas e passando a denominar-se SEDEMA, órgão esse vinculado ao Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, com a finalidade de formular e executar a Política Municipal de Meio Ambiente, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Lei no. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e alterações posteriores, que estabelecem a política Nacional do Meio Ambiente. Declara que, em 2005, passou a se chamar Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) e que a partir de 2009, teve a nomenclatura

modificada para Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS).

Nesse, contexto, mediante meio eletrônico, a Prefeitura de Manaus posiciona que compete à Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) elaborar e executar a Política Municipal de desenvolvimento e Meio Ambiente de Manaus em consenso com as diretrizes estabelecidas pela política nacional de desenvolvimento econômico, científico, tecnológico e de meio ambiente junto a seus departamentos: Diretorias, Divisões, Gerência, FMDMA (Fundo Municipal para o Desenvolvimento e Meio Ambiente) e COMDEMA (Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente).

Com relação ao FMDMA, A SEMMAS informa que, esse fundo foi instituído em 11 de novembro de 1993, por meio da Lei 219, vincula-se à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade, é de natureza contábil e tem por finalidade criar condições financeiras e coordenar os recursos designados ao desenvolvimento das ações e serviços relativos ao meio ambiente como um todo, visando à melhoria da qualidade de vida da população do município de Manaus. É a Lei 605, de 24 de julho de 2001, que estabelece que o FMDMA é financiador total ou parcial de programa ou projeto desenvolvidos pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente ou por ela conveniados.

Equipe da SEMMAS: Secretaria e Departamentos

I - Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente.

II - Fundo Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente

III - Assessoria Jurídica

IV - Assessoria de Comunicação

1. Diretoria de Administração e Finanças

a) Divisão de Planejamento e Projetos

b) Divisão de Orçamento e Finanças

c) Divisão de Gestão de Pessoas

d) Divisão de Logística

e) Divisão de Tecnologia da Informação

2. Diretoria Técnico-Operacional

a) Departamento de Fiscalização Ambiental

b) Departamento de Licenciamento e Monitoramento

c) Departamento de Gestão Territorial e Ambiental

d) Departamento de Áreas Protegidas

e) Departamento de Arborização e Paisagismo

2.2 LEGISLAÇÃO

No que se refere às leis, na concepção de Dias (2011, p.81), “as Constituições Federal (1988), Estaduais (1989) e as Leis Orgânicas Municipais (1990) introduziram inovações importantes na legislação relativa ao Meio Ambiente”.

A SEMMAS, na legislação da Gestão Ambiental no Município de Manaus, destaca:

- Código Ambiental do Município de Manaus

- Lei Pró-Águas

- Lei No. 1.451, de 20 de abril de 2010: Dispõem sobre a obrigação dos fabricantes e fornecedores de computadores em receber em suas representações, filiais ou matrizes, para reciclagem, computadores obsoletos descartados pelos consumidores, e dá outras providências (dom no. 2420, 22/04/2010, pág.2)

-Lei No. 1.358, de 09 de julho de 2009: estabelece a obrigatoriedade de comprovação da procedência legal da madeira que é utilizada em móveis e instalações fornecidas ao Poder Público, incluindo a administração indireta e dá outras providências. (dom No. 2246, 15/07/2009,pág.1)

-Lei No. 948, de 10 de março de 2006: estabelece normas para a identificação, catalogação e preservação de nascentes de água no Município de Manaus.

-Resolução – COMDEMA 090-2006: Corte e Poda de Árvore

-Resolução – COMDEMA 008-2010: Telefonia Celular

-Resolução – COMDEMA 51-2011: Mineração

-Resolução – COMDEMA 360-2006: Intervenção em Áreas de Preservação Permanente

A Prefeitura Municipal de Manaus explicita que o Conselho Municipal de

Desenvolvimento e Meio Ambiente (COMDEMA) é o fórum volvido para as discussões e deliberações de processos envolvendo questões ambientais da cidade de Manaus.

De acordo o site da Secretaria do Meio Ambiente e Sustentabilidade da Prefeitura de Manaus, o Conselho Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente (COMDEMA) é formado por representantes de órgãos municipais, estaduais e federais e instituições da sociedade civil. Tem como principais atribuições cooperar com a formulação de políticas ambientais e de desenvolvimento científico, analisar e julgar processos referentes a licenciamento e infrações ambientais, como última instância administrativa para recursos, aprovar plano

de ação ambiental da SEMMAS, analisar propostas de projetos de lei de relevância ambiental de iniciativa do Executivo e propor criação de unidades de conservação.

O projeto que integra as comunidades com as áreas verdes da cidade de Manaus, exemplo mostrado mediante a Figura 01 a Figura 02, foi construído a partir de prévio mapeamento e diagnóstico socioambiental realizado pela SEMMAS, junto aos moradores de loteamentos habitacionais com projetos aprovados na Prefeitura de Manaus. Em publicação na página da SEMMAS, a ideia é fazer com que os moradores adotem o protagonismo na conservação do espaço revitalizado, em conformidade a legislação e a finalidade de promover a recuperação ambiental de trechos degradados.

Figura 1 - Antes da revitalização

Fonte: extraído de <http://semmas.manaus.am.gov.br/areas-protegidas/>

Figura 02 - Depois da revitalização

Fonte: Extraído de <http://semmas.manaus.am.gov.br/areas-protegidas/>

Pode-se apreciar que o COMDEMA, mediante ainda informações da SEMMAS, que o mesmo é formado por 21 componentes e que em

2014, o conselho voltou a ter representantes de instituições da sociedade civil na sua formação, em especial associações

comunitárias e comunidade técnico-científica sujeita ao regime de direito privado. Nesse sentido, salienta a existência dos conselhos que se fundamenta no artigo 20 da Resolução 237/97 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Ainda nesse contexto, é informado no meio digital, que o COMDEMA foi responsável pela elaboração e aprovação de resoluções importantes como a que trata de regras para a construção e manutenção de estações de tratamento de efluentes e o lançamento destes no meio ambiente, a criação do Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade de Manaus e a que torna zonas sensíveis de ruídos locais como postos de combustíveis, terminais de ônibus e o interior de veículos de transporte coletivo.

O COMDEMA é composto por instituições divididas em Câmaras Técnicas. 1ª.) Arborização (Semulsp, Ibero Brasileira de Estudos e Cooperação (Ibec), Seminf e Associação Caboclos Ribeirinhos – Acra, Recursos Naturais (Ibama, Fieam, Sems, Seminf e Semulsp): 2ª.) Unidades de Conservação (Semed, Federação Comunitária do Estado do Amazonas – Fecoam e Acra) e 3ª.) Ambiente Sociocultural (Semulsp, Câmara

Municipal, Seminf, Implurb e Semed), Procuradoria Geral do Município, o Ministério Público do Estado, o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (Crea), Universidade Federal do Amazonas (Ufam) e Instituto Federal do Amazonas (Ifam) e a ONU Nação Mestiça responsáveis por avaliar impactos ambientais de empreendimentos, crimes de poluição sonora, processos de licenciamento, enfim todas as questões relacionadas ao funcionamento da cidade.

O Programa de Arborização da Prefeitura de Manaus, o Arboriza Manaus, de acordo a página da SEMMAS, constitui-se numa política municipal de arborização urbana que tem por objetivo dotar o município das condições necessárias para realizar operações de plantio de mudas de espécies nativas e exóticas em áreas públicas tais como canteiros centrais, passeios públicos, praças, parques, áreas verdes, entre outros, englobando as seis zonas da cidade, sendo o plantio feito dentro dos padrões estabelecidos pelo Plano Diretor de Arborização Urbana de Manaus, mostrado na Figura 03 e 04.

Figura 03 - Plantio de mudas em praça pública

Fonte: Extraído de <http://semmas.manaus.am.gov.br/arborizacao/>

Figura 04 - Arborização em canteiro central

Fonte: Extraído de <http://semmas.manaus.am.gov.br/arborizacao/>

2.3 INFORMAÇÃO E CONTROLE

No que concerne a sistemas de informação e controle, a Subchefia para Assuntos Jurídicos da Casa Civil da Presidência da República torna público que a Lei no. 12.527, decretada pelo Congresso Nacional e sancionada pela Presidência da República em 18 de novembro de 2011, tem o objetivo de regulamentar o direito constitucional e acesso dos cidadãos às informações públicas e seus dispositivos são aplicáveis aos três Poderes da União, Estados, Distrito Federal e Municípios. A Controladoria Geral da União (Brasil) considera que o Serviço de Informações ao Cidadão (SIC) é a unidade física existente em todos os órgãos e entidades do poder público, em local identificado e de fácil acesso, para atender o cidadão que deseja solicitar o acesso à informação pública. Informa, também, que os SICs têm como objetivos:

- Atender e orientar o público quanto ao acesso a informações
- Conceder o acesso imediato à informação disponível
- Informar sobre a tramitação de documentos nas suas respectivas unidades
- Protocolizar documentos e requerimentos de acesso a informações

Diante esses fundamentos, a Prefeitura Municipal de Manaus, esclarece que por sua vez coloca em funcionamento o Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental (LIAM), que torna autossuficiente e mais ágil a gestão do licenciamento ambiental municipal. A medida dá cumprimento ao que prevê a Lei complementar 140, sancionada pela

Presidência da República, no dia 8 de dezembro de 2011, regulamentando as atribuições da União, Estados e Municípios na proteção do meio ambiente. Ressalta, ainda, que esse sistema municipalizado de licenciamento dota Manaus da autonomia e competência administrativa para gestão dos seus recursos naturais e o controle dos impactos ambientais.

A SEMMAS, por meio de divulgação digital, lembra também que a gestão ambiental do município passa por um conjunto de ações integradas, que envolvem arborização, fiscalização e combate a crimes ambientais, rigor no monitoramento e controle sobre a aprovação de empreendimentos, educação ambiental e uma política internacional visando à participação nas discussões mundiais de mudanças climáticas. No que pertence à educação, divulga que a Divisão de Educação Ambiental da SEMMAS desenvolve suas atividades pautadas na educação ambiental não formal. Atua por meios de programas, projetos e campanhas direcionados para aspectos bem determinados da realidade social e ambiental. Usa meios multivariados, tem a função de informar e formar. Atua sobre e com as comunidades, desenvolvendo ações de práticas educativas e campanhas de prevenção à saúde e qualidade de vida.

A cidade de Manaus dispõe do IPAAM e da SEMMA e no campo federal do IBAMA, pelo controle ambiental, como o licenciamento, a fiscalização e o monitoramento ambiental, para que a legislação ambiental seja cumprida (LIMA, O., 2015).

Nesse sentido, Barata *et al*.(2006) consideram que o setor público deveriam ser sempre os

pioneiros a tomar a iniciativa de implantar um sistema eficiente de gestão ambiental. Salienta que aos fatores sociais, preservação do ambiente e à saúde precisam ser somados os resultados em busca da otimização na aplicação dos recursos públicos. Lima (2012) corrobora que a política ambiental adequada é de fundamental relevância aos municípios, pois, caso contrário ele será reflexo de problemas ambientais.

3. GESTÃO AMBIENTAL NO SETOR PRIVADO

Os problemas ambientais são o resultado de interferências no ecossistema, de forma a alterá-lo, desequilibrando o que a natureza desenvolveu durante a evolução daquele sistema. Em um sistema sustentável, o que se consome do ambiente é reposto imediatamente, para que não se falte a seguir. Nesse sentido, a gestão ambiental privada, é parte integrante do sistema ambiental global e tem como escopo a proteção ambiental, prevenção da poluição e proteção a saúde, através de política e objetivos que obedeçam a leis e informações dos impactos ambientais, de forma a atender as necessidades da sociedade e das partes interessadas (FLORIANO, 2007).

A respeito do desenvolvimento sustentável teorias foram reavaliadas e discussões em vários fóruns ocorreram, resultando em propostas em torno desse tema. Uma dessas teorias foi a Agenda 21. Essa proposta cita um plano de ação para estacionar a deterioração do ambiente nas áreas de: atmosfera, terra, agricultura, florestas, biotecnologia, climas, resíduos etc. Devem ser considerados os esforços em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (SEIFFER, 2010).

3.1 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Seiffer (2010) compreende que as instituições privadas devam estabelecer uma estrutura de gestão ambiental organizada, desde a alta administração aos menores setores, coerente com os propósitos de uma política ambiental vinculada as necessidades primordiais, que possa ser estudada, planejada, implantada, controlada, avaliada, corrigida e reavaliada constantemente para a melhoria contínua do meio ambiente e os resultados divulgados. Uma estrutura de gestão ambiental privada que atenda essas necessidades, pode conter modelos adaptados ou modificados para a

implantação desse sistema de gestão, desde que sejam coerentes com as normas. Conforme orienta a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), elas podem decidir utilizar um sistema coerente com a série ISO 9000 para sistema de qualidade, como base para o seu sistema de gestão ambiental.

Um dos resultados do processo de discussões em torno dos problemas ambientais e de como promover o desenvolvimento econômico frente a essa questão foi o surgimento das normas ISO 1400. Essas normas são oriundas de fóruns e discussões relacionadas ao meio ambiente e seus problemas, como forma de resolvê-los (SEIFFET, 2010).

3.2 LEGISLAÇÃO

A respeito da legislação específica, a gestão ambiental privada está vinculada a normas ambientais elaboradas pelas instituições públicas como as prefeituras, governos estaduais e federais, que fixam os limites aceitos de poluentes, de que modo os resíduos serão descartados, proibições de agentes tóxicos, utilização da água e esgoto etc. Essas normas legais são referências obrigatórias para as empresas que pretendem implantar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) (DIAS, 2011).

3.3 INFORMAÇÃO E CONTROLE

No que se referem às informações na gestão ambiental do setor privado, Barbieri (2010) apresenta, como exemplo, uma série de fontes para determinar aspectos e impactos ambientais, que incluem documentos gerais como catálogos e relatórios anuais; manuais de operação; fluxogramas de processos ou planos de qualidade; relatório de auditorias, avaliações prévias ou do ciclo de vida; informação de outros sistemas de gestão; dados de relatórios técnicos; estudos publicados; códigos de práticas; especificações de produtos; inventário de resíduos; monitoramento; licenças e outros.

Barbieri (2010) faz referência ao processo de controle, quando relata o monitoramento e medição como atividade, com base em informações coletadas a fim de alcançar as metas. Para ele essa fase encerra um ciclo de atividades do SGA, que se inicia com a identificação dos aspectos ambientais significativos. Considera-se a base para as

atividades de correção e ajustes conforme os ideais da gestão ambiental para a melhoria continuada.

4. DISCUSSÃO

Comparando os aspectos gerais da Gestão Ambiental Pública e Gestão Ambiental Privada, pode-se deduzir que alguns instrumentos utilizados são comuns às duas. Com relação à Gestão Ambiental Pública a proteção ambiental tem importante destaque, enquanto na Gestão Ambiental Privada se destaca o planejamento e a melhoria contínua, a partir de um diagnóstico presente (FLORIANO, 2007). Entende-se que as duas gestões ambientais se relacionam em um determinado aspecto, na medida em que buscam os mesmos interesses que é a segurança do uso adequado dos recursos. Pode parecer, também, num primeiro momento que são totalmente diferentes, mas a gestão ambiental é exercitada tanto no setor público quanto no setor privado, no contexto em que as duas incluem as políticas, o planejamento e gerenciamento ambiental, caracterizando assim uma congruência.

No entanto, entende-se que enquanto a Gestão Ambiental do Setor Público ajusta conflitos da sociedade nas ações a respeito do meio ambiente, os melhoramentos na sociedade e como eles são controlados, muitas vezes pelas resoluções da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), por outro lado a Gestão Ambiental do Setor Privado é parte integrante deste sistema global num processo de equilíbrio em prol da proteção ambiental, prevenção da poluição e outros, norteados particularmente pelas normas da ISO 14000. Na visão de Steiffert (2010) a Gestão Ambiental não é algo novo, é algo que foi amadurecendo ao longo dos anos pela contribuição de diversas áreas do conhecimento, particularmente engenharias, ciências biológicas, administração, geologia e geografia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia do estudo em questão permitiu destacar os aspectos gerais da Gestão Ambiental, tanto no setor Público como no setor Privado, no que se refere às estruturas

organizacionais, legislação específica e os sistemas de informação e controle dos setores pesquisados. Nesse sentido, considera-se que o objetivo da pesquisa foi alcançado. Esse trabalho foi embasado em livros, artigos científicos e publicações sistematizadas de órgãos públicos. Possibilitou assim, através dos textos estudados uma reflexão concernente ao tema proposto. No contexto geral, entendeu-se a relevância das questões pertinentes às ações humanas e atividades da Gestão Ambiental de forma global e, conseqüente, as características principais dos dois setores, tanto na esfera pública como na esfera privada.

Aprecia-se, portanto, a importância das atividades dos dois setores para a preservação da saúde e qualidade de vida e a importância dos menores setores da sociedade para a eficácia de um plano a nível universal, no que se refere à administração e manutenção das políticas ambientais, seja no município ou na empresa, ou mesmo nos domicílios e escolas que compõe a comunidade e outros que se pretendem concretizar as propostas e os programas ambientais.

Por fim, intui-se uma multidisciplinaridade entre as áreas de pesquisas no sentido de ações materializadas e concretas para o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, pondera-se a necessidade de maiores pesquisas em gestão ambiental nas diferentes áreas e as interações entre as mesmas no sentido de maximizar as ações e atividades para a manutenção, melhoria ou preservação do meio ambiente mediante as ações efetivas e recursos sustentáveis. É importante ressaltar que esse estudo não é conclusivo e não esgota o assunto, ficando a disposição para demais pesquisas que apontem para a consciência da preservação ambiental e a diminuição dos impactos negativos na natureza, visando a qualidade do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABNT. NBR ISO 14001: *Sistemas de gestão ambiental. Especificação e diretrizes*, 1996, p.2
- [2]. BARATA, M. *et al. A Gestão Ambiental no Setor Público: uma questão de relevância Social e Econômica*. Rio de Janeiro: Fiocruz. Escola Nacional de Saúde Pública, 2006.
- [3]. BARBIERI, José Carlos. *Gestão Ambiental Empresarial*. São Paulo: Saraiva 2010.
- [4]. BRASIL – MINISTÉRIO DA DEFESA. *SIC - Serviço de Informações ao Cidadão*. Disponível em <http://www.defesa.gov.br/servico-de-informacoes-ao-cidadao>. Acesso em 16.09.2017, às 23: 00 hs
- [5]. BRASIL. *Lei nº 12.527 de 18 de novembro de 2011*. Decretada pelo Congresso Nacional. Dispõe sobre o Direito do Cidadão às informações públicas e seus dispositivos. Disponível em <http://www.acessoainformacao.gov.br/acessoainformacao.gov/acesso-informacao-brasil/index.asp>. Acesso em 17.09.2017, às 22.10h.
- [6]. DIAS, Reinaldo. *Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade*. São Paulo: Atlas, 2011.
- [7]. FLORIANO, Eduardo Pagel. *Políticas de Gestão Ambiental*. Santa Maria: UFSM –DCF, 2007
- [8]. LIMA, Amanda. *Caracterização de Gestão Ambiental no Município de Betim – MG*. RBGA – Pombal - PB, v.6, n.1, p.13-27, 2012.
- [9]. LIMA, Orlando; SANTIAGO, Sandro; TABOADA, Carlos M. *Cumprimento da legislação ambiental na cidade de Manaus: licenciamento ambiental*. MAXX 21, Conferência Científica do Meio Ambiente, 2015. Disponível em <https://www.itegam.org.br/pegasus/imagens_site/arquivos/2016/01/cumprimento-da-legislacao-ambiental-na-cidade-de-manaus-licenciamento-ambiental.pdf> Acesso em 29.09.2017, as 21:00.
- [10]. MANAUS, *Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS)*. Prefeitura Municipal. Estrutura Operacional, Legislação e Sistema de Informação.
- [11]. MOTTA, Ronaldo Seroa. *Economia Ambiental*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
- [12]. PIZZANI; SILVA; BELLO e HAYASHI. *A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento* Rev. Dig. Bibl. Ci. Inf., Campinas, v.10, n.1, p.53-66, jul./dez. 2012 – ISSN 1678-765X
- [13]. SEIFFERT, B.E. Mari, *ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação Objetiva e Econômica*, São Paulo: Atlas, 2010.
- [14]. SEIFFERT, B.E. Mari. *Gestão Ambiental: Instrumentos, Esferas de Ação e Educação Ambiental*. São Paulo: Atlas, 2010.

Capítulo 6

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: ESTUDO EXPERIMENTAL DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE OPERAÇÃO SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO

Henrique de Lacerda Tinoco

Larissa Krambeck

Luis Vitório Gulineli Fachini

Romeu Miqueias Szmoski

Thiago Antonini Alves

Resumo: O aumento da demanda energética concomitantemente com a queda da oferta de combustíveis convencionais e a ampliação dos cuidados com a preservação do meio ambiente estão estimulando a comunidade científica a pesquisar e desenvolver fontes alternativas de energia menos poluentes, renováveis e que produzam pouco impacto ambiental. Uma forma de energia renovável que se destacou na área da sustentabilidade é a energia solar, devido a aspectos ambientais, sociais e de abundância. Apesar de se obter eletricidade diretamente da incidência solar em um sistema fotovoltaico, aproximadamente 80% a 90% da energia incidente é convertida em calor. Esse calor resulta no aumento da temperatura de operação das células do painel solar fotovoltaico, provocando um decréscimo de 0,45% no rendimento do painel para cada grau *Celsius* [°C] acrescentado a partir das condições padrões de teste: 25 °C, 1 kW/m² e 1,5 kg de ar. No presente trabalho foi apresentado um estudo experimental da influência da temperatura de operação na eficiência energética de um painel solar fotovoltaico.

Palavras chave: Painel solar fotovoltaico, Energia solar, Sustentabilidade, Eficiência Energética, Experimental.

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que o consumo mundial de energia cresça em mais de 30% até 2035 considerando todos os setores que necessitam de energia, como industrial, agrícola, médico, de transporte e doméstico (Statistical BP, 2016). Esse aumento da demanda energética concomitantemente com a queda da oferta de combustíveis convencionais e a ampliação dos cuidados com a preservação do meio ambiente estão estimulando a comunidade científica a pesquisar e desenvolver fontes alternativas de energia menos poluentes, renováveis e que produzam pouco impacto ambiental (Pereira *et al.*, 2017).

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2017), o Brasil se manteve entre os países com mais elevada utilização de recursos renováveis. Segundo projeções do Plano Nacional de Energia 2030, o país deverá elevar de 43,5% para 47% a utilização de fontes renováveis em sua matriz energética.

Uma forma de energia renovável que se destaca na área da sustentabilidade mundialmente é a energia solar, devido a aspectos ambientais, sociais e de abundância. Se tornando uma das alternativas energéticas mais promissoras para os desafios deste milênio. Em 2014, a energia solar totalizou aproximadamente 30% da nova capacidade energética de fontes renováveis mundial (IEA, 2015).

O Brasil é um dos maiores países do mundo em extensão territorial e, de acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar, devido à sua posição geográfica – localizado na sua maior parte na região intertropical – apresenta uma grande taxa de irradiação solar, possuindo assim, um grande potencial de aproveitamento energético proveniente da energia solar durante todo o ano (Santo, 2017). A intensidade dos raios solares

depende da latitude geográfica da área em questão e da estação do ano (inclinação do eixo da terra). A Figura 1 apresenta a média de irradiação solar global no território brasileiro, ou seja, a energia radiante incidente acumulada em um intervalo de tempo.

O aproveitamento do recurso energético solar consiste na conversão da energia emitida pelo Sol em energia térmica ou diretamente em energia elétrica (processo fotovoltaico) (Pereira *et al.*, 2017). O sistema térmico converte energia solar em calor enquanto que o sistema fotovoltaico transforma a irradiação solar em eletricidade (Hosseini *et al.*, 2011). O custo de implantação de sistemas solares ainda é elevado, porém este investimento vem se tornando mais viável nos últimos anos devido ao aumento dos custos dos combustíveis fósseis e a evolução da tecnologia solar.

Como mencionado anteriormente, os sistemas fotovoltaicos convertem a incidência de raios solares na superfície de silício em energia elétrica. Elétrons são excitados gerando uma diferença de potencial no painel solar através do efeito fotovoltaico. Entre 2010 e 2016, a capacidade instalada global por sistemas fotovoltaicos cresceu em média 40% contra 16% da eólica e aproximadamente 3% da hídrica (REN21, 2017).

O Relatório Mundial da Situação das Energias Renováveis de 2017 desenvolvido pela REN 21 apresenta o importante papel que os painéis solares fotovoltaicos têm desempenhado na geração de eletricidade em determinados países. Eles estão se tornando competitivos com o desenvolvimento de tecnologias com custos reduzidos frente a outras formas de geração de energia elétrica. A Figura 2 apresenta os dez países com as maiores capacidades de geração de eletricidade por painéis solares fotovoltaicos até 2015 e as capacidades adicionadas em 2016.

Figura 1 – Total diário da Irradiação solar global horizontal no Brasil, média anual.

Fonte: Pereira *et al.* (2017)

Figura 2 – Capacidade instalada de geração fotovoltaica até 2015 e adicionada em 2016.

Fonte: Adaptada de REN21 (2017)

Apesar de se obter eletricidade diretamente da incidência solar em um sistema fotovoltaico, aproximadamente 80% a 90% da energia incidente é convertida em calor. Esse calor resulta no aumento da temperatura de operação das células do painel solar fotovoltaico, provocando um decréscimo de 0,45% no rendimento do painel para cada grau *Celsius* [°C] acrescentado a partir das condições padrões de teste: 25 °C, 1 kW/m² e 1,5 kg de ar (Ruther, 2004).

A queda no rendimento do painel solar fotovoltaico ocorre devido à redução

significativa da tensão produzida com o aumento da temperatura de operação, ao mesmo tempo que sua corrente sofre uma pequena elevação, porém quase desprezível, que não compensa a perda ocasionada pela diminuição da tensão, reduzindo a potência produzida pelo sistema. A Figura 3 apresenta uma curva característica da corrente *versus* tensão ocasionada pelo aumento da temperatura de operação em um painel solar fotovoltaico (Casaro & Martins, 2008).

Figura 3 – Curva característica corrente *versus* tensão de um painel solar fotovoltaico devido a variação da temperatura de operação.

Fonte: Pinho & Galdino (2014).

No presente trabalho foi apresentado um estudo experimental da influência da temperatura de operação na eficiência energética de um painel solar fotovoltaico.

2. METODOLOGIA

O aparato experimental utilizado durante os testes experimentais foi dividido em duas

seções: uma externa e uma interna. A seção externa, exposta a irradiação solar, foi composta por um painel solar fotovoltaico *Siemens*TM SM46 de células monocristalinas, um piranômetro *Kipp & Zonen*TM e uma bancada de perfil de alumínio estrutural com regulagem de inclinação, como apresentado na Figura 4. As principais características do painel solar fotovoltaico utilizado são apresentadas na Tabela 1.

Figura 4 – Aparato experimental externo.

Tabela 1 – Características do painel solar fotovoltaico *Siemens*TM SM46

Parâmetro	Painel Solar Fotovoltaico
Potência [W]	46
Tensão em circuito aberto [V]	18
Corrente em curto circuito [A]	3,35
Tipo de Célula Solar	Silício Monocristalino
Temperatura Nominal de Operação [°C]	45 ± 2
Coeficiente de Temperatura da Tensão em circuito aberto [%/°C]	(– 0,34 ± 0.01)
Coeficiente de Temperatura da corrente em curto circuito [%/°C]	(0.04 ± 0.01)
Temperatura de Operação [°C]	– 40 a 85

Fonte: Siemens (2018).

A Figura 5 mostra o aparato experimental utilizado internamente, que foi composto por um sistema de aquisição de dados *Agilent*TM 34970A com um multiplexador *Agilent*TM

34901A de 20 canais e um *laptop Dell*TM, de forma que os equipamentos eletroeletrônicos ficaram protegidos das intempéries climáticas.

Figura 5 – Aparato experimental interno

Para avaliação do comportamento térmico do painel solar fotovoltaico foram utilizados três termopares *Omega Engineering*TM do Tipo K. Um sensor de temperatura foi fixado na superfície superior do painel solar e um na superfície inferior, além de um termopar que realizou a avaliação da temperatura ambiente. O painel solar fotovoltaico foi testado experimentalmente em uma inclinação de 25° (latitude da cidade de Ponta Grossa/PR: 25° 05' 42" Sul).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentam o comportamento experimental de um painel solar fotovoltaico *Siemens*TM de 46W. O teste experimental foi executado durante 8 horas, de forma a verificar o rendimento energético do sistema

sob diferentes condições de irradiação solar e temperatura de operação. Os dados foram registrados a cada 30 segundos pelo sistema de aquisição de dados e gravados no microcomputador através do *software Agilent*TM *Benchlink Data Logger 3*. Posteriormente, os dados foram tratados para avaliação do comportamento dos parâmetros envolvidos.

O comportamento da irradiação solar, G , em função do tempo de exposição, t , é apresentado na Figura 7. Devido ao aparecimento de nuvens durante a coleta dos dados, ocorreram quedas bruscas da irradiação solar detectadas pelo sensor piranômetro. O comportamento da temperatura de operação no painel solar fotovoltaico e a temperatura ambiente, $T_{ambiente}$, são ilustrados na Figura 8.

Conforme pode ser observado, nas Figuras 7 e 8 o comportamento da irradiação solar está diretamente ligado com o acréscimo e o decréscimo da temperatura do painel solar fotovoltaico. Os picos de irradiação solar observados na Figura 8 são refletidos na Figura 7, com um pequeno atraso devido a condutividade térmica do material do painel solar fotovoltaico.

A curva característica normalizada do painel solar fotovoltaico é mostrada na Figura 9. É possível observar que a corrente (i) de curto circuito aumenta com a temperatura de operação, porém, ocorre o inverso com tensão (V) de carga máxima, que está de acordo com o *datasheet* do painel solar fotovoltaico apresentado pelo fabricante (Siemens, 2018).

F

A Figura 10 ilustra a variação da potência (P) gerada em função da tensão para os mesmos valores de temperatura de operação exibido na Figura 9. Nota-se que a potência máxima gerada tende a diminuir com o aumento da temperatura de operação, indicando uma perda de eficiência do sistema, a qual pode ser obtida por:

$$\eta = P_{\max} \frac{100}{AG}, \quad (1)$$

sendo que, η é a eficiência energética [%], $P_{\max}$ é a potência máxima gerada em uma determinada temperatura de operação [W], A é a área do painel solar fotovoltaico [m²] e G é a irradiação solar [W/m²].

Para evidenciar a influência da temperatura de operação sobre a eficiência energética do sistema, a potência máxima gerada ao longo do dia e sua respectiva temperatura de operação foram identificados. A Figura 11 mostra um decréscimo da eficiência energética, obtida a partir da Eq. (1), com o aumento da temperatura de operação. O ajuste linear indica uma queda do rendimento em 0,41% a cada grau *Celsius* [°C] de aumento da temperatura de operação. Desta

forma, um sistema de resfriamento para o painel solar fotovoltaico pode reduzir sua temperatura de operação, fazendo com que sua eficiência energética melhore, aumentando a produção de energia elétrica a partir da energia solar, ou até mesmo, a utilização de um sistema híbrido para dissipar a energia térmica do painel solar fotovoltaico e ao mesmo tempo aquecer água para uso doméstico.

Figura 11 – Eficiência normalizada pelo painel solar fotovoltaico *versus* temperatura

4. CONCLUSÕES

No presente trabalho foi realizado um estudo experimental da influência da temperatura de operação na quantidade de energia elétrica produzida por um painel solar fotovoltaico, com o intuito de compreender a importância

do controle térmico deste painel. Foi comprovado que a potência gerada está ligada diretamente à temperatura de operação do painel solar fotovoltaico. Com o aumento da irradiação solar, a energia produzida se eleva, porém com o acréscimo

da temperatura de operação do painel solar fotovoltaico, a potência produzida reduz gradativamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são externados ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico (CNPq), à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UTFPR (PROPPG), à Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação (DIRPPG), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM) e ao Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)/Câmpus Ponta Grossa.

REFERÊNCIAS

- [1]. CASARO, M. M.; MARTINS, D. C. Modelo De Arranjo Fotovoltaico Destinado A Análises Em Eletrônica De Potência Via Simulação. *Eletrônica de Potência*, Vol. 13, n. 3, p.141-146, 3 ago. 2008.
- [2]. HOSSEINI, R., HOSSEINI, N., KHORASANIZADEH, H., *An experimental study of combining a photovoltaic system with a heating system*. World Renewable Energy Congress, Sweden, 2011.
- [3]. IEA. *Energy and Climate Change – World Energy Outlook Special Report*. Paris: OECD/IEA, 2015.
- [4]. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Balanço Energético Nacional 2017- BEN*. Rio de Janeiro: EPE, 2017.
- [5]. PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V. & SOUZA, J. G. *Atlas Brasileiro de Energia Solar*, 2 ed., São José dos Campos, 2017.
- [6]. PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. *Manual De Engenharia Para Sistemas Fotovoltaicos*. CEPEL/CRESESB, 2014.
- [7]. PINTO, M. A. *Utilização De Painéis Solares Fotovoltaicos No Segmento Residencial*. Universidade Estadual Paulista, 2015.
- [8]. REN21. *Renewables 2015 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat, 2017.
- [9]. RÜTHER, R. *Edifícios Solares Fotovoltaicos: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligada à Rede Elétrica Pública do Brasil*. UFSC/LabSolar, 2004.
- [10]. SANTO, M.E. *Análise experimental de diferentes configurações de termossifões para aplicação em coletor solar*. Dissertação de Mestrado (Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.
- [11]. STATISTICAL BP. *Energy W. Product GD, Parity PP*. BP Energy Outlook, 2016.
- [12]. SIEMENS SOLAR INDUSTRIES (Alemanha) (Org.). *Solar module SM46*. Disponível em: <www.siemens.co.uk/sm46.html>. Acesso em: 22 de março de 2018.

Capítulo 7

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE WRC STOAT NA SIMULAÇÃO DE SISTEMA DE LODO ATIVADO COMO INOVAÇÃO DE PROCESSO NO TRATAMENTO DE EFLUENTES

Thiago Augusto de Moraes

Rafael Montanhini Soares de Oliveira

Tanatiana Ferreira Guelbert

Resumo: O crescimento populacional tem contribuído para uma maior carga de efluentes domésticos que são gerados todos os dias. Estes efluentes podem causar impactos significativos ao meio ambiente se não tratados e manejados de forma adequada. Há Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), no Brasil e no mundo, que utilizam sistemas de lodos ativados para tratar tais efluentes, porém, sem o devido monitoramento e controle, tais tratamentos podem não ser satisfatórios. Assim, esta pesquisa, de caráter aplicado e exploratório, objetivou avaliar a possibilidade de aplicação do programa WRc STOAT como uma ferramenta inovadora no monitoramento e planejamento de uma ETE com sistema de lodo ativado. Para tanto, foram necessários dados de uma ETE em funcionamento para calibrar o software e realizar a simulação para posterior comparação do resultado e avaliação deste. Os resultados referentes à remoção da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) foram satisfatórios muito próximos da realidade, principalmente após a estabilização do sistema de tratamento simulado. Contudo, a calibração do programa simulador deve ser minuciosa e outros parâmetros avaliados apresentaram resultados estatisticamente diferentes dos reais. Dessa forma, apresenta-se grande potencial de utilização das ferramentas computacionais para otimização das ETEs, sendo necessários testes mais aprofundados.

Palavras chave: WRc STOAT, Tratamento de Efluentes, Modelagem Dinâmica, Lodos Ativados.

1. INTRODUÇÃO

O progresso tecnológico é importante para o desenvolvimento de uma população, pois por meio do aumento da produtividade e competitividade das empresas, eleva a qualidade de vida da região em geral. Para se atingir sucesso na inovação tecnológica, alguns fatores devem ser levados em conta, como um bom ambiente de trabalho no qual a criatividade é incentivada e parcerias com outras empresas e universidades (BARANANO, 2005).

Esse progresso está intrinsecamente ligado ao processo de geração de ideias, embora a inovação consista em colocar estas em uso. As ideias, em geral, podem apresentar elevados custos de concepção e, muitas vezes, não possuem exclusividade, de forma que estas devem ser registradas e patenteadas conforme as regulações necessárias para assegurar as vantagens de seu produto inovador (FONSECA, 2001).

A inovação possui diversas vertentes e, ao longo das últimas décadas, surge a necessidade de inovar nos métodos de preservação ambiental. A expansão urbana e as atividades industriais crescentes impactam negativamente sobre o meio ambiente, em particular, no processo de descarte de efluentes em corpos hídricos.

O esgoto sanitário é uma fonte poluidora do ambiente. Por conta disso, o seu tratamento antes da disposição final é essencial para garantir boas condições sanitárias e promover a saúde de uma população. Há estações de tratamento de esgoto (ETE) sanitário no Brasil e no mundo que tem como base o processo de reatores anaeróbios e lagoas. Porém, sem o devido controle e monitoramento, uma ETE pode não tratar os efluentes de maneira satisfatória (DEBIASE, 2012).

Neste cenário há necessidade de um controle maior dos sistemas de reatores para melhor entendê-los e para manter a qualidade do efluente, atendendo aos padrões previstos em legislação, promovendo a operação e construção de estações mais eficientes. A partir dessa necessidade iniciaram-se os estudos de inovação de processos como modelagem dinâmica destes sistemas de tratamento de esgotos.

A modelação dinâmica apresenta benefícios ambientais e econômicos, haja vista que esse processo pode ser utilizado para estudar as possibilidades de tratamento e os resultados

obtidos em diferentes situações por meio de um programa computacional, conferindo assim, benefícios econômicos e ambientais às ETEs (NELSON; SIDHU, 2009).

Portanto, este artigo objetivou avaliar a modelagem de uma ETE utilizando o programa WRC STOAT visando inovação e evolução nos processos de monitoramento das ETEs servindo de apoio a tomadas de decisão futuras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INOVAÇÃO DE PROCESSOS

De acordo com o Manual de Oslo (1997), a inovação de processos é definida como a ação de colocar em prática um método novo de produção/distribuição ou melhorias significantes nos processos, sendo incluídas nestas mudanças: técnicas, equipamentos e/ou programas computacionais. Estes processos são o conjunto de atividades desenvolvidas nas operações internas de uma organização e, nesta esfera, a inovação pressupõe o reprojeto de seus processos objetivando maior qualidade e/ou eficiência em um produto ou serviço (BACHMAN; DESTEFANI, 2008).

As inovações de processo abrangem métodos novos ou melhorados para a execução de serviços, como é o caso deste artigo. Estas mudanças podem ser nos equipamentos ou nos softwares utilizados, ou ainda a implementação de um software em um processo, sendo estes orientados para a melhoria da eficiência e/ou qualidade de uma atividade que é desenvolvida (MANUAL DE OSLO, 1997).

Conforme argumentado por Balzani (2008), as organizações desenvolvem processos para todas as atividades. O autor destaca a importância de se diferenciar dos concorrentes valendo-se da inovação, pois assim ganha-se mais flexibilidade, qualidade e diminui o tempo de produção, de forma a acarretar em otimização de seu sistema. No caso de ETEs, os maiores beneficiados são a sociedade em geral e o meio ambiente ao resultado de um tratamento de efluentes mais satisfatório e menos dispendioso.

Para se obter uma inovação mais eficiente em seus processos, as organizações devem priorizar aqueles que representam maior importância frente ao resultado final do produto ou serviço. Para todas as atividades

produtivas, são desenvolvidos processos e focar em inovar todos pode ser custoso e não impactar significativamente no resultado. Assim, deve-se dar ênfase nas atividades produtivas que mais agregam valor (BALZANI, 2008).

2.2 TRATAMENTOS DE ESGOTO E SISTEMAS CONVENCIONAIS DE LODOS ATIVADOS

Segundo Jordão e Pessoa (2005), os sistemas de tratamento de esgoto encaminham os efluentes para corpos d'água receptores, os quais não devem sofrer alterações nos parâmetros de qualidade fixados para aquela região de lançamento. Esse tratamento é realizado através de sistemas diferenciados, que podem ser classificados, nos seguintes níveis: preliminar, primário, secundário e terciário.

Utilizado mundialmente em tratamento de esgotos domésticos e industriais, o sistema de lodos ativados é um tratamento secundário que trabalha com uma elevada quantidade de efluente e reduzidas áreas, incluindo um maior índice de mecanização no tratamento, quando comparado com os demais sistemas (SPERLING, 1997).

De acordo com Piveli (2007) o processo de lodo ativado é um tratamento aeróbio, com retenção de biomassa através da recirculação do lodo e com crescimento em suspensão da massa líquida. Os sólidos presentes no tratamento são mantidos em suspensão por meio da aeração do sistema, onde a formação de flocos nos tanques de aeração é o resultado da interação entre microrganismos e matéria orgânica.

A etapa biológica do sistema é composta por tanque de aeração, decantador secundário e recirculação do lodo. No tanque de aeração ocorrem as reações bioquímicas de remoção de matéria orgânica, enquanto no decantador secundário ocorre a sedimentação dos sólidos (biomassa). Os sólidos no fundo deste decantador são recirculados para o tanque de aeração, aumentando a concentração de biomassa, o que eleva a eficiência do sistema (SPERLING, 1997).

2.3 MODELAGEM DINÂMICA DE SISTEMAS DE LODOS ATIVADOS

A modelagem computacional surgiu como um instrumento de planejamento e avaliação na década de 1970 para sistemas de drenagem urbanos. A partir de então, a simulação

dinâmica passou a ser desenvolvida para outros fins, como para processos de tratamento de esgotos que ocorrem em uma estação, possibilidade que até então, era inexplorada.

Tendo isso em vista, em 1982, a *International Association Water Quality* (IAWQ) promoveu estudos referentes à modelação matemática de sistemas biológicos de tratamento de efluentes, com o objetivo de estabelecer um modelo matemático simples, mas capaz de apresentar uma simulação realista do sistema de lodos ativados (LA MOTTA *et. al*, 2007). Dessa forma, foi apresentado em 1987 o *Activated Sludge Model* N.1 (ASM1), descrito como uma grande inovação na época e ainda hoje considerado como tal.

Essa modelagem dinâmica tem por objetivo a análise de desempenho de processo das ETEs, tais como a descrição de possíveis problemas e o controle das operações. Ela também pode ser utilizada no dimensionamento de uma estação, utilizando expressões empíricas ou semi-empíricas e métodos tradicionais (FERREIRA, 2006).

Quando o modelo surgiu, o processo biológico de degradação da matéria orgânica já era utilizado em algumas ETEs, mas não totalmente compreendido. Portanto, o modelo foi sendo aperfeiçoado ao longo do tempo e até mesmo resultando na criação de novos modelos como o ASM2 e ASM3, embora o primeiro seja mais comumente utilizado no mundo, constituindo um padrão internacional (NELSON;SIDHU, 2009). O modelo ASM1 não considera remoção biológica de fósforo e é utilizado como base para a elaboração de modelos mais complexos.

Assim, os modelos ASM tem sido incluídos nos programas comerciais de simulação de tratamento de efluentes, sendo cada vez mais utilizados. Alguns dos que se destacam são: AQUASIM, ASSIM, BioWin, STOAT, SIMBA e outros. Este artigo utiliza o STOAT (*Sewage Treatment Optimization and Analysis over Time*), desenvolvido pela companhia WRc (*Water Research Center*), que é um software aceito na comunidade acadêmica por seus resultados e disponível de forma gratuita.

Com o STOAT é possível simular o tratamento de efluentes utilizando diversos processos, incluindo o de lodos ativados. Ainda, o programa pode ser aplicado para efetuar análises de sensibilidade e rotinas de calibração e otimização, além de possibilidades de dimensionamento de

estações inteiras (POMBO, 2010). Tais práticas possibilitam aumentar a eficiência dos processos e reduzir custos de operação, ocasionando uma inovação na forma de como o processo de tratamento de efluentes é conduzido no Brasil.

3. METODOLOGIA

O presente estudo possui natureza aplicada e abordagem quantitativa. A pesquisa aplicada tem por objetivo solucionar problemas específicos por meio de conhecimentos produzidos e possíveis de aplicações práticas. Já o caráter quantitativo traduz em números as informações obtidas, de modo a classificá-las e também analisá-las, utilizando, geralmente, técnicas de estatística (SILVA; MENEZES, 2005).

Adicionalmente, esta pesquisa se enquadra como exploratória conforme os objetivos a serem alcançados e também como Experimental, do ponto de vista dos procedimentos técnicos. De acordo com Gil (1991), as pesquisas exploratórias possuem como objetivo estudar e familiarizar-se com um problema e construir hipóteses para um resultado e melhor compreensão sobre o mesmo. Em geral, inclui-se pesquisas bibliográficas e estudos de caso. Já a classificação de pesquisa experimental se dá porque esta seleciona o foco do estudo, no caso a simulação do tratamento de efluentes, e observa-se os efeitos das variáveis no experimento, como foi feito utilizando o software.

Para o desenvolvimento deste estudo foram necessários dados de monitoramento de um

sistema de tratamento de efluentes por meio de lodos ativados para estudo de caso visando a remoção da DBO total e um computador com o software WRc STOAT 5.0 instalado.

O programa WRc STOAT pode ser obtido gratuitamente no site <<http://www.wrcplc.co.uk/ps-stoat>> por meio de um cadastro e liberação para download e instalação. Já os dados de monitoramento do sistema de lodos ativados foram utilizados a partir da dissertação intitulada “Análise Comparativa entre o Processo de Lodo Ativado e o Reator de Biofilme de Leito Móvel na Remoção de Nitrogênio de Esgoto Sanitário”, com autoria de Fábio Yugo Fujii, publicada em 2011 pela Universidade de São Paulo.

Esta dissertação se mostrou adequada por apresentar os dados necessários para serem utilizados no software e ser desenvolvida em uma estação real de lodos ativados para fins de comparação com os resultados obtidos pela simulação no programa computacional.

3.1 AJUSTES PRELIMINARES E ELABORAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO

O esquema de tratamento utilizado foi conforme o utilizado na dissertação de Fujii com lodo ativado convencional, na sua fase 1, sendo composto de efluente doméstico, tanque de lodo ativado com aeração, decantador secundário e recirculação de lodo do decantador para o tanque de aeração, de forma que a interface do programa se mostrou conforme a figura 1.

Figura 1: Interface do WRc STOAT de acordo com o sistema de tratamento escolhido

Embora o sistema de tratamento estudado por Fujii possua um decantador primário, este não foi utilizado no presente estudo pois o efluente líquido caracterizado era afluente diretamente ao tratamento biológico (tanque de lodos ativados).

3.2 PARAMETRIZAÇÃO DO EFLUENTE INICIAL DO SISTEMA

O sistema de lodos ativados convencionais proposto por Fujii em sua dissertação foi

reproduzido virtualmente no programa computacional. Os parâmetros utilizados para a caracterização do efluente inicial foram utilizados da fase 1 do autor de acordo com a Tabela 1.

Os demais parâmetros foram mantidos como padrão do WRc STOAT.

Tabela 1 - Dados de calibração do efluente inicial

Parâmetros	Valores
Vazão	0,068 m³/h
Temperatura	18 °C
pH	7,5
DBO	217,1 mg/L
DQO	474,5 mg/L
Sólidos voláteis	105 mg/L
Sólidos não voláteis	15 mg/L
Amônia	61,3 mg/L
Oxigênio Dissolvido	2,5 mg/L

3.3 DIMENSIONAMENTO E PARAMETRIZAÇÃO DO TANQUE DE LODO ATIVADO

O tanque de lodo ativado com aeração foi composto de dois estágios: uma câmara anóxica e um tanque aerado, de forma que o modelo escolhido para a simulação foi o ASAL1A, que é focado na remoção da DBO total e leva em consideração a redução tanto de fósforo quanto de nitrogênio do efluente

final. O volume total deste tanque foi de 0,74 m³, com um reciclo do estágio 2 (aerado) para o estágio 1 (anóxico), sem o descarte de lodo.

A seguir, calibrou-se as condições iniciais do tanque de aeração de acordo com as características do efluente utilizando o valor de oxigênio dissolvido e fosfato igual a zero no estágio anaeróbico. Tal fato pode ser melhor visualizado na Figura 2:

Figura 2: Dados iniciais de funcionamento no tanque de lodo ativado.

	Stage1	Stage2
1 Soluble BOD (mg/l):	217.10	217.10
2 Ammonia (mg/l):	61.30	61.30
3 Nitrate (mg/l):	0.00	0.00
4 Soluble phosphate (mg/l):	0.00	5.00
5 Dissolved oxygen (mg/l):	0.00	2.50
6 MLSS (mg/l):	3000.00	3000.00
7 Viable autotrophs (mg/l):	1.00	1.00
8 Non-viable autotrophs (mg/l):	0.00	0.00
9 Viable heterotrophs (mg/l):	100.00	100.00
10 Non-viable heterotrophs (mg/l):	0.00	0.00
11 Particulate BOD (mg/l):	0.00	0.00
12 Biomass P (mg/l):	0.00	0.00

3.4 DIMENSIONAMENTO E PARAMETRIZAÇÃO DO DECANTADOR SECUNDÁRIO

Em relação ao decantador secundário, foram utilizadas, como informações iniciais de funcionamento, a média dos valores de DBO, oxigênio dissolvido e amônia do efluente

inicial. O programa recomenda a utilização de oito estágios nessa etapa, portanto, os parâmetros devem ser calibrados em consideração a estes estágios, como mostra a figura 3.

Figura 3: Dados iniciais de funcionamento no decantador secundário.

Initial data									
		Stage1	Stage2	Stage3	Stage4	Stage5	Stage6	Stage7	Stage8
1	Soluble BOD (mg/l)	217.00	217.00	217.00	217.00	217.00	217.00	217.00	217.00
2	Ammonia (mg/l)	61.30	61.30	61.30	61.30	61.30	61.30	61.30	61.30
3	Nitrate (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Soluble phosphate (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Dissolved oxygen (mg/l)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
6	Particulate BOD (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Particulate phosphate (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Mixed liquor suspended solids (mg/l)	0.00	0.00	0.00	300.00	300.00	300.00	300.00	6000.00
9	Non-settleable (volatile) solids (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Viable heterotrophs (mg/l)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	2000.00
11	Non-viable heterotrophs (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Viable autotrophs (mg/l)	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	200.00
13	Non-viable autotrophs (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Finalmente, foram determinadas as condições de operação do decantador secundário. Apenas a operação inicial foi determinada, com vazão de reciclo de lodo ativado (RAS) de 0,03 m³. E Vazão de retirada de lodo de 0,01 m³/h, que é o valor mínimo possível. O restante das informações são padrões do *software* e como não há mudanças de operação ou fases, os outros campos (Change) não foram preenchidos.

Após a parametrização do sistema de tratamento, foi possível realizar a simulação do processo e obter os resultados do monitoramento do efluente final a cada uma hora, de modo que foram obtidas 120

amostras (referentes a cinco dias). A primeira amostra, da hora zero, foi descartada haja vista que todos os resultados eram iguais a zero (condições iniciais zero) e em seguida, os dados foram tratados com o auxílio do *software* Bioestat 5.0 e Microsoft Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Seguindo a metodologia descrita, foi possível obter o seguinte resultado final apresentado na tabela 2, para uma simulação de 5 dias completos de tratamento de efluentes domésticos.

Tabela 2 - Estatística descritiva dos principais parâmetros do efluente final tratado

TABELA ESTATÍSTICA DESCRITIVA

	Vazão (m³/h)	SS totais (mg/l)	DBO total (mg/l)	DQO total (mg/l)	Amônia (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Fósforo total (mg/l)
Mínimo	0.02	0.08	12.85	12.85	49.6	0	0
Máximo	0.09	2.77	217.01	217.01	66.39	11.74	6.57
Amplitude Total	0.07	2.69	204.16	204.16	16.79	11.74	6.57
Média	0.0577	1.92	59.34	59.34	57.263	5.7213	4.9992
Variância	0.0006	0.27	4259.84	4259.84	20.79	10.72	3.24
Desvio Padrão	0.0244	0.518	65.27	65.27	4.56	3.27	1.80
Erro Padrão	0.0022	0.048	5.988	5.988	0.42	0.30	0.17

Os sólidos suspensos totais médios foram iguais a 1,92 mg/L, enquanto os valores mínimos de nitrato e fósforo total se devem ao monitoramento na primeira hora do sistema em funcionamento, os quais ainda eram iguais a zero. A partir de então, estes oscilam de 2 mg/L a 11,74 mg/L e 6,57 mg/L, respectivamente. A amônia presente no efluente final possui uma média de aproximadamente 57 mg/L, enquanto a DBO total e a DQO total foram de aproximadamente 59 mg/L. O fato de a DQO

ser igual a DBO é devido ao modelo utilizado ASAL1A no sistema de lodo ativado, o qual é utilizado apenas para a remoção da DBO, foco deste estudo. Para a remoção da DQO, deve ser utilizado outro modelo de tratamento, também disponível no STOAT.

Os resultados de monitoramento da DBO total aparentemente apresentam uma estabilização de remoção do efluente final a partir das primeiras 36 horas do processo, conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4: Variação da DBO total e Amônia no efluente final

Após esse período, a DBO total que era de 217,1 mg/L no efluente não tratado, é reduzida para cerca de 20 mg/L a partir da hora 60 do tratamento, apresentando uma ótima remoção deste parâmetro. Contudo, em relação à amônia, que ao final do tratamento apresenta valores próximos a 60 mg/L, não apresenta uma remoção significativa.

Em relação aos parâmetros SS totais, Nitrato e Fósforo total, estes apresentavam leve

crescimento durante as primeiras 24 horas, conforme mostra a Figura 5. Contudo, após a recirculação da primeira carga de lodo no sistema, ocasionou-se um pico da concentração de Nitratos e posterior queda constante, enquanto o Fósforo total foi se acumulando de forma lenta e os sólidos totais se mantiveram em leve queda.

Figura 5: Variação de Fosfato, Fósforo total, Nitrato e SS totais no efluente final.

4.2 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Fujii obteve valores médios de DBO total iguais a 67 mg/L em 8 amostras, enquanto a simulação no STOAT obteve média aproximadamente igual a 59 mg/L. Contudo a média da DBO total da simulação deve ser levada em conta após a estabilização do sistema. Após o segundo dia de funcionamento, a DBO total é reduzida a aproximadamente 20 mg/L, oscilando entre 14 e 22 mg/L.

Estes dados são muito interessantes, haja vista que Fujii argumenta que seus resultados se deram aquém do esperado, motivados pela velocidade relativamente alta do raspador de lodo do decantador secundário, de forma que após a filtragem da DBO total, o valor médio encontrado em seu experimento foi igual a 23 mg/L.

A Tabela 3 apresenta a comparação dos resultados.

Tabela 3: Comparação dos resultados da simulação e dados práticos

	Simulação STOAT	Sistema de Fujii
DBO total média (mg/L)	59,34	67
DBO Filtrada (mg/L)	-	23
DBO total após 60 h (mg/L)	18,9	-
SST (mg/L)	1,92	32
Amônia (mg/L)	57,26	42
Nitrato (mg/L)	5,72	1,6

Em relação aos demais parâmetros, os SST do sistema de Fujii sofrem influência do arraste de sólidos no efluente do lodo ativado, além de elevado percentual de material volátil (Fujii, 2011). Fujii ainda destaca a elevada concentração de amônia no efluente e a baixa nitrificação do mesmo, provavelmente devido às baixas temperaturas médias. Tais resultados, também foram reproduzidos na simulação computacional, embora com uma diferença significativa.

5. CONCLUSÕES

A simulação de um sistema de tratamento de efluentes por meio de lodos ativados utilizando o programa WRc STOAT atingiu resultados satisfatórios. O foco do estudo é a remoção de DBO total do efluente e, este parâmetro, apresentou dados muito próximos da realidade, principalmente após a estabilização do sistema a partir da 60ª hora.

No entanto, o programa computacional exige calibração minuciosa e iterativa para aproximar os resultados das análises práticas, como foi o caso dos parâmetros SST, amônia e nitratos que, embora próximos, apresentavam diferenças estatísticas significantes. Para tanto, são necessários mais estudos práticos e análises de simulação.

Em suma, o *software* apresenta grande potencial de utilização como uma ferramenta inovadora no processo de tratamento de efluentes. Tal inovação pode melhorar os processos de planejamento, monitoramento e otimização de ETES, além de que pode ser considerado até mesmo uma inovação de produto, visto que o produto, efluente tratado, seria entregue ao meio ambiente e à sociedade com uma melhoria de sua qualidade.

REFERÊNCIAS

[1]. BACHMANN, D. L.; DESTEFANI, J. H. *Metodologia para estimar o grau de inovação nas MPE: cultura do empreendedorismo e inovação*. Bachmann & Associados, Curitiba, 2008. Disponível: em: <<http://www.bachmann.com.br/website/documents/>

ArtigoGraudelnovacaonasMPE. pdf>. Acesso em: 02 abr. 2017.

[2]. BALZANI, H. S. *Gestão de processos*. v. 4. Paraná, (PR): Sebrae, 2008.

- [3]. BARANANO, A. M. *Gestão da Inovação Tecnológica: Estudo de Cinco PMEs Portuguesas*. Revista Brasileira de Inovação, v. 4, n. 1, 2005.
- [4]. DEBIASI, R. *Aplicação do Modelo ASM1 em uma ETE de Lodos Ativados*. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade de Santa Catarina, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124863/TCCII%20-%20Ronaldo%20Debiasi.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 mar. 2017.
- [5]. FERREIRA, F. *Modelação e Gestão Integrada de Sistemas de Águas Residuais*. 2006. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia Civil – Instituto Superior Técnico, UNL, 2006.
- [6]. FONSECA, Ro. *Inovação tecnológica e o papel do governo*. Parcerias Estratégicas, n. 13, 2001.
- [7]. FUJII, F. Y. *Análise Comparativa Entre O Processo De Lodo Ativado E O Reator De Biofilme De Leito Móvel Na Remoção De Nitrogênio De Esgoto Sanitário*. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2011.
- [8]. GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.
- [9]. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 4. ed.. Rio de Janeiro: Editora SEGRAC, 2005.
- [10]. LA MOTTA, E., MCCORQUODALE, J., ROJAS, J. *Using the Kinetics of Biological Flocculation and the Limiting Flux Theory for the Preliminary Design of Activated Sludge Systems. I: Model Development*. Journal of Environmental Engineering, v. 133, n. 1, 2007.
- [11]. MANUAL DE OSLO. *Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação*. 3. ed. OCDE; FINEP, 1997.
- [12]. MANUAL DE OSLO. *Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação*. 3. ed. OCDE; FINEP, 1997.
- [13]. NELSON, M. and SIDHU, H. *Analysis of the activated sludge model (number 1)*. Applied Mathematics Letters, v. 22, n. 5, 2009.
- [14]. PIVELI, R. P. *Tratamento de Esgoto Sanitário*. 2007. Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – PHA. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.phd.poli.usp.br/default.aspx?id=27&link_uc=disciplina>. Acesso em: 19 mai. 2017.
- [15]. POMBO, S. *Contributo Para A Utilização De Modelos De Simulação Dinâmica No Dimensionamento De Processos De Lamas Activadas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2010.
- [16]. SILVA, E. L., MENEZES, E. M. *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2005.
- [17]. SPERLING, M. *Lodos Ativados*. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1997.
- [18]. WRc plc COMPANY. WRc STOAT: *Dynamic Modelling of Wastewater Treatment Plants*. Inglaterra, 2012. Disponível em: <<http://www.wrcplc.co.uk/Data/Sites/1/media/pdfs/general/STOAT.pdf>>. Acesso em 07 mai. 2017.

Capítulo 8

ECO-COMPÓSITO DE MADEIRA PLÁSTICA PRODUZIDO COM ACABAMENTO RÚSTICO DA SUPERFÍCIE POR GRAVAÇÃO À LASER

Paulo Henrique Campos Prado Tavares

Ana Claudia de Faria Andrade

Anna Paula Coelho Belém

Mariana Rodrigues Dornellas

Nayara Gonçalves Dantas Gomes

Carlos Alberto da Silva Miranda

Resumo: O artigo retrata a fabricação de um eco-compósito de madeira plástica (MP) através da mistura de poliestireno (PS), pó de serra e pigmentos inorgânicos. O PS proveniente de copos plásticos descartados foi previamente amolecido com acetona e, posteriormente, misturado às partículas de madeira com granulometria controlada e aos pigmentos de óxidos de ferro, ambos classificados como rejeitos nas indústrias moveleira e na mineração. A goma obtida foi colocada para secar em um molde de madeira e, posteriormente, as amostras foram cortadas, coladas em uma peça de madeira (suporte) e lixadas. As amostras receberam a gravação à laser de padrões de madeira rústica obtidos por tratamento das imagens encontradas na internet utilizando o software *Photograv®*. Após a gravação à laser e aplicação de um verniz de madeira em spray, as peças obtidas apresentaram um aspecto equivalente ao da madeira de demolição, apontando para a possibilidade de se substituir a madeira rústica em móveis e objetos de decoração, mitigando os impactos ambientais oriundos do descarte inadequado dos rejeitos usados como matéria-prima nesse estudo. O uso de insumos reciclados enquadra esse novo material em um cenário de produção mais limpa (P+L), indo de encontro a uma tecnologia sustentável capaz de mitigar relevantes impactos ambientais.

Palavras chave: Eco-compósito, Madeira plástica, Pó de serra, poliestireno, Design rústico.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Silva *et al.* (2011), o *design* é um elemento de extrema importância para a criação da identidade visual e agregação de valor à produtos ou serviços, sendo caracterizado pela inovação, evolução tecnológica, rápida percepção da função, entre outros aspectos. Entretanto, a questão ambiental está profundamente inserida no desenvolvimento de produtos nos dias atuais. Implementa-se então, a conscientização entre o aspecto diferente do produto, inovações tecnológicas e o respeito ao meio ambiente e conservação dos recursos naturais.

Com esse pensamento, surge a era do *design* total, conhecida como o tempo em que as modificações e adaptações são intencionalmente produzidas para aparentarem um aspecto natural, extingue a fronteira entre o natural e artificial, de forma intencional pelo homem (CRUZ, 2002). Essa definição nos permite produzir um objeto com aspecto de uma matéria prima, porém não extraíndo-a de fato, e sim, produzindo um protótipo similar para a sua substituição, minimizando os impactos ambientais.

Atrelando o aspecto natural com a sustentabilidade, a Madeira Plástica (MP) tem se mostrado como uma solução viável e inovadora para o mercado possuindo uma ampla gama de utilizações (cercas, bancos, janelas, portas, painéis, decks para áreas de piscina, móveis, entre outros). A sua inserção no mercado é fácil e atende os requisitos necessários, podendo até mesmo superar as propriedades da madeira natural. Segundo Guimarães (2013), a madeira plástica também possui a vantagem de não apodrecer com o tempo, nem sofrer ação de umidade e pragas, parecendo sempre novo.

O presente trabalho pretende verificar a possibilidade de se obter peças compósitas de madeira plástica com *design* rústico através gravação à laser com padrões típicos aos encontrados em madeiras de demolição. Esses padrões serão extraídos de imagens encontradas na internet, como nós e fibras aparentes, e tratados com o software *Photograv®* para posterior gravação nas peças compósitas através do software *LaserCad®*. Para isso, serão obtidas amostras através da mistura do poliestireno pós-consumo com pó de serra e pigmentos inorgânicos, rejeitos gerados na indústrias moveleira e de mineração, respectivamente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MADEIRA

A madeira sempre foi para a homem fonte de matéria-prima para diversas utilidades, podendo ser utilizada desde um simples utensílio doméstico até uma estrutura predial. Hoje, mesmo com o advento de novas tecnologias, a madeira não deixou de ter um lugar de destaque, mostrando-se praticamente insubstituível para alguns segmentos e participando de uma parcela significativa no mercado mundial.

A produção mundial de madeira aproxima-se de 3,3 bilhões de m³ por ano. Seis países produzem mais da metade de toda a madeira do mundo. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de madeira, participando com 6% do total. Grande parcela desta produção é destinada ao setor moveleiro. Segundo publicação do Jornal do Comércio publicado no site do SEBRAE (SEBRAE, 2006), o Brasil é responsável por 3% da produção mundial de móveis.

A indústria da madeira possui uma participação relevante para a economia mundial. Este desenvolvimento crescente do setor moveleiro vem fazendo com que o consumo de matéria-prima ambiental venha aumentando e, como consequência, os problemas ambientais.

Mancini (2001) afirma que no Brasil, a exploração de madeira apresenta vários problemas ambientais, sendo boa parte dela extraída de maneira ilegal. Além da extração ilegal, os resíduos gerados no processamento da madeira são outro problema ambiental. A lenha é o tipo de resíduo de madeira de maior representatividade, correspondendo a 71% da totalidade. Em seguida aparece a serragem com 22% e cepilhos com 7%. De acordo com Lima e Silva (2005), é fundamental que indústrias do segmento moveleiro tenham conhecimento do impacto ambiental causado por elas e busquem, assim, investir em tecnologias que prezem pelo meio-ambiente.

Muitos estudos estão sendo feitos a fim de minimizar os impactos causados por estas atividades. Dentre eles, o reaproveitamento destes resíduos através da concepção de um subproduto se apresenta como uma alternativa interessante para os empresários do setor pela capacidade de gerar receita para as indústrias e facilitar os processos de certificação ambiental. Existem diversas

aplicações que podem ser dadas aos resíduos de madeira: na confecção de chapas e fibras na fabricação de aglomerados, chapas duras, MDF, dentre outras.

Além destas aplicações, os resíduos de madeira podem ser utilizados para geração de energia, com a queima direta em altos fornos, ou em forma de briquetes que é a compactação destes resíduos sendo os mesmos transformados em blocos permitindo uma queima uniforme além de facilitar o manuseio e o transporte. Atualmente, outras formas de aplicação vêm sendo estudadas como na construção civil juntamente com concreto na transformação de tijolos ecológicos, artesanato e, madeira plástica (MP) que é a mistura da madeira com polímeros (LIMA e SILVA, 2005).

2.2 POLIESTIRENO

O poliestireno (PS) é um polímero formado pela repetição constante de um monômero conhecido por estireno, formando longas cadeias. Por ser um polímero termoplástico de baixo custo, o poliestireno é amplamente usado para confecção de copos descartáveis que são amplamente consumidos em locais com aglomeração de pessoas, como escolas, hospitais, repartições públicas e eventos. O descarte dos copos usados gera um grande volume de lixo plástico urbano. O poliestireno expandido (EPS), mais conhecido pela marca isopor®, também é um problema ambiental nas grandes metrópoles por ser amplamente utilizado nas embalagens (CHAGAS, BERRETTA-HURTADO *et al.*, 2011).

Atualmente, o descarte dos polímeros vem trazendo grandes problemas ambientais devido à lenta decomposição destes materiais, gerando desafios às comunidades científicas que buscam através de pesquisas no campo da reciclagem inserir novamente os polímeros como insumos na produção de novos materiais.

De acordo com a sua origem os plásticos descartados são classificados em:

Pós-industriais: Os quais provêm principalmente de refugos de processos de produção e transformação, aparas, rebarbas, etc;

Pós-consumo: São os descartados pelos consumidores, sendo a maioria proveniente de embalagens.

2.3 COMPÓSITO DE POLÍMERO E MADEIRA

O termo Madeira Plástica (MP) segundo a American Society for Testing and Materials, (ASTM, 2001), se aplica aos produtos manufaturados com conteúdo de plástico superior a 50% em massa e que possuem genericamente as dimensões típicas dos produtos de madeira industrializada. Existem dois tipos de madeira plástica (MP), que pode ser um compósito de plástico com pó de madeira ou apenas o plástico pigmentado (ZUCH, 2013).

Existem diferentes composições de MP no mercado mundial. Há basicamente uma divisão entre as empresas que produzem a madeira plástica a partir de polietileno de alta densidade (HDPE) e as que utilizam compósitos a base de resina plástica e fibra de madeira denominada Compósito de Madeira Plástica (CMP), em inglês WPC (Wood Plastic Polymer) (KOENIG; SYPKENS, 2002). Este último compõe o segmento com maior e mais rápido crescimento do mercado da madeira plástica, principalmente devido à necessidade de se reaproveitar o grande volume de resíduos gerados pelas indústrias de polímeros e de madeira. Além disso, ocorre uma notável melhoria nas propriedades físicas do compósito pela adição das fibras de celulose, as quais apresentam baixa densidade, disponibilidade em uma grande variedade de espécies, facilidade de modelamento em diversos formatos, bem como a criação de renda no campo sem necessariamente trabalhar com produtos alimentícios. O processamento da madeira tem sido insustentável gerando grandes quantidades de resíduos no setor (RODRIGUES e BELLOTE, 1998). As fábricas que trabalham com madeira se deparam com problemas de ordem ambiental, devido à grande quantidade de resíduos, aproximadamente entre 40 e 60% da matéria-prima utilizada, dependendo do processo adotado (FONTES, 1994).

Os polímeros utilizados nos CMP são os termoplásticos por serem amolecidos pelo aquecimento e solidificados pelo resfriamento, podendo ser reciclados, ou seja, remoldados mais vezes sem sofrer mudanças significativas nas suas propriedades (FIORI, 2008). Isso tornando o ciclo de vida deste compósito bastante favorável ao meio ambiente.

Embora também seja um termoplástico, o poliestireno (PS) tem sido pouco empregado

como um insumo em CMP. Isso ocorre principalmente porque o processamento do CPM tem um controle constante térmico para evitar a degradação das fibras de celulose em torno de 200 a 220°C, restringindo o uso de termoplásticos como os estirênicos e as poliolefinas (ENGLISH *et al.*, 1996).

Por toda versatilidade apresentada por este produto, Pires *et al.* (2007) informam que a madeira plástica deve substituir em quase a sua totalidade a madeira de origem arbórea, sendo desenvolvida em função dos seus vários campos de aplicação. Entre eles pode-se destacar: as áreas de construção civil, agropecuária, indústria de móveis, transportes rodoviários e ferroviários e setores de: transmissão de energia, de embalagens para transporte e armazenamento de carga, de embalagens pesadas para transporte de máquinas e produtos diversos destinados à exportação. Segundo Arruda (2007), as vantagens em relação à madeira natural são:

- Não é atacada por cupins ou fungos;
- Não absorve umidade;
- Resistente a agentes químicos em geral e a raios UV;
- Baixo consumo energético em sua produção;
- Resistente à água salgada e à deterioração ambiental;
- Não requer elementos de proteção como seladoras e vernizes;
- Fácil instalação e permite uso de pregos e parafusos;
- Não apresenta nós nem farpas;
- Aceita o uso de ferramentas de corte manual;
- Pode apresentar perfis com formatos diversificados;
- É reciclável;
- Possui menor custo de manutenção de rotina.

2.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

O desenvolvimento sustentável (DS) foi definido pela World Commission on Environmental Development, durante a Assembleia Geral das Nações Unidas, como:

“o desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de encontrar suas próprias necessidades” (UNITED NATIONS, 1987). Portanto, o DS visa o crescimento econômico, porém gerando o mínimo possível de poluentes e preservando ao máximo os recursos naturais. Pode ser classificada como uma tecnologia ambientalmente saudável, de acordo com o documento da Agenda 21 Global, que aborda sobre esse tipo de tecnologia como aquelas que: [...] protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável do que as tecnologias que vieram substituir (NASCIMENTO, CASAGRANDE *et al.*, 2005).

Dentro do contexto do desenvolvimento sustentável, paralelamente à responsabilidade social corporativa, a ecoeficiência, a análise do ciclo de vida e aos sistemas de gestão certificáveis, a P+L pode ser definida como uma ferramenta voltada para o aprimoramento de processos produtivos e serviços, mitigando os impactos ambientais e riscos ocupacionais dos funcionários, de modo a promover uma busca por maior sustentabilidade. A P+L torna as operações mais eficientes e desempenha um importante papel na busca por certificações das empresas, melhorando sua credibilidade no mercado e tornando suas operações mais lucrativas e ambientalmente corretas. (ALMEIDA e GIANNETTI, 2006). De acordo com Araújo (2002), apesar dos benefícios evidentes, a implementação da P+L em algumas empresas geralmente enfrenta alguns obstáculos, como as parcerias ainda insuficientes entre o setor produtivo e as universidades, a resistência à mudança, a falta de conscientização dos gestores, a falta de políticas nacionais que incentivem a P+L, além das barreiras econômicas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O poliestireno (PS) pós-consumo usado como matriz aglutinante no compósito de MP foi obtido de copos usados e descartados. O rejeito de pó de serra utilizado na produção dos compósitos é proveniente de dois tipos de madeira, cedro e pinus, processadas em uma madeireira de Belo Horizonte. Os diferentes tipos de madeira visam obter compósitos com diferentes padrões de cor,

uma vez que o cedro possui uma coloração bege rosada e o pinus é branco-amarelado. As duas faixas granulométricas foram obtidas com um conjunto de peneiras, sendo que o fino possui tamanho de partícula inferior a 0,5 mm, enquanto o pó grosso apresenta partículas entre 1,0 e 2,0 mm. Para atribuir o padrão de madeira vermelha, foi utilizado um rejeito gerado no beneficiamento do minério de ferro por flotação, rico em partículas de óxido de ferro.

Os copos foram devidamente higienizados com água e sabão neutro para remover possíveis resíduos e microrganismos do material e, posteriormente, solubilizados em um recipiente hermeticamente fechado contendo acetona (P.A.). A goma polimérica obtida foi armazenada até o momento da sua utilização. As peças de MP foram construídas misturando-se de forma manual a goma de poliestireno ao pó de serra e ao pigmento, no caso dos compósitos avermelhados, até que uma massa homogênea fosse obtida. Para a conformação do material foi utilizado um processo de prensagem em molde poroso de madeira para absorção do solvente e secagem. Após a secagem, o compósito foi desmoldado e cortado em quadrados de aproximadamente (3cm x 3cm), os quais foram fixados em uma peça de madeira usando cola de madeira de contato. A peça obtida nivelada em uma lixadeira para corrigir as pequenas diferenças de espessura das amostras de MP e deixar a superfície plana para o recebimento dos feixes de laser. O acabamento final das peças foi feito da

seguinte forma: inicialmente algumas fotos de madeira rústica foram encontradas através do *google* imagens e baixadas no computador. O software *Photograv®* converteu o formato do arquivo imagem para o formato de arquivo usado pela impressora laser, através do software *LaserCad®*. Com isso a gravação foi feita com uma máquina de corte à laser da marca ECNC e o acabamento final foi atingido aplicando-se um verniz spray para madeiras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Algumas peças inacabadas de compósito plástico obtidas estão mostradas na figura 1. É possível notar que o tipo de madeira influencia a coloração da peça. A tonalidade mais clara foi obtida com o pinus e a mais escura com o cedro. Uma proporção volumétrica de pó de serra em relação ao poliestireno próxima de (40:60) se mostrou mais adequada para obtenção de compósitos com aspecto equivalente ao da madeira natural. Além disso, ficou evidente a importância de se fazer um *blend* com quantidades iguais de pó de serra com granulometrias fina e grossa. O pó mais fino atua como pigmento, evitando que o compósito tenha aparência plástica, enquanto o pó mais grosso atribui a textura de fibras de madeira à superfície. Assim como a madeira natural sem acabamento, as peças não apresentam a estética adequada para serem usadas diretamente para a fabricação de algum móvel ou peça de decoração.

Figura 1 – peças inacabadas de madeira plástica após a secagem

O resultado obtido após a colagem e lixamento das peças está na figura 2. Foi necessário fazer o desbastamento com a lixa a uma velocidade menor do que a utilizada para a madeira natural. O calor gerado nessa etapa pode aquecer excessivamente o plástico, podendo derretê-lo ou até mesmo degradá-lo, prejudicando o aspecto final do produto. Esse comportamento diferente do

compósito, explicado pela baixa temperatura de fusão do poliestireno, é um importante fator limitador que deve ser sempre observado no processamento desse tipo de compósito. Estudos futuros que foquem em melhorar essa característica devem ser realizados. Talvez o lixamento à úmido e a adição de cargas minerais inorgânicas apropriadas ao possam resolver esse problema.

Figura 2 – lixamento da peça e remoção do plástico derretido formado nas bordas

Na sequência, as peças lixadas receberam a gravação à laser. No primeiro teste percebeu-se a necessidade de suavizar, isto é, diminuir a concentração dos defeitos (veios e sulcos) obtidos nas fotos da internet, usando o *Photograv®*. A peça obtida sem a aplicação

desse filtro está sendo mostrada na figura 3, ficando evidente que a aplicação concentrada do laser criou uma superfície excessivamente queimada, descaracterizando o resultado desejado de madeira de demolição.

Figura 3 – superfície queimada pela aplicação de feixes de laser em excesso

Utilizando o *Photograv®*, dois padrões obtidos em imagens da internet foram devidamente atenuados e a imagem resultante foi convertida para que o *LaserCad®* fizesse a gravação na superfície.

O primeiro padrão apresentava sulcos longitudinais bastante pronunciados e o segundo padrão um nó com marcas concêntricas que gradualmente se tornavam

paralelas. O resultado obtido antes da aplicação do verniz está mostrado na figura 4.

Figura 4 – peças obtidas após a gravação à laser. Padrão com sulcos longitudinais (esquerda) e com o nó da madeira (direita)

Por fim, após a aplicação do verniz de madeira em *spray* e a colocação de uma moldura acrílica espelhada, o *design* final de

madeira rústica das peças foi alcançado (Figura 5).

Figura 5 – Compósito plástico de madeira rústica após acabamento final

O resultado final, mesmo antes da aplicação do verniz, foi bastante satisfatório e sinaliza para diferentes formas de aplicação das peças, como em móveis e painéis de decoração. Ficou comprovada a viabilidade de obter, através de uma P+L e sustentável, peças de *design* rústico, equivalente aos encontrados em madeiras de demolição, misturando-se o poliestireno com partículas de madeira e pigmentos inorgânicos encontrados em rejeitos de mineração e gravando-se a superfície obtida com laser. Diante do resultado positivo, os estudos terão continuidade visando dois focos principais. O primeiro será a realização de ensaios mecânicos e o estudo da trabalhabilidade do material, para verificar a possibilidade de substituição da madeira natural em

aplicações que exijam maior resistência mecânica. O segundo será reproduzir as imperfeições típicas das madeiras de demolição no molde usando o laser. Assim, pretende-se que as peças já saiam do molde com o aspecto desejado, diminuindo drasticamente os custos com a gravação à laser e trazendo rapidez ao processo, o que poderá viabilizar a fabricação de peças em escala.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Escola de Design da UEMG pelo empréstimo da máquina de corte à laser e dos softwares necessários para a conversão e tratamento das imagens. O grupo

também agradece a contribuição do professor Dr. Carlos Alberto da Silva Miranda (UEMG/Ibmec) no tratamento das imagens e operação do equipamento. Por último,

agradecemos ao Ibmec/MG pela ajuda financeira e disponibilização de sua infraestrutura de laboratórios e insumos necessários para fabricação das amostras.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALMEIDA, C. M. V. B.; GIANNETTI, B. F. Ecologia industrial: Conceitos ferramentas e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 109 p.
- [2]. ARAÚJO, A. F. A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de construção civil. 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- [3]. ARRUDA, R. A. Avaliação de Possível Obtenção de Créditos de Carbono Através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo a Partir de Madeira Plástica de Polietileno e Fibra de Coco, Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2007.
- [4]. ASTM. 2001. D6662 (Standard specification for polyolefin-based plastic lumber decking boards). 2001. p. 14.
- [5]. CHAGAS, F. H. C., BERRETTA-HURTADO A. L., GOUVEA C. A. K.. Logística Reversa: Destinação dos Resíduos de Poliestireno Expandido (Isopor®) Pós- Consumo de uma Indústria Catarinense, 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6A/1/Chagas_FHC%20-%20Paper%20-%206A1.pdf>. Acesso em 16 set. 2017.
- [6]. CRUZ, MARIA TERESA. O artificial ou a era do design total. Revista On Line de Arte, Cultura e Tecnologia, n. 7, 2002.
- [7]. ENGLISH, B., CLEMONS, C.M., STARK, N., AND SCHNIEDER, J.P. Waste-wood derived fillers for plastics. 1996. pp. 282–291. Forest Products Laboratory.
- [8]. FIORI, M A. Desenvolvimento e avaliação de compósitos do tipo polímero-madeira com propriedades biocidas. Florianópolis : s.n., 2008. p. 16. Tese de Doutorado, Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina.
- [9]. FONTES, P J P. Auto-suficiência energética em serraria de Pinus e aproveitamento dos resíduos. Curitiba : s.n., 1994. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- [10]. GUIMARÃES, L.F.C. Avaliação dos aspectos técnicos e econômicos na produção da madeira plástica por meio da utilização de materiais recicláveis. Abril de 2013.
- [11]. KOENIG, K M E SYPKENS, C W. Wood and Wood Products. 2002.
- [12]. LIMA, E G E SILVA, D A. 2005. Resíduos gerados em indústrias de móveis de madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas-PR. Floresta. 25 de 05 de 2005, Vol. 35, 1. [Online] [Citado em: 15 de 11 de 2008.] Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/2434/2036>. Acesso em 10 set. 2017.
- [13]. MANCINI, LEONARDO. Madeira sem Lei. 2001. [Online] Disponível em: http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./floresta/index.html&conteudo=./floresta/artigos/madeira_lei.html. Acesso em 05 set. 2017.
- [14]. NASCIMENTO, G.: CASAGRANDE JR, E. F.: DA SILVA, M. C. Contradições entre tecnologia, inovação e sustentabilidade: uma análise da Agenda 21. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/grupos/tema/61contrad_tecno_agenda-2021.pdf>. Acesso em 04 set. 2017.
- [15]. RODRIGUES, C M E BELLOTE, A F J. Efeito da aplicação de resíduos da indústria de papel e celulose nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, na nutrição e biomassa do Pinus taeda L. 1998.
- [16]. SEBRAE. 2006. [Online] 2006. Disponível em <http://www.sebrae-sc.com.br/novos_destaque/opportunidade/default.asp?materia=12268>. Acesso em 15 set. 2017.
- [17]. SILVA, JOSÉ PAULO MEDEIROS DA ET AL. A gestão do design como diferencial de qualidade nas indústrias moveleiras do Alto Uruguai Gaúcho. 2011.
- [18]. UNITED NATIONS - UN.UN DOCUMENTS COOPERATION CIRCLES GATHERING. A Body Of Global Agreements. 1987. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#1>>. Acesso em: 17 set. 2017.
- [19]. ZOCH V.P. Produção e Propriedades de Compósitos Madeira-Plástico Utilizando Resíduos Minimamente Processados. Fevereiro de 2013.

Capítulo 9

VALIDAÇÃO DOS PARÂMETROS REOLÓGICOS DE ARGAMASSA AUTOADENSÁVEL COM CINZA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR: UMA ABORDAGEM BASEADA EM REDES NEURAIS MULTILAYER PERCEPTRON

Rafael Germano Dal Molin Filho

Rodrigo Clemente Thom de Souza

Romel Dias Vanderlei

Paulo Roberto Paraíso

Luiz Mário de Matos Jorge

Resumo: No desenvolvimento de argamassas autoadensáveis realizam-se ensaios reológicos que determinam a dosagem ótima dos componentes, relevando, entre outros parâmetros, os controles da viscosidade e da coesão. Dentre os ensaios destacam-se o teste do Tronco de Cone de Mesa de Consistência e o teste do Mini-Slump. Assumindo uma proposta que subsidie dar condição a utilização de resíduos industriais, foram realizadas investigações sobre algumas composições de superplastificante por cimento (sp/c) em argamassas autoadensáveis (AGA) com a substituição parcial de areia natural, por cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC). A CBC é oriunda do processo cogeração de energia nas usinas de etanol e açúcar. As argamassas foram desenvolvidas por meio de adaptações do ensaio do Tronco de Cone de Mesa sobre os parâmetros de espalhamento relativo (G_m) e escoamento relativo (R_m). Para a validação dos valores obtidos pelas técnicas reológicas foram analisados os coeficientes de determinação de erro R^2 advindos da técnica de regressão quadrática, a qual foi obtida pelo emprego de um algoritmo de Rede Neural *Multilayer Perceptron (MLP)* no software *Matlab*. Foi possível determinar que os valores obtidos pelas técnicas reológicas possuem uma boa representatividade, pois seus coeficientes de determinação R^2 apresentaram valores ótimos de 0,997547 para G_m e 0,990140 para o R_m para investigações com 1 iteração, 10 *folds* e 5 neurônios na camada oculta da rede neural. Portanto, a AGA com a relação de 0,45 de sp/c e 0,25 de substituição de areia por cinza do bagaço da cana-de-açúcar é capaz de proporcionar uma economia de 25% de areia.

Palavras chave: Argamassa autoadensável, cinza do bagaço da cana-de-açúcar, redes neurais *multilayer perceptron*, resíduo industrial.

1. INTRODUÇÃO

A busca por fontes de energia renovável para a sociedade é uma temática que impulsiona diversas iniciativas de desenvolvimento no mundo. No Brasil, há um bom tempo, destaca-se nessa alçada a atuação do setor sucroalcooleiro, o qual inclusive possui notória contribuição para a formação das receitas nacionais de energia e de alimento. Somente os processos industriais e agrícolas com a cana-de-açúcar representam uma fatia de cerca de 3,65% do PIB brasileiro (SOUZA *et al.*, 2007; MOISÉS, 2014).

Dentre os resíduos gerados na cadeia de produção de açúcar, de etanol e de energia nas usinas, encontra-se a cinza do bagaço da cana-de-açúcar oriunda da queima do bagaço nas caldeiras. A CBC é um resíduo sólido de categoria rural e natureza de classe II e não inerte (ABNT NBR 10004, 2004; MOISÉS 2014; DE PAULA *et al.*, 2009). De acordo com os estudos de FIESP/CIESP (2001) e baseados nos dados da Conab (2017), estima-se que somente no estado do Paraná, a área de plantio para a safra 2017/2018 seja de 624,6 mil ha. Assim, há uma projeção de produção de 39.947.400 toneladas de cana-de-açúcar com um potencial de geração de até 248.000 toneladas de CBC.

A argamassa autoadensável (AGA - *self-compacting mortar SCM*) tem aplicação direta na produção de outros produtos fins da indústria da construção civil, como em peças da indústria de pré-moldados ou para o desenvolvimento de fases preliminares de outros componentes, como no caso para o concreto autoadensável (CAA). Existem estudos que avaliam a utilização de resíduos, subprodutos, compostos e até nano partículas na composição de AGA (GÜNEYISI *et al.*, 2016; LING; KOU; POON, 2016; KHOTBEHSARA *et al.*, 2015; SAFI *et al.*, 2015; GOMES, 2002; EFNARC, 2005; GOMES e BARROS, 2009; OKAMURA e OUCHI, 2003).

A AGA utiliza materiais finos, como a areia, que além de possuir forma e granulometrias muito próximas da CBC também apresenta como principal constituinte o dióxido de silício, SiO_2 (MOLIN FILHO, 2012; MOISÉS, 2014). As composições de AGA estudadas nesse trabalho foram desenvolvidas com a substituição parcial da areia por cinza do bagaço da cana-de-açúcar conforme proposto por Molin Filho (2012). Os valores experimentais que foram assumidos pelas

comprovações reológicas de Espalhamento Relativo (G_m) e Escoamento Relativo (R_m) foram validados pela análise de regressão quadrática. Como *outputs* destas análises foram gerados os coeficientes de determinação R^2 pelo emprego de um algoritmo de Rede Neural *Multilayer Perceptron (MLP)* desenvolvido no software *Matlab (Mathworks, Natick, USA)*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As composições estudadas continham cimento (CP II E 32), filer calcário calcítico, aditivo químico superplastificante de terceira geração (Glenium 51 – Fabricante Basf), areia de origem quartzoza, CBC cristalina (queima na usina acima de 700 °C) e água em conformidade com ABNT NBR 15900. A areia possuía Massa Específica de 2642,5 kg/m³, diâmetro máximo característico de 0,6 mm e módulo de finura = 1,7 %. Já a CBC utilizada possuía a Massa Específica = 2640 kg/m³ com predominância de pelo menos 85% de SiO_2 . A tabela 1 apresenta a composição da CBC estudada, pela investigação da Fluorescência de Raio-X (FRX). Trata-se da mesma amostra de cinza do trabalho de Moises (2014), a qual possuía um padrão difratográfico equivalente à cristais de quartzo quando submetida a análise de Difração de Raio-X (DRX).

Tabela 1 – Resultados da composição da CBC no FRX

Elementos	% em massa
SiO_2	86,2
Al_2O_3	2,8
K_2O	2,4
CaO	1,5
Fe_2O_3	2,9
P_2O_5	1,6
TiO_2	1,9
Outros Elementos	0,7

As obtenções das argamassas estudadas foram baseadas nas técnicas empregadas por Molin Filho (2012), as quais foram adaptadas de Okamura (1999) e Okamura e Ouchi (2003). Realça-se que neste estudo

serão considerados os parâmetros de dosagem que representam as relações unitárias em massa de superplastificante/cimento (sp/c) e de CBC por areia (CBC/ar).

Em suma, os valores do deslocamento em milímetro e do tempo em segundo obtidos nos ensaios de Molin Filho (2012) serviram para estimar os parâmetros reológicos R_m e G_m com base nas equações 1 e 2.

$$G_m = \left(\frac{d}{d_0} \right)^2 - 1,0$$

Equação 1 – Cálculo do parâmetro reológico de deslocamento G_m

Onde:

G_m = Espalhamento relativo, espera-se G_m de $5 \pm 0,5$,

d_0 = diâmetro inicial da mistura (mm),

d = diâmetro final do espalhamento (mm).

$$R_m = \frac{10}{t}$$

Equação 2 – Cálculo do tempo de escoamento relativo R_m

Onde:

R_m = Tempo de escoamento relativo, espera-se $R_m = 1 \pm 0,1$,

t = tempo de fluxo da argamassa (segundos).

Foram assumidas para as análises as faixas de substituição de: 5%, 10%, 20%, 25% de areia por CBC com melhores resultados de G_m e R_m .

3. O ESTUDO DE VALIDAÇÃO COM REDES NEURAIS

As Redes Neurais Artificiais (RNs) – em inglês *Artificial Neural Networks*, ou simplesmente Redes Neurais (RN), são modelos capazes de descrever comportamentos de fenômenos não-lineares, que são, geralmente mais comuns na natureza e mais complexos (pois não podem ser descritos por uma combinação linear de suas variáveis) que fenômenos lineares (HAYKIN, 2001). As RN inspiram-se no comportamento biológico dos

neurônios do cérebro humano com o objetivo de solucionar problemas de reconhecimento de padrões pela própria reprodução mimetizada e simplificada do cérebro na forma de sistemas computacionais (THOM DE SOUZA, 2008; CASTRO, 2007).

De maneira simplificada, as tarefas de reconhecimento de padrões realizadas pelas RN podem ser categorizadas em aprendizagem supervisionada e não-supervisionada. O presente artigo propõe a resolução de uma tarefa de aprendizagem supervisionada conhecida como regressão. Além disso, existem diversas abordagens de RN na literatura, tais como *Multilayer Perceptron (MLP)*, Função de Base Radial, Redes Recorrentes, Mapas Auto-organizáveis, entre outras. A abordagem assumida foi a *MLP*, utilizou para treinamento o algoritmo conhecido como *back-propagation* (THOM DE SOUZA, 2008; HAYKIN, 2001).

3.1 ANÁLISE DOS COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO R^2 NA REDE NEURAL

Classicamente a base da técnica de regressão quadrática para determinação do coeficiente de erro R^2 possui na sua conotação as relações da equação 3.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^* - y_m)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_m)^2} \Rightarrow \frac{SQ_{preditos}}{SQ_{calculados}}$$

Equação 3 – Cálculo convencional do coeficiente de determinação R^2

Onde:

SQ = representa a soma dos quadrados preditos (algoritmo) e dos calculados (equações 1 e 2)

R^2 = coeficiente de determinação

n = número de observações

y_i = valor observado na iteração

y_m = média das observações

y^* = é o valor calculado de G_m e R_m

Na tabela 2 os dados experimentais que foram objetos de estudo no algoritmo desenvolvido no *Matlab*. Ao todo foram

utilizados treze conjuntos de dados, sendo 26 *inputs* e 26 *outputs*, agrupados sempre em duas colunas de *inputs* e uma de *outputs*.

Tabela 2 – Dados utilizados na análise da RN

Ensaio	Dependentes		Independentes (calculados)			
	sp/c %	Cbc %	G _m	Tempo (s)	R _m	Esp. (mm)
1	0,30	0,05	1,03	2,84	3,5	178
2	0,35	0,05	3,24	6,45	1,6	258
3	0,40	0,05	3,41	7,80	1,3	263
4	0,45	0,05	5,86	10,60	0,9	328
5	0,35	0,1	3,53	5,86	1,7	266
6	0,40	0,1	4,76	8,37	1,2	300
7	0,45	0,1	5,23	11,20	0,9	312
8	0,35	0,2	3,08	6,24	1,6	253
9	0,40	0,2	3,49	8,88	1,1	265
10	0,45	0,2	5,80	11,50	0,9	326
11	0,35	0,25	2,76	7,50	1,3	243
12	0,40	0,25	3,23	9,10	1,1	257
13	0,45	0,25	4,78	10,00	1,0	301

Os destaques em negrito na tabela 2 representam as dosagens que atendem plenamente os parâmetros de R_m e G_m estipulados nas equações 1 e 2.

3.2 A COMPOSIÇÃO DA REDE NEURAL MULTILAYER PERCEPTRON (MLP).

A avaliação da capacidade preditiva de uma RN fundamenta-se nas fases de treinamento e validação. A implementação destas fases no presente artigo adotou o método conhecido como *cross validation* e assumiu como critério de avaliação de desempenho a análise do coeficiente de determinação R² na fase de validação. As demais informações operacionais de alimentação do algoritmo estão representadas nas alíneas.

a) Estruturação de dez *folds* (*stratified 10-fold cross validation*) para organização de dados na RN, configuráveis no algoritmo;

b) Utilização de apenas uma camada oculta de neurônio na transformação “caixa preta”;

c) Cada um dos dois arquivos possuía três colunas com treze linhas (treze conjuntos de três dados) configuradas em uma tabela de formato “.csv”. A primeira coluna da tabela apresentava os *outputs*. A segunda e terceira colunas da tabela continham o conjunto de *inputs*. Isto tanto para a tabela G_m (parametrização 1), como para a R_m (parametrização 2);

d) Variação de neurônios (perceptrons) de 2 a 5 na camada oculta para cada iteração de análise;

e) Relação de cruzamento de *folds* de 90% treinamento versus 10% de validação. Sendo assim, cada iteração realizou dez investigações combinadas (Figura 1).

Figura 1 – Validação cruzada para dez *folds* em uma iteração

<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 1</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 2</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 3</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 4</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 5</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 6</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 7</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 8</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 9</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> <p>Estágio 10</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	
1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																	

Na figura 1 estão apresentadas as definições dos *folds* de validação. Os *folds* destacados com o fundo em negrito em cada estágio, são os validadores após o treino. Durante a validação cruzada dos resultados, como por exemplo, no estágio 2, os *folds* 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 (90% dos *folds*) são utilizados para a fase de treinamento e os *inputs* do *fold* 2 (10% dos *folds*) para a fase de validação.

3.3 A INTERFACE DE INTERAÇÃO DO ALGORITMO *RN MLP* NO *MATLAB*

Para o desenvolvimento da análise de regressão quadrática foi utilizado um algoritmo *RN MLP* no *Matlab*, designado como *Main.m*. Ele está na plataforma de um algoritmo de regressão assumido como *Regression Algorithm* e determina o direcionamento das ações de outros algoritmos satélites desenvolvidos. Na sequência, nas figuras de 2 a 7 serão apresentadas as informações para o MLP na parametrização 1 de G_m , para favorecer a compreensão de como é a interface usual da plataforma do algoritmo *Main.m*.

Figura 2 – Tela inicial

```

5 - disp(['REGRESSION ALGORITHM']);
6 - disp([' ']);
7
8 - *****
9 - % INPUT %
10 - *****
11
12 - *****
13 - % OUTPUT %
14 - *****
15
16 - *****
17 - % END %
18 - *****
19
20 - *****
21 - % END %
22 - *****
23
24 - *****
25 - % END %
26 - *****
27
28 - *****
29 - % END %
30 - *****
31
32 - *****
33 - % END %
34 - *****
35
36 - *****
37 - % END %
38 - *****
39
40 - *****
41 - % END %
42 - *****
43
44 - *****
45 - % END %
46 - *****
47
48 - *****
49 - % END %
50 - *****
51
52 - *****
53 - % END %
54 - *****
55
56 - *****
57 - % END %
58 - *****
59
60 - *****
61 - % END %
62 - *****
63
64 - *****
65 - % END %
66 - *****
67
68 - *****
69 - % END %
70 - *****
71
72 - *****
73 - % END %
74 - *****
75
76 - *****
77 - % END %
78 - *****
79
80 - *****
81 - % END %
82 - *****
83
84 - *****
85 - % END %
86 - *****
87
88 - *****
89 - % END %
90 - *****
91
92 - *****
93 - % END %
94 - *****
95
96 - *****
97 - % END %
98 - *****
99
100 - *****
101 - % END %
102 - *****
103
104 - *****
105 - % END %
106 - *****
107
108 - *****
109 - % END %
110 - *****
111
112 - *****
113 - % END %
114 - *****
115
116 - *****
117 - % END %
118 - *****
119
120 - *****
121 - % END %
122 - *****
123
124 - *****
125 - % END %
126 - *****
127
128 - *****
129 - % END %
130 - *****
131
132 - *****
133 - % END %
134 - *****
135
136 - *****
137 - % END %
138 - *****
139
140 - *****
141 - % END %
142 - *****
143
144 - *****
145 - % END %
146 - *****
147
148 - *****
149 - % END %
150 - *****
151
152 - *****
153 - % END %
154 - *****
155
156 - *****
157 - % END %
158 - *****
159
160 - *****
161 - % END %
162 - *****
163
164 - *****
165 - % END %
166 - *****
167
168 - *****
169 - % END %
170 - *****
171
172 - *****
173 - % END %
174 - *****
175
176 - *****
177 - % END %
178 - *****
179
180 - *****
181 - % END %
182 - *****
183
184 - *****
185 - % END %
186 - *****
187
188 - *****
189 - % END %
190 - *****
191
192 - *****
193 - % END %
194 - *****
195
196 - *****
197 - % END %
198 - *****
199
200 - *****
201 - % END %
202 - *****
203
204 - *****
205 - % END %
206 - *****
207
208 - *****
209 - % END %
210 - *****
211
212 - *****
213 - % END %
214 - *****
215
216 - *****
217 - % END %
218 - *****
219
220 - *****
221 - % END %
222 - *****
223
224 - *****
225 - % END %
226 - *****
227
228 - *****
229 - % END %
230 - *****
231
232 - *****
233 - % END %
234 - *****
235
236 - *****
237 - % END %
238 - *****
239
240 - *****
241 - % END %
242 - *****
243
244 - *****
245 - % END %
246 - *****
247
248 - *****
249 - % END %
250 - *****
251
252 - *****
253 - % END %
254 - *****
255
256 - *****
257 - % END %
258 - *****
259
260 - *****
261 - % END %
262 - *****
263
264 - *****
265 - % END %
266 - *****
267
268 - *****
269 - % END %
270 - *****
271
272 - *****
273 - % END %
274 - *****
275
276 - *****
277 - % END %
278 - *****
279
280 - *****
281 - % END %
282 - *****
283
284 - *****
285 - % END %
286 - *****
287
288 - *****
289 - % END %
290 - *****
291
292 - *****
293 - % END %
294 - *****
295
296 - *****
297 - % END %
298 - *****
299
300 - *****
301 - % END %
302 - *****
303
304 - *****
305 - % END %
306 - *****
307
308 - *****
309 - % END %
310 - *****
311
312 - *****
313 - % END %
314 - *****
315
316 - *****
317 - % END %
318 - *****
319
320 - *****
321 - % END %
322 - *****
323
324 - *****
325 - % END %
326 - *****
327
328 - *****
329 - % END %
330 - *****
331
332 - *****
333 - % END %
334 - *****
335
336 - *****
337 - % END %
338 - *****
339
340 - *****
341 - % END %
342 - *****
343
344 - *****
345 - % END %
346 - *****
347
348 - *****
349 - % END %
350 - *****
351
352 - *****
353 - % END %
354 - *****
355
356 - *****
357 - % END %
358 - *****
359
360 - *****
361 - % END %
362 - *****
363
364 - *****
365 - % END %
366 - *****
367
368 - *****
369 - % END %
370 - *****
371
372 - *****
373 - % END %
374 - *****
375
376 - *****
377 - % END %
378 - *****
379
380 - *****
381 - % END %
382 - *****
383
384 - *****
385 - % END %
386 - *****
387
388 - *****
389 - % END %
390 - *****
391
392 - *****
393 - % END %
394 - *****
395
396 - *****
397 - % END %
398 - *****
399
400 - *****
401 - % END %
402 - *****
403
404 - *****
405 - % END %
406 - *****
407
408 - *****
409 - % END %
410 - *****
411
412 - *****
413 - % END %
414 - *****
415
416 - *****
417 - % END %
418 - *****
419
420 - *****
421 - % END %
422 - *****
423
424 - *****
425 - % END %
426 - *****
427
428 - *****
429 - % END %
430 - *****
431
432 - *****
433 - % END %
434 - *****
435
436 - *****
437 - % END %
438 - *****
439
440 - *****
441 - % END %
442 - *****
443
444 - *****
445 - % END %
446 - *****
447
448 - *****
449 - % END %
450 - *****
451
452 - *****
453 - % END %
454 - *****
455
456 - *****
457 - % END %
458 - *****
459
460 - *****
461 - % END %
462 - *****
463
464 - *****
465 - % END %
466 - *****
467
468 - *****
469 - % END %
470 - *****
471
472 - *****
473 - % END %
474 - *****
475
476 - *****
477 - % END %
478 - *****
479
480 - *****
481 - % END %
482 - *****
483
484 - *****
485 - % END %
486 - *****
487
488 - *****
489 - % END %
490 - *****
491
492 - *****
493 - % END %
494 - *****
495
496 - *****
497 - % END %
498 - *****
499
500 - *****
501 - % END %
502 - *****
503
504 - *****
505 - % END %
506 - *****
507
508 - *****
509 - % END %
510 - *****
511
512 - *****
513 - % END %
514 - *****
515
516 - *****
517 - % END %
518 - *****
519
520 - *****
521 - % END %
522 - *****
523
524 - *****
525 - % END %
526 - *****
527
528 - *****
529 - % END %
530 - *****
531
532 - *****
533 - % END %
534 - *****
535
536 - *****
537 - % END %
538 - *****
539
540 - *****
541 - % END %
542 - *****
543
544 - *****
545 - % END %
546 - *****
547
548 - *****
549 - % END %
550 - *****
551
552 - *****
553 - % END %
554 - *****
555
556 - *****
557 - % END %
558 - *****
559
560 - *****
561 - % END %
562 - *****
563
564 - *****
565 - % END %
566 - *****
567
568 - *****
569 - % END %
570 - *****
571
572 - *****
573 - % END %
574 - *****
575
576 - *****
577 - % END %
578 - *****
579
580 - *****
581 - % END %
582 - *****
583
584 - *****
585 - % END %
586 - *****
587
588 - *****
589 - % END %
590 - *****
591
592 - *****
593 - % END %
594 - *****
595
596 - *****
597 - % END %
598 - *****
599
600 - *****
601 - % END %
602 - *****
603
604 - *****
605 - % END %
606 - *****
607
608 - *****
609 - % END %
610 - *****
611
612 - *****
613 - % END %
614 - *****
615
616 - *****
617 - % END %
618 - *****
619
620 - *****
621 - % END %
622 - *****
623
624 - *****
625 - % END %
626 - *****
627
628 - *****
629 - % END %
630 - *****
631
632 - *****
633 - % END %
634 - *****
635
636 - *****
637 - % END %
638 - *****
639
640 - *****
641 - % END %
642 - *****
643
644 - *****
645 - % END %
646 - *****
647
648 - *****
649 - % END %
650 - *****
651
652 - *****
653 - % END %
654 - *****
655
656 - *****
657 - % END %
658 - *****
659
660 - *****
661 - % END %
662 - *****
663
664 - *****
665 - % END %
666 - *****
667
668 - *****
669 - % END %
670 - *****
671
672 - *****
673 - % END %
674 - *****
675
676 - *****
677 - % END %
678 - *****
679
680 - *****
681 - % END %
682 - *****
683
684 - *****
685 - % END %
686 - *****
687
688 - *****
689 - % END %
690 - *****
691
692 - *****
693 - % END %
694 - *****
695
696 - *****
697 - % END %
698 - *****
699
700 - *****
701 - % END %
702 - *****
703
704 - *****
705 - % END %
706 - *****
707
708 - *****
709 - % END %
710 - *****
711
712 - *****
713 - % END %
714 - *****
715
716 - *****
717 - % END %
718 - *****
719
720 - *****
721 - % END %
722 - *****
723
724 - *****
725 - % END %
726 - *****
727
728 - *****
729 - % END %
730 - *****
731
732 - *****
733 - % END %
734 - *****
735
736 - *****
737 - % END %
738 - *****
739
740 - *****
741 - % END %
742 - *****
743
744 - *****
745 - % END %
746 - *****
747
748 - *****
749 - % END %
750 - *****
751
752 - *****
753 - % END %
754 - *****
755
756 - *****
757 - % END %
758 - *****
759
760 - *****
761 - % END %
762 - *****
763
764 - *****
765 - % END %
766 - *****
767
768 - *****
769 - % END %
770 - *****
771
772 - *****
773 - % END %
774 - *****
775
776 - *****
777 - % END %
778 - *****
779
780 - *****
781 - % END %
782 - *****
783
784 - *****
785 - % END %
786 - *****
787
788 - *****
789 - % END %
790 - *****
791
792 - *****
793 - % END %
794 - *****
795
796 - *****
797 - % END %
798 - *****
799
800 - *****
801 - % END %
802 - *****
803
804 - *****
805 - % END %
806 - *****
807
808 - *****
809 - % END %
810 - *****
811
812 - *****
813 - % END %
814 - *****
815
816 - *****
817 - % END %
818 - *****
819
820 - *****
821 - % END %
822 - *****
823
824 - *****
825 - % END %
826 - *****
827
828 - *****
829 - % END %
830 - *****
831
832 - *****
833 - % END %
834 - *****
835
836 - *****
837 - % END %
838 - *****
839
840 - *****
841 - % END %
842 - *****
843
844 - *****
845 - % END %
846 - *****
847
848 - *****
849 - % END %
850 - *****
851
852 - *****
853 - % END %
854 - *****
855
856 - *****
857 - % END %
858 - *****
859
860 - *****
861 - % END %
862 - *****
863
864 - *****
865 - % END %
866 - *****
867
868 - *****
869 - % END %
870 - *****
871
872 - *****
873 - % END %
874 - *****
875
876 - *****
877 - % END %
878 - *****
879
880 - *****
881 - % END %
882 - *****
883
884 - *****
885 - % END %
886 - *****
887
888 - *****
889 - % END %
890 - *****
891
892 - *****
893 - % END %
894 - *****
895
896 - *****
897 - % END %
898 - *****
899
900 - *****
901 - % END %
902 - *****
903
904 - *****
905 - % END %
906 - *****
907
908 - *****
909 - % END %
910 - *****
911
912 - *****
913 - % END %
914 - *****
915
916 - *****
917 - % END %
918 - *****
919
920 - *****
921 - % END %
922 - *****
923
924 - *****
925 - % END %
926 - *****
927
928 - *****
929 - % END %
930 - *****
931
932 - *****
933 - % END %
934 - *****
935
936 - *****
937 - % END %
938 - *****
939
940 - *****
941 - % END %
942 - *****
943
944 - *****
945 - % END %
946 - *****
947
948 - *****
949 - % END %
950 - *****
951
952 - *****
953 - % END %
954 - *****
955
956 - *****
957 - % END %
958 - *****
959
960 - *****
961 - % END %
962 - *****
963
964 - *****
965 - % END %
966 - *****
967
968 - *****
969 - % END %
970 - *****
971
972 - *****
973 - % END %
974 - *****
975
976 - *****
977 - % END %
978 - *****
979
980 - *****
981 - % END %
982 - *****
983
984 - *****
985 - % END %
986 - *****
987
988 - *****
989 - % END %
990 - *****
991
992 - *****
993 - % END %
994 - *****
995
996 - *****
997 - % END %
998 - *****
999
1000 - *****
1001 - % END %
1002 - *****
1003
1004 - *****
1005 - % END %
1006 - *****
1007
1008 - *****
1009 - % END %
1010 - *****
1011
1012 - *****
1013 - % END %
1014 - *****
1015
1016 - *****
1017 - % END %
1018 - *****
1019
1020 - *****
1021 - % END %
1022 - *****
1023
1024 - *****
1025 - % END %
1026 - *****
1027
1028 - *****
1029 - % END %
1030 - *****
1031
1032 - *****
1033 - % END %
1034 - *****
1035
1036 - *****
1037 - % END %
1038 - *****
1039
1040 - *****
1041 - % END %
1042 - *****
1043
1044 - *****
1045 - % END %
1046 - *****
1047
1048 - *****
1049 - % END %
1050 - *****
1051
1052 - *****
1053 - % END %
1054 - *****
1055
1056 - *****
1057 - % END %
1058 - *****
1059
1060 - *****
1061 - % END %
1062 - *****
1063
1064 - *****
1065 - % END %
1066 - *****
1067
1068 - *****
1069 - % END %
1070 - *****
1071
1072 - *****
1073 - % END %
1074 - *****
1075
1076 - *****
1077 - % END %
1078 - *****
1079
1080 - *****
1081 - % END %
1082 - *****
1083
1084 - *****
1085 - % END %
1086 - *****
1087
1088 - *****
1089 - % END %
1090 - *****
1091
1092 - *****
1093 - % END %
1094 - *****
1095
1096 - *****
1097 - % END %
1098 - *****
1099
1100 - *****
1101 - % END %
1102 - *****
1103
1104 - *****
1105 - % END %
1106 - *****
1107
1108 - *****
1109 - % END %
1110 - *****
1111
1112 - *****
1113 - % END %
1114 - *****
1115
1116 - *****
1117 - % END %
1118 - *****
1119
1120 - *****
1121 - % END %
1122 - *****
1123
1124 - *****
1125 - % END %
1126 - *****
1127
1128 - *****
1129 - % END %
1130 - *****
1131
1132 - *****
1133 - % END %
1134 - *****
1135
1136 - *****
1137 - % END %
1138 - *****
1139
1140 - *****
1141 - % END %
1142 - *****
1143
1144 - *****
1145 - % END %
1146 - *****
1147
1148 - *****
1149 - % END %
1150 - *****
1151
1152 - *****
1153 - % END %
1154 - *****
1155
1156 - *****
1157 - % END %
1158 - *****
1159
1160 - *****
1161 - % END %
1162 - *****
1163
1164 - *****
1165 - % END %
1166 - *****
1167
1168 - *****
1169 - % END %
1170 - *****
1171
1172 - *****
1173 - % END %
1174 - *****
1175
1176 - *****
1177 - % END %
1178 - *****
1179
1180 - *****
1181 - % END %
1182 - *****
1183
1184 - *****
1185 - % END %
1186 - *****
1187
1188 - *****
1189 - % END %
1190 - *****
1191
1192 - *****
1193 - % END %
1194 - *****
1195
1196 - *****
1197 - % END %
1198 - *****
1199
1200 - *****
1201 - % END %
1202 - *****
1203
1204 - *****
1205 - % END %
1206 - *****
1207
1208 - *****
1209 - % END %
1210 - *****
1211
1212 - *****
1213 - % END %
1214 - *****
1215
1216 - *****
1217 - % END %
1218 - *****
1219
1220 - *****
1221 - % END %
1222 - *****
1223
1224 - *****
1225 - % END %
1226 - *****
1227
1228 - *****
1229 - % END %
1230 - *****
1231
1232 - *****
1233 - % END %
1234 - *****
1235
1236 - *****
1237 - % END %
1238 - *****
1239
1240 - *****
1241 - % END %
1242 - *****
1243
1244 - *****
1245 - % END %
1246 - *****
1247
1248 - *****
1249 - % END %
1250 - *****
1251
1252 - *****
1253 - % END %
1254 - *****
1255
1256 - *****
1257 - % END %
1258 - *****
1259
1260 - *****
1261 - % END %
1262 - *****
1263
1264 - *****
1265 - % END %
1266 - *****
1267
1268 - *****
1269 - % END %
1270 - *****
1271
1272 - *****
1273 - % END %
1274 - *****
1275
1276 - *****
1277 - % END %
1278 - *****
1279
1280 - *****
1281 - % END %
1282 - *****
1283
1284 - *****
1285 - % END %
1286 - *****
1287
1288 - *****
1289 - % END %
1290 - *****
1291
1292 - *****
1293 - % END %
1294 - *****
1295
1296 - *****
1297 - % END %
1298 - *****
1299
1300 - *****
1301 - % END %
1302 - *****
1303
1304 - *****
1305 - % END %
1306 - *****
1307
1308 - *****
1309 - % END %
1310 - *****
1311
1312 - *****
1313 - % END %
1314 - *****
1315
1316 - *****
1317 - % END %
1318 - *****
1319
1320 - *****
1321 - % END %
1322 - *****
1323
1324 - *****
1325 - % END %
1326 - *****
1327
1328 - *****
1329 - % END %
1330 - *****
1331
1332 - *****
1333 - % END %
1334 - *****
1335
1336 - *****
1337 - % END %
1338 - *****
1339
1340 - *****
1341 - % END %
1342 - *****
1343
1344 - *****
1345 - % END %
1346 - *****
1347
1348 - *****
1349 - % END %
1350 - *****
1351
1352 - *****
1353 - % END %
1354 - *****
1355
1356 - *****
1357 - % END %
1358 - *****
1359
1360 - *****
1361 - % END %
1362 - *****
1363
1364 - *****
1365 - % END %
1366 - *****
1367
1368 - *****
1369 - % END %
1370 - *****
1371
1372 - *****
1373 - % END %
1374 - *****
1375
1376 - *****
1377 - % END %
1378 - *****
1379
1380 - *****
1381 - % END %
1382 - *****
1383
1384 - *****
1385 - % END %
1386 - *****
1387
1388 - *****
1389 - % END %
1390 - *****
1391
1392 - *****
1393 - % END %
1394 - *****
1395
1396 - *****
1397 - % END %
1398 - *****
1399
1400 - *****
1401 - % END %
1402 - *****
1403
1404 - *****
1405 - % END %
1406 - *****
1407
1408 - *****
1409 - % END %
1410 - *****
1411
1412 - *****
1413 - % END %
1414 - *****
1415
1416 - *****
1417 - % END %
1418 - *****
1419
1420 - *****
1421 - % END %
1422 - *****
1423
1424 - *****
1425 - % END %
1426 - *****
1427
1428 - *****
1429 - % END %
1430 - *****
1431
1432 - *****
1433 - % END %
1434 - *****
1435
1436 - *****
1437 - % END %
1438 - *****
1439
1440 - *****
1441 - % END %
1442 - *****
1443
1444 - *****
1445 - % END %
1446 - *****
1447
1448 - *****
1449 - % END %
1450 - *****
1451
1452 - *****
1453 - % END %
1454 - *****
1455
1456 - *****
1457 - % END %
1458 - *****
1459
1460 - *****
1461 - % END %
1462 - *****
1463
1464 - *****
1465 - % END %
1466 - *****
1467
1468 - *****
1469 - % END %
1470 - *****
1471
1472 - *****
1473 - % END %
1474 - *****
1475
1476 - *****
1477 - % END %
1478 - *****
1479
1480 - *****
1481 - % END %
1482 - *****
1483
1484 - *****
1485 - % END %
1486 - *****
1487
1488 - *****
1489 - % END %
1490 - *****
1491
1492 - *****
1493 - % END %
1494 - *****
1495
1496 - *****
1497 - % END %
1498 - *****
1499
1500 - *****
1501 - % END %
1502 - *****
1503
1504 - *****
1505 - % END %
1506 - *****
1507
1508 - *****
1509 - % END %
1510 - *****
1511
1512 - *****
1513 - % END %
1514 - *****
1515
1516 - *****
1517 - % END %
1518 - *****
1519
1520 - *****
1521 - % END %
1522 - *****
1523
1524 - *****
1525 - % END %
1526 - *****
1527
1528 - *****
1529 - % END %
1530 - *****
1531
1532 - *****
1533 - % END %
1534 - *****
1535
1536 - *****
1537 - % END %
1538 - *****
1539
1540 - *****
1541 - % END %
1542 - *****
1543
1544 - *****
1545 - % END %
1546 - *****
1547
1548 - *****
1549 - % END %
1550 - *****
1551
1552 - *****
1553 - % END %
1554 - *****
1555
1556 - *****
1557 - % END %
1558 - *****
1559
1560 - *****
1561 - % END %
1562 - *****
1563
1564 - *****
1565 - % END %
1566 - *****
1567
1568 - *****
1569 - % END %
1570 - *****
1571
1572 - *****
1573 - % END %
1574 - *****
1575
1576 - *****
1577 - % END %
1578 - *****
1579
1580 - *****
1581 - % END %
1582 - *****
1583
1584 - *****
1585 - % END %
1586 - *****
1587
1588 - *****
1589 - % END %
1590 - *****
1591
1592 - *****
1593 - % END %
1594 - *****
1595
1596 - *****
1597 - % END %
1598 - *****
1599
1600 - *****
1601 - % END %
1602 - *****
1603
1604 - *****
1605 - % END %
1606 - *****
1607
1608 - *****
1609 - % END %
1610 - *****
1611
1612 - *****
1613 - % END %
1614 - *****
1615
1616 - *****
1617 - % END %
1618 - *****
1619
1620 - *****
1621 - % END %
1622 - *****
1623
1624 - *****
1625 - % END %
1626 - *****
1627
1628 - *****
1629 - % END %
1630 - *****
1631
1632 - *****
1633 - % END %
1634 - *****
1635
1636 - *****
1637 - % END %
1638 - *****
1639
1640 - *****
1641 - % END %
1642 - *****
1643
1644 - *****
1645 - % END %
1646 - *****
1647
1648 - *****
1649 - % END %
1650 - *****
1651
1652 - *****
1653 - % END %
1654 - *****
1655
1656 - *****
1657 - % END %
1658 - *****
1659
1660 - *****
1661 - % END %
1662 - *****
1663
1664 - *****
1665 - % END %
1666 - *****
1667
1668 - *****
1669 - % END %
1670 - *****
1671
1672 - *****
1673 - % END %
1674 - *****
1675
1676 - *****
1677 - % END %
1678 - *****
1679
1680 - *****
1681 - % END %
1682 - *****
1683
1684 - *****
1685 - % END %
1686 - *****
1687
1688 - *****
1
```

Após clicar em “Run” na tela operacional do *Matlab* abre-se no “Command Window” o pedido pelo número de iterações propostas.

Na sequência, a figura 3 ilustra a opção pela geração pelo parâmetro G_m , no caso opção 1.

Figura 3 – Seleção do parâmetro 1 (G_m) ou do parâmetro 2 (R_m)

```
REGRESSION ALGORITHM

Choose the number of iterations: 1

Choose the dataset:
1 = gm
2 = rm
```

Na próxima etapa o algoritmo carrega uma tabela “.csv” com os parâmetros lançados correspondente de *outputs* (primeira coluna) e

inputs (segunda e terceira), no caso para G_m (Figura 4).

Figura 4 – O algoritmo carrega a tabela de origem .csv

```
dataSet =

    1.0300    0.3000    0.0500
    3.2400    0.3500    0.0500
    3.4100    0.4000    0.0500
    5.8600    0.4500    0.0500
    3.5300    0.3500    0.1000
    4.7600    0.4000    0.1000
    5.2300    0.4500    0.1000
    3.0800    0.3500    0.2000
    3.4900    0.4000    0.2000
    5.8000    0.4500    0.2000
    2.7600    0.3500    0.2500
    3.2300    0.4000    0.2500
    4.7800    0.4500    0.2500

Choose the number of folds to the stratified cross-validation:
```

Na sequência determina-se o número de *folds*, conforme ilustra a figura 5. Nesta exemplificação assumem-se 10.

Figura 5 – Escolhendo o número de *folds*

```
Choose the number of folds to the stratified cross-validation:

10
```

O algoritmo desenvolvido além da análise MLP (opção 2) também realiza análises de regressões lineares, declarada no algoritmo como *Linear Regression* (opção 1). Logo, a

próxima etapa foi a definição do algoritmo a ser utilizado conforme apresenta a figura 6, a opção assumida é a 2.

Figura 6 – Escolhendo o algoritmo

```

Choose the number of folds to the stratified cross-validation:

10

Choose the regression algorithm:
1 = Linear Regression
2 = MLP NN

```

A última escolha de refinamento fica por conta da definição da quantidade de neurônios (*perceptrons*) da camada oculta, conforme

apresenta a figura 7. Assumiu-se como padrão 5 neurônios.

Figura 7 – Escolha do número de perceptrons

```

Choose the regression algorithm:
1 = Linear Regression
2 = MLP NN

2

Choose the number of neurons in hidden layer:
5

```

Os *outputs* gerados pelo algoritmo estão apresentados na figura 8, onde observa-se o coeficiente R^2 e o custo computacional

baseado no tempo em segundos (*Computational cost*).

Figura 8 – Demonstrativo final do algoritmo

```

Choose the number of neurons in hidden layer:
5

Iteration #1 | R2: 96.4289%

Dataset: gm.csv
Number of Instances: 13
Number of Prediction Attributes: 2
Validation algorithm: 10-fold Cross-Validation
Algorithm: MLP NN
Number of iterations: 1
R2: 96.4289%
Computational cost: 37.1623 seconds

```

Na figura VIII apresenta-se o estrato dos resultados finais do algoritmo de redes neurais com um valor interessante de 96,4289% para o R^2 . O custo computacional nesta simulação foi de 37.1623 segundos.

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos pela análise *Multilayer Perceptron (MLP)* no *Matlab*, com apenas uma iteração, estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Valores de R^2 para análise de *outputs* G_m e R_m

Algoritmo (10 <i>folds</i>)	Neurônios na camada oculta	R^2 (%)	
		G_m	R_m
<i>Multilayer Perceptron (MLP)</i> com uma única camada oculta	2	98,6995	91,9706
	3	98,3580	99,3954
	4	91,7932	81,7990
	5	99,7547	99,0014

Considerando os dados da tabela 2 é possível relacionar que os valores preditos (algoritmo) versus o valor calculado (equações 1 e 2) possuem ótimos valores de correlação. Foram obtidos resultados superiores a 90% em três das quatro análises. Os treinamentos/validações dos valores dos *inputs* mostraram que é possível obter resultados bem satisfatórios para G_m e R_m , mesmo com apenas uma iteração, para as

redes de 2, 3 e 5 neurônios na camada oculta. Todos os custos computacionais foram inferiores a 38 segundos para um computador com processador Core™ i5. A figura 9 ilustra dois momentos de leituras no algoritmo *Main.m*, para dois dos dez *folds*. No primeiro momento (figura 9a) uma leitura de iteração de um *fold* com apenas um neurônio e no segundo momento (figura 9b) a leitura de um *fold* com 2 neurônios.

Figura 9 – Exemplos de gráficos gerados pelo algoritmo

(a)

Realça-se que o algoritmo *Main.m* forma a composição dos valores de sp/c (*Dependent Variable*) com a iteração dinâmica dos testes e validações. No instante apresentado na figura 9a, a leitura no algoritmo neural *mean* apresenta o valor de 0,05 para sp/c, tal qual o valor suposto de observação pela rede neural, porém diferente do valor de predição do cálculo instantâneo do parâmetro, que era de 0,17. Na figura 9b realiza-se a leitura dupla pela presença de dois neurônios no mesmo *fold*, observa-se que o valor *mean* mantém-se constante.

(b)

Contudo, enfatiza-se que um número maior de iteração poderia favorecer o entendimento melhor sobre a relação R^2 dos valores experimentais. Da mesma forma, pode-se realizar novas simulações com um número de *folds* menor, relevando-se que foi adotado um padrão de *folds* grande em relação a população amostral. No entanto, enfatiza-se que o foco era de fato realizar bons treinos para favorecer um teste mais assertivo de valores para avaliação do R^2 .

4. CONCLUSÃO

As análises realizadas com o auxílio do algoritmo de redes neurais *MLP* no *Matlab*, apresentaram bons índices de desempenho para o coeficiente de determinação de correlação R^2 . O algoritmo de *RN MLP* apresentou um melhor desempenho nas bases de correlação quando utilizou 5 neurônios na camada oculta.

As composições 7 (sp/c 0,45 e CBC/ar 0,10) e 13 (sp/c 0,45 e CBC/ar 0,25) da tabela 1 podem ser utilizadas para produzir AGA pois atendem as especificações de G_m e R_m e, os respectivos coeficientes R^2 das suas categorias, investigados com 5 neurônios na camada oculta apresentam excelentes resultados, 0,997547 e 0,990140. Em termos diretos é possível substituir 25% da areia por

cinza do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de argamassa autoadensável.

Por fim, realça-se que para implementações futuras, vale a perspectiva de treinar/validar novos valores com a rede neural para posteriores testes experimentais de comprovação. Para isso, recomenda-se uma maior quantidade de iterações e com um número maior de *inputs* e *outputs*.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo incentivo dado aos pesquisadores. Ao laboratório de materiais de construção civil do DEC-UEM. A BASF S/A do Brasil pelo patrocínio do aditivo. Ao grupo Usaçúcar por todo incentivo e doação da CBC.

REFERÊNCIAS

- [1]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004. Resíduos Sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- [2]. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15900. Água para amassamento do concreto - requisitos. Rio de Janeiro, 2009.
- [3]. CASTRO, L. N. Fundamentals of natural computing: an overview. *Physics of Life Reviews*, Vol. 4, No. 1, p. 1-36, 2007.
- [4]. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar. Primeiro levantamento, abril. Brasília : CONAB 2017. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&> >. Acesso em: 02 ago. 2017.
- [5]. DE PAULA, M. O.; TINÔCO, I.F.F.; RODRIGUES, C. S.; DA SILVA, E. N.; SOUZA, C. F.; Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*.v.13, n.3, p.353–357, 2009.
- [6]. EFNARC - EUROPEAN FEDERATION FOR SPECIALIST CONSTRUCTION CHEMICALS AND CONCRETE SYSTEMS. The Europe Guidelines for Self-Compacting Concrete – Specification, Production and Use. In: EFNARC Maio, 2005. Disponível em: <http://www.EFNARC.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2017.
- [7]. FIESP/CIESP – FEDERAÇÃO DA INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO/ CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ampliação da oferta de energia através da biomassa. São Paulo: 2001. Disponível em: < <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/ampliacao-da-oferta-de-energia-atraves-de-biomassa/> >. Acessado em: 03 ago. 2017.
- [8]. GOMES, P. C. C. Optimization and Characterization of High-Strength Self- Compacting Concrete. 2002, 139 p. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2002.
- [9]. GOMES, P. C. C.; BARROS, A. R. de. Métodos de dosagem de concreto autoadensável. São Paulo: Pini, 2009.
- [10]. GÜNEYISI, E.; GESOGLU, M.; GHANIM, H.; İPEK, S.; TAHA, I. Influence of the artificial lightweight aggregate on fresh properties and compressive strength of the self-compacting mortars. *Construction and Building Materials*, 30 July 2016, Vol.116, pp.151-158.
- [11]. HAYKIN, S. S. Redes neurais: princípios e prática. 2a ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2001.
- [12]. KHOTBEHSARA, M. M.; MOHSENI, E.; YAZDI, M. A.; SARKER, P.; RANJBAR, M. M. Effect of nano-CuO and fly ash on the properties of self-compacting mortar. *Construction and Building Materials*, 30 September 2015. Vol.94, pp.758-766
- [13]. LING, T-C.; KOU, S-C.; POON, C. S. Precast architectural tiles produced by double-layer casting method. *Cement and Concrete Composites*, February 2016, Vol.66, pp.73-81.
- [14]. MOISÉS, M. P. Síntese de Zeólitas a partir de resíduos sólidos e sua aplicação como material bioativo e adsorvente de gases. 2014, 89 p. Doutorado em Química. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

- [15]. MOLIN FILHO, R. G. D. Concreto auto-adensável com cinza do bagaço da cana-de-açúcar. 2012, 164 p. Mestrado em Engenharia Urbana. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.
- [16]. OKAMURA, H. Self-compacting concrete. Development, present use and future. Edição: A. Skarendhal; Petersson. In: International Rilem Symposium on Self-compacting Concrete, 1st, 1999, Stockholm. Proceedings. RILEM Publications, France, 3-14, 1999.
- [17]. OKAMURA, H.; OUCHI, M. Self-compacting concrete. *Jornal of advance concrete technology*, v. 1, n. 1, p 5-15, 2003.
- [18]. SAFI, B.; SAIDI, M.; DAOUI, A.; BELLAL, AHMED ; MECHEKAK, ALI; TOUMI, K. The use of seashells as a fine aggregate (by sand substitution) in self-compacting mortar (SCM). *Construction and Building Materials*, 1 March 2015, Vol.78, pp.430-438.
- [19]. SOUZA, G. N.; FORMAGINI, S.; CUSTÓDIO, F. O.; SILVEIRA, M. M. Desenvolvimento de Argamassas com Substituição Parcial do Cimento Portland por Cinzas Residuais do Bagaço de Cana-de-açúcar. 2007. In: 49º Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON. Anais... Bento Gonçalves, Brasil: IBRACON. CD-ROM.
- [20]. THOM DE SOUZA, R. C. Previsão de Séries Temporais Utilizando Rede Neural Treinada por Filtro de Kalman e Evolução Diferencial. 2008, 85 p. Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2008.

Capítulo 10

RECURSOS HÍDRICOS: MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA E TELEMETRIA COMO FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Luan Diego de Lima Pereira

Wilquer de Lima Pereira

Adan Lúcio Pereira

Flavio Henrique Alves Agrizzi

Wesley de Almeida Souto

Resumo: Os recursos ambientais, em especial os recursos hídricos, estão atualmente numa posição vulnerável de degradação e escassez em todo o mundo, por isso é imprescindível o combate às perdas e desperdícios. De acordo com o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS, em 2015 o Brasil teve um índice de 36,7% de perdas na distribuição dos prestadores de serviços, o que vem atraindo investimento em tecnologias que solucionem ou minimizem o problema. Sob este cenário, o presente trabalho realiza um estudo bibliográfico sobre a telemetria e a medição individualizada como ferramenta de uso sustentável de tais recursos. Para isso buscou-se bibliografias relacionadas ao tema em autores renomados e em relatórios de órgãos governamentais. Assim, verifica-se que há uma necessidade de melhor gerenciamento do consumo de água, para que o mesmo se dê de forma consciente e sustentável.

Palavras chave: Telemetria, Medição, Consumo, Desenvolvimento Sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem disputado e fator de riqueza das nações, essencial à sobrevivência humana, tanto para consumo próprio, como para a manutenção da sociedade, em atividades de lazer, agricultura, comércio e indústrias. Porém, ela vem se tornando cada vez mais escassa, devido a sua má utilização, desperdícios e mudanças climáticas.

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2014), é previsto que, em 2025, a escassez de água afetará mais de 1,8 milhões de pessoas, atingindo sobretudo os trabalhadores agrícolas e os agricultores pobres. Para minimizar essa problemática, é preciso que haja um melhor planejamento e uma gestão dos recursos hídricos.

Para isso, é possível adotar políticas de racionamento de água, otimizando sua utilização. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), racionalização do uso da água é a sistematização de intervenções a serem realizadas em uma edificação.

Uma das alternativas para a racionalização da água é a implantação de sistemas de medição individualizada em condomínios residenciais, tendo cada apartamento o seu próprio medidor, com o cliente pagando somente o próprio consumo. Esse sistema muda todo o cenário de abastecimento. “[...] a medição individualizada quando implantada em condomínios, beneficia a população, o condomínio, os condôminos, a administradora e a construtora. Além da grande contribuição com a Natureza” (TECHMETRIA, 2015, p. 23).

A individualização da medição surge como uma melhoria, podendo se tornar ainda mais ágil e prático com a utilização de medidores inteligentes, que utilizam redes sem fio para transmitirem as informações coletadas, dispensando o acesso ao hidrômetro para realização da leitura, facilitando a instalação em locais de difícil acesso. Redes sem fio é uma modalidade de comunicação onde a informação é transmitida através da atmosfera por ondas eletromagnéticas ou acústicas, substituindo os meios físicos. Na maioria dos sistemas de redes sem fio em uso, são utilizadas ondas de rádio frequência ou infravermelho (VALGAS, 1999).

Além destes benefícios, esse sistema inteligente proporciona agilidade, praticidade, segurança e confiabilidade, pois além de

dispensar o acesso ao hidrômetro para se fazer a leitura, exceto em casos de manutenção, ele também possui alto grau de confiabilidade, uma vez que é isento de erros humanos no ato da leitura, além da possibilidade de monitorar possíveis vazamentos na tubulação ou fraudes.

Neste trabalho é realizado uma pesquisa bibliográfica acerca da medição do consumo de água, tendo como pauta de discussão o uso racional dos recursos hídricos para a garantia do desenvolvimento sustentável. Para a realização desses procedimentos, a revisão foi conduzida por pesquisas nas bases de dados pré-selecionados de autores renomados no tema e em sites e relatórios de organizações, como a Organização das Nações Unidas, Agência Nacional das Águas, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamentos, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e conferências nacionais e internacionais sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

O restante deste artigo foi organizado da seguinte maneira: a seção 2 descreve o conceito de desenvolvimento sustentável e os avanços nacionais e internacionais em prol do meio ambiente, a sessão 3 discute sobre as perdas nos sistemas de abastecimento de água, a sessão 4 mostra a importância da medição individualizada para o uso consciente dos recursos hídricos, a seção 5 discute a importância da utilização da telemetria como ferramenta de leitura de medidores e gestão de consumo consciente e a sessão 6 traz as considerações finais do trabalho.

2. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Nas últimas décadas a discussão sobre a preservação do meio ambiente ganha força, frente às mudanças causadas pelas ações do homem no processo de industrialização e civilização. Em 1972 foi realizada em Estocolmo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, com representantes de 113 países, 250 organizações não governamentais e representantes da Organização das Nações Unidas (ONU), resultando na Declaração sobre o Meio Ambiente, que estabeleceu princípios de comportamento e responsabilidade ambiental, formalizado em um Plano de Ação convocando todos os países, órgãos das Nações Unidas e organizações internacionais a cooperarem na busca de soluções para os

problemas ambientais recorrentes (FELDMANN, 1997).

Anos depois, o termo “desenvolvimento sustentável” surge oriundo de estudos da Organização das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas durante a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNMAD), também conhecida como Comissão de Brundtland, no qual desenvolveu o relatório que ficou conhecido como “*Nosso Futuro Comum*” (BARBOSA, 2008). Neste relatório o desenvolvimento sustentável é definido como “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (CNMAD, 1991). O tema teve destaque internacional com a formulação do documento de estratégias e táticas para um mundo equilibrado, conhecido como agenda 21, durante a Eco 92, que reuniu lideranças de mais de 170 países no Rio de Janeiro. Como fruto dessa conferência foram assinados outros documentos, como a Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, Princípios para a Administração Sustentável das Florestas, Convenção da Biodiversidade e Convenção sobre Mudanças do Clima.

O conceito de desenvolvimento sustentável passou a ser tema frequente nas conferências e nos tratados internacionais sobre meio ambiente, como ocorreu no Protocolo de Kyoto, no Japão em 1997. O objetivo desde acordo internacional entre membros da ONU é de reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa e do aquecimento global.

Em 2012 aconteceu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a RIO+20, na qual estavam presentes líderes de 193 países membros da ONU, com o intuito de renovar e reafirmar o compromisso de todos com o desenvolvimento sustentável do planeta terra, firmado na ECO 92 em 1992.

No Brasil o meio ambiente é protegido juridicamente pela Constituição Federal de 1988, assegurando direitos e deveres para preservar, proteger e promover um meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme estabelecido em seu artigo 255:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-

lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Portanto, para a Constituição Federal todos tem o direito de usufruir de um meio ambiente equilibrado e para que isso ocorra sustentavelmente, garantindo que as futuras gerações tenham o mesmo direito, cabe à coletividade e ao Poder Público protegê-lo, conforme explana Nusdeo (2005):

Com efeito, o art. 225 da CF, ao impor à coletividade e ao Poder Público o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, acolheu o desenvolvimento sustentável como um princípio. Por outro lado, a necessidade de interpretação sistemática e global da Constituição impõe ao interprete a análise desse artigo em consonância com outros princípios centrais da República brasileira e da ordem econômica. Assim, a proteção ambiental e o princípio democrático devem pontuar a busca pelo desenvolvimento econômico e redução das desigualdades sociais e regionais no exercício da atividade econômica pela livre iniciativa ou pelo Estado.

Assim, há a necessidade tanto da conscientização individual para um comportamento ecologicamente correto, quanto da implementação de políticas públicas, por parte do Estado, no combate à degradação dos recursos naturais. Deve-se, portanto, conciliar o crescimento socioeconômico com o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, é preciso buscar soluções para o uso racional da água, de forma a garantir que as futuras gerações possam também usufruir tal recurso.

3. PERDAS NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTOS

As perdas no sistema de abastecimento de água é um problema recorrente enfrentado pelas operadoras de água em países em desenvolvimento. Coelho (2001, p. 74) define as perdas nos sistemas de abastecimento de água como sendo “a quantidade de água existente em qualquer parte do sistema de abastecimento de água que não está contabilizada e faturada pela empresa de abastecimento de água. Em outras palavras, aquela água que não está chegando legalmente ao usuário final”. Ele ainda diz que as perdas podem ocorrer no manancial, na adução, na estação de tratamento d’água, nos reservatórios, na rede de distribuição e no

usuário final. Algumas perdas são de características técnicas, como rompimentos e vazamentos e são resolvidas com ações de operação e manutenção otimizada. Outras perdas são ocorridas no usuário final, como ligações clandestinas e ligações cortadas

ligadas à revelia e sua redução depende de ações tipicamente de otimização comercial e de conscientização da população. A Figura 1 mostra um diagrama de causa e efeito das perdas aparentes na macro e micromedidação.

Figura 1. Diagrama causa-efeito de perdas aparentes

Fonte: (GULARTE, 2005)

Na Figura 2, podemos observar o índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços de diversos estados e municípios

brasileiros. A linha vermelha representado o valor médio nacional do indicador no ano de 2015, segundo dados do SNIS (2015).

Figura 2. Gráfico do índice de perdas na distribuição dos prestadores de serviços de abrangência regional

Fonte: SNIS, 2015

Vale salientar que existe uma diferença entre perda e desperdício. Segundo a ANA (2005):

Perda – toda água que escapa do sistema antes de ser utilizada para uma atividade-fim;

Desperdício – utilização da água em quantidade superior a necessária para o desenvolvimento adequado da atividade consumidora.

Portanto, entende-se que perda é uma deficiência do sistema de abastecimento, que pode ser minimizada com o seu correto dimensionamento e utilizando a tecnologia em seu favor. Já desperdício é o uso excessivo por parte do consumidor, uma falta de conscientização.

A Figura 3 demonstra o consumo médio de água em uma residência domiciliar. Como

podemos observar, o chuveiro é quem mais consome (55%), seguido do lavatório (18%), da máquina de lavar (11%), do banheiro (8%), do vaso sanitário (5%) e do tanque (3%). Porém, para a maioria dos consumidores esses dados passam despercebidos, já que o consumo é baseado para toda a residência e não por partes específicas. Além disso, alguns prédios antigos possuem somente um medidor, que mede o consumo geral e traça uma média para cada apartamento, deixando o consumidor sem saber o quanto consumiu de fato.

Figura 3. Distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar

Fonte: ROCHA et al. 1999 apud ANA, 2005

4. MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

Alguns condomínios e prédios antigos ainda possuem sistema de medição coletivo, onde há um único medidor para todos os setores, ou todos os apartamentos, gerando um faturamento por rateio. Esse tipo de medição gera desperdício de água, uma vez que o consumidor não se conscientiza com a necessidade de economia de água, além de problemas com vazamentos generalizados. A solução já adotada por muitos destes edifícios é optar pela medição individualizada, conforme Figura 4. Segundo Coelho (2004, p. 43), um sistema de medição individualizada

de água “consiste na instalação de hidrômetro no ramal de cada unidade habitacional, de modo que seja medido todo o seu consumo, com finalidade de racionalizar o uso da água e fazer a cobrança proporcional ao consumo”. Dessa forma é possível ter uma cobrança justa, já que o consumidor irá pagar somente pelo que consome e portanto, é também um incentivo para o uso racional da água. É acrescido ao valor da conta o consumo do condomínio rateado, já que não é gerada uma conta para o mesmo. O valor deste é calculado pela diferença entre o medidor geral e o somatório dos medidores individuais.

Figura 4. Sistema de medição individualizada

Fonte: OLIVEIRA, 2007

As vantagens do uso do sistema de medição individualizada foram comprovadas por Yamada, Prado e Ioshimoto (2001) em seu trabalho “Os Impactos da Medição Individualizada do Consumo de Água em Edifícios Residenciais Multi-familiares”. Foi analisado o conjunto habitacional CECAP (Companhia Estadual de Casas Populares), o qual possui blocos de edifícios padronizados, porém com sistemas de medição de consumo de água diferentes, sendo 40% (30 blocos) com medição coletiva e 60% (48 blocos) com medição individualizada.

No mesmo trabalho os autores observaram que os edifícios com medição coletiva tiveram uma média de consumo mensal por habitante de 21,1 m³/mês/habitação, enquanto que aqueles com medição individual tiveram uma média de 17,6 m³/mês/habitação, uma diferença notória. Isso se dá devido a diferentes comportamentos e hábitos de consumo de água e uma menor conscientização e preocupação dos consumidores que residem em edifícios com medição coletiva. Esse fato é justificado pela forma de rateio da conta de água entre os moradores.

Em algumas cidades do país já é obrigatório por lei que os edifícios possuam sistemas de medição individualizada, como é o caso da cidade de Palmas, com a Lei nº 1245 de 05 de novembro de 2003 e de Recife com a Lei nº 16759 de 17 de abril de 2002, conforme regulamenta os Art. 1º das referidas leis, respectivamente:

Art. 1º Nos edifícios e condomínios com mais de uma unidade de consumo independente da categoria de usuários a que pertençam; residenciais, comerciais, públicos, mistos e da área das unidades deverão ser dotados de sistema de medição individual de consumo de água, cujos projetos de construção não tenham sido protocolados no órgão competente do município até a data de vigência desta Lei.

Art. 1º É obrigatória a instalação de medidores individuais de consumo de água em todas as edificações ou conjunto de edificações, construídas a partir da vigência da presente Lei, sob a forma de unidades isoladas entre si, destinadas a fins residenciais ou não residenciais no município de Palmas.

5. TELEMETRIA

Com o uso da tecnologia nas medições individualizadas é possível aprimorar a forma de se realizar a leitura, através da telemetria. As formas mais utilizadas de telemetria são a radiofrequência, a GPRS/GSM e M-Bus. A comunicação via rádio frequência, está entre as mais utilizadas e com um menor custo (COELHO, 2009).

Com a telemetria é possível acompanhar o comportamento de consumo nos hidrômetros que possuam saída pulsada de comunicação ou protocolo M-Bus. Além disso é possível

gerenciar o consumo, através dos dados coletados pelos medidores (TSUTIYA, 2006).

Na Figura 5 é possível entender o funcionamento de um sistema de telemetria. Um hidrômetro com saída pulsada ou com protocolo M-Bus lê o consumo de água, acumula os dados e os transmite via wifi. Os dados transmitidos são recebidos por um receptor e enviados a uma central de gerenciamento, que irá tratar os valores e traçar o perfil daquele medidor, ou daquele cliente, podendo gerar gráficos, detalhamentos de consumo, faturamento, entre outras diversas aplicações.

Figura 5. Sistema de Telemetria

Fonte: TSUTIYA, 2006

Esse sistema de medição tem sido utilizado pelas concessionárias de abastecimento de água e saneamento, principalmente em condomínios multi-familiares e áreas de difícil acesso. Tamaki (2003) cita alguns de seus benefícios:

Para a concessionária: Reduz o custo de leitura referentes a pessoal, tempo de leitura, confiabilidade da medição, processamento e bilhetagem; Adquire informações sobre o perfil de seus consumidores, podendo traçar uma curva de demanda, bastante útil em períodos de racionamento de água;

Para os administradores dos sistemas prediais: Possibilita o acompanhamento do consumo, podendo trazer uma redução no consumo do insumo, economia de recursos financeiros, eficiência e segurança no uso, minimização dos prejuízos quando da falha dos sistemas, entre outros benefícios;

Para o usuário: Com a posse dos dados qualitativos e quantitativos, o cliente pode cobrar melhorias por parte das concessionárias e dos administradores, além de conhecer seu próprio consumo. Para aqueles que moram em condomínios, não há a necessidade do leiturista entrar para conferir o consumo, oferecendo segurança e privacidade aos moradores.

Além desses benefícios citados pelo autor, existe a possibilidade de aplicar a telemetria na submedição, podendo, por exemplo, instalar medidores em diversos pontos da residência para monitorar o consumo por cômodo, ou por equipamentos, como nos chuveiros, máquinas de lavar, lavatórios, etc.

Segundo Rozas e Prado (2002) os sistemas de telemetria estão divididos em quatro partes:

- Unidade de Medição e Leitura;
- Unidade de Interface de Medidores (MIU);
- Rede de Comunicação;
- Central de Gerenciamento.

Os autores ainda afirmam que “todos os elementos do sistema são obrigatórios,

podendo ou não estar integrados em um mesmo equipamento ou invólucro. Esta sequência deve ser rigorosamente obedecida, não havendo troca de informações entre elementos não consecutivos” (ROZAS & PRADO, 2002, p. 13). A Figura 6 apresenta a sequência composta pelo sistema.

Figura 6. Sistema de leitura automática de medição

Fonte: ROZAS e PRADO, 2002

5.1 UNIDADE DE MEDIÇÃO E LEITURA

A unidade de medição e leitura é composta pelo medidor, que converte uma grandeza física (volume, fluxo, etc.) em grandezas mensuráveis (m^3 , l/min, etc.). Nos medidores convencionais de água, a medição é realizada por um dispositivo mecânico ou eletromecânico, que se movimenta proporcionalmente ao fluxo de água, contabilizando o consumo. Para adequar o sistema de telemetria a esses medidores, são introduzidos dispositivos contadores do tipo emissor/receptor. Estes emitem pulsos eletromagnéticos que ativam sensores, os quais enviam um sinal para um circuito eletrônico, cuja saída pode ser pulsada, eletrônica analógica ou digital. No caso de medidores com saída pulsada, a saída são pulsos elétricos serão tratados em coletores externos (TAMAKI, 2003).

5.2 UNIDADE DE INTERFACE DE MEDIDORES (MIU)

Para Tamaki (2003) a unidade de interface de medidores (do inglês *Meter Interface Unit - MIU*) é responsável pela comunicação entre medidor e rede de comunicação, convertendo os dados coletados para o adequado transporte. Portanto, pode-se dizer que essa unidade é dotada de entrada e saída, sendo a conversão de dados realizada por circuitos eletrônicos.

Segundo o mesmo autor, a MIU pode estar localizada em diversos pontos do sistema de telemedicação:

No próprio medidor: Integrada ao aparelho de medição, onde o circuito eletrônico recebe o pulso elétrico, processa e converte em sinais eletrônicos analógicos ou digitais protocolados. Essa comunicação é feita diretamente do conjunto medidor-MIU à rede de comunicação por meio de barramento de campo, rede de telefonia ou radiofrequência;

Externo ao medidor, próximo a este, no mesmo abrigo: Os dados são coletados da medição através de uma porta de comunicação da interface pela qual se contabilizam e processam os sinais. Os circuitos eletrônicos convertem os sinais de forma adequada para o tráfego pela rede de comunicação. A MIU deve ser compatível com o medidor e com o meio de comunicação, possuir resistência mecânica e às intempéries, além de possuir alimentação de energia;

Distante alguns metros, em outra sala, mas na mesma edificação: Muito utilizadas para leitura de diversos medidores com saída pulsada, como no caso de condomínios, e possui entradas múltiplas de sinal. Essa opção, permite a utilização de medidores mais simples e baratos e necessita de poucas unidades de interface, instaladas abrigadas e com fornecimento de energia facilmente disponível.

O autor ainda nos afirma que a comunicação com a central de gerenciamento pode ser descontínua, sem utilizar a rede de comunicação em tempo real, com a utilização de uma memória de armazenamentos de dados.

5.3 REDE DE COMUNICAÇÃO

A rede de comunicação tem a função de transmitir os dados registrados pelos medidores, e convertidos pela MIU, para a central de gerenciamento. A transmissão pode se dar através dos seguintes meios: radiofrequência, power line carrier, rede pública de telefonia fixa e móvel, TV a cabo, satélite, barramento de campo e sistemas

híbridos (ROZAS & PRADO, 2002). A Figura 7 mostra o percentual do uso de medidores com diferentes tipos de tecnologia de comunicação. Como podemos notar, a telemetria por radiofrequência é a mais utilizada, com cerca de 75% do total implantado no mundo.

Figura 7. Distribuição dos medidores com leitura remota implantados no mundo por tecnologia de comunicação

Fonte: METERING INTERNATIONAL (2002 apud TAMAKI, 2003)

Segundo Coelho (2009), o sistema de leitura por radiofrequência é um dos mais utilizados, principalmente pela segurança das informações, utilizando equipamentos 100% wireless, facilidade de operação, baixo investimento, alta durabilidade e um longo alcance, podendo chegar a 500 metros em lugares abertos. Para o autor, esse sistema vai além da leitura a distância, passando a ser uma ferramenta de gestão de consumo, pois ele pode fornecer:

- Detecção de vazamentos;
- Hidrômetro parado;
- Desconexão fraudulenta;
- Subvazão;
- Gestão de alarme programado;

- Indicador da vida útil da bateria;
- Retorno de água.

A comunicação via radiofrequência ocorre através da propagação de ondas eletromagnéticas pelo espaço, que podem transcender algumas barreiras físicas, facilitando a implantação do sistema e evitando custos com cabeamentos, interligando uma estação transmissora a uma ou mais estações receptoras. Na estação transmissora, o transmissor gera a energia de radiofrequência, que é convertida em onda eletromagnética por uma antena e enviada até a estação receptora, na qual uma antena transforma a onda eletromagnética em energia de radiofrequência, para então ser processada pelo receptor (MATTOS, 2004).

A Figura 8 ilustra o funcionamento da telemetria na medição do consumo de água. O hidrômetro faz a leitura e transmite os dados através da estação transmissora,

acoplada ao mesmo. Uma pessoa com uma estação receptora, recebe os dados e os armazena, para então serem tratados, gerando a fatura do consumo.

Figura 8. Aplicação de telemetria com leitura via radiofrequência

Fonte: (HIDROMETER, 2015)

5.4 CENTRAL DE GERENCIAMENTO

A central de gerenciamento é responsável pelo recebimento, processamento, armazenamento e aplicação dos dados dos medidores. Esta central pode ser local ou remota, gerenciada pela concessionária ou por prestadores de serviço de gestão de contas e relacionamento cliente/concessionária, responsáveis pela manutenção da operação do sistema de telemetria, administração do banco de dados dos clientes, disponibilização de acesso aos dados, implantação de um sistema de emissão de contas e cobrança e gestão da informação coletada, entre outras (TAMAKI, 2003).

6 CONCLUSÃO

A preocupação com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável é uma

necessidade primordial da sociedade, uma vez que a degradação ambiental atinge toda a população do planeta. Assim, é dever do Estado e da população preservar os recursos naturais e utilizá-los de forma consciente, para que as futuras gerações tenham o mesmo direito que a atual.

Nesse sentido, a medição individualizada de água em condomínios e prédios multifamiliares mostra-se como uma possível e eficiente solução para minimizar o desperdício de água, assim como a utilização da telemetria nos medidores automatizados, possibilitando que seja gerenciado o consumo de forma consciente.

Além disso, com a medição individualizada aliada com o uso da telemetria nos medidores é possível setorizar a medição, possibilitando monitorar o consumo em diferentes pontos da rede, a fim de notar possíveis vazamentos e gerenciar melhor o consumo.

REFERÊNCIAS

- [1]. ANA. Cadernos De Recursos Hídricos: Disponibilidade E Demandas De Recursos Hídricos No Brasil. Agência Nacional De Águas. Ministério Do Meio Ambiente. Brasília, p. 134. 2005.
- [2]. ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2015. Agência Nacional das Águas/Ministério do Meio Ambiente. Brasília, p. 105. 2015. (ISBN: 978-85-8210-028-8).

- [3]. BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. Revista Visões 4ª Edição, Nº4, Volume 1 - Jan/Jun 2008

- [4]. CF. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/co

nstituicao.htm>. Acessado em: 15 de junho de 2017.

[5]. CNMAD. Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

[6]. COELHO, A. C. Manual De Economia De Água: Conservação De Água. Recife: Camunigraf, 2001.

[7]. COELHO, A. C. Medição De Água Individualizada: Manual Do Condomínio. Recife: Luci Artes Gráficas, 2004.

[8]. COELHO, A. C. Micromedição Em Sistemas De Abastecimento De Água. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2009.

[9]. Feldmann, F. Entendendo o meio ambiente. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Coordenação geral [do] Secretário de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, SMA. Volume 1, 1997.

[10]. GULARTE. Um Estudo sobre a Submedição em Hidrômetros para Aplicação no Controle de Perdas Aparentes no Sistema de Abastecimento de Água de Blumenau. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 138. 2005.

[11]. HIDROMETER. Sistema de Telemetria para Hidrômetros e Medidores. Aquisição de Dados Móvel e Fixa por Radio Frequência. HIDROMETER, 2015. Disponível em: <<http://hidrometer.com.br/materiais/hidrometros-telemetria/sistema-telemetria.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2015.

[12]. MATTOS, A. N. Telemetria Conceitos Relacionados: Uma Visão Geral Dos Sistemas De Telemetria Com Ênfase Em Aplicações Aeroespaciais. São José dos Campos, p. 409. 2004.

[13]. NUSDEO, A. M. O. Desenvolvimento sustentável do Brasil e o Protocolo de Quioto In: MILARÉ, E. & BENJAMIN, A. H. V. (org). Revista de direito ambiental. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

[14]. OLIVEIRA, L. H. A influência do método de determinação e vazões de projeto no dimensionamento de sistemas de medição

individualizada. 2007. Artigo técnico. X Simpósio nacional de sistemas prediais. São Carlos, 2007. 11p.

[15]. PNUD. Relatório do Desenvolvimento Humano. Sustentar o Progresso Humano: Reduzir as Vulnerabilidades e Reforçar a Resiliência. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. New York, USA, p. 248. 2014. (ISBN 978-92-1-626023-1).

[16]. ROZAS, N.; PRADO, R. T. A. Implantação De Sistemas De Leitura Automática De Medidores De Insumos Prediais. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, p. 21. 2002.

[17]. SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento.. Brasília, p. 181. 2015.

[18]. TAMAKI, H. O. A Medição Setorizada Como Instrumento De Gestão Da Demanda De Água Em Sistemas Prediais – Estudo De Caso: Programa De Uso Racional Da Água Da Universidade De São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). São Paulo, p. 151. 2003.

[19]. TECHMETRIA. Medição Individual. Revista Condomínio, João Pessoa/Campina Grande-PB; Natal-RN, n. 126, p. 48, ago/set 2015.

[20]. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. 3ª. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, v. XIII, 2006.

[21]. VALGAS, J. A. Protótipo de um Sistema de Transmissão de Dados em um ambiente wireless utilizando a rádio frequência. Trabalho de Conclusão (BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO) - Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, p. 73. 1999.

[22]. YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIMOTO, E. Boletim Técnico: Os Impactos Do Sistema Individualizado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Boletim Técnico – Série BT/PCC. São Paulo, p. 17. 2001. (ISSN 0103-9830).

Capítulo 11

POLÍTICAS E LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS LUSO-BRASILEIRAS: REFLEXÕES SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL A PARTIR DE UM BIBLIOMETRIA

Amanda Daniele de Carvalho

Larissa Diniz Nazareth

Bruna Sales Ferreira Gonçalves

Renata Veloso Santos Policarpo

Resumo: Esse estudo constitui-se por uma bibliometria que possui o objetivo principal de descrever a produção científica sobre legislações e políticas ambientais no Brasil e em Portugal, com o foco na educação ambiental. Para isso, analisou-se a origem e formação dos autores e coautores das pesquisas encontradas, as principais universidades que subsidiaram o tema bem como suas localizações e as abordagens proeminentes quanto aos objetivos dos estudos. Distinguiram-se três abordagens principais: legislação, política e percepção do meio ambiente; conceitos econômico-financeiros; e estudo e pesquisa. Constatou-se que, os autores são oriundos de vários países, mas há maior destaque das nacionalidades brasileira e portuguesa, sobretudo a primeira. A maioria dos pesquisadores possui a formação de doutorado, principalmente nas áreas de administração, saúde pública e engenharia de produção. Notou-se a parceria entre diversas instituições. Foram encontradas 32 universidades, sendo que seis brasileiras obtiveram destaque. Por fim, consideraram-se como limitações os mecanismos de busca e o objetivo do trabalho, que considera apenas o cenário luso-brasileiro. Sugere-se para trabalhos futuros realizar uma bibliometria considerando um espaço geográfico mais amplo que englobe outros termos de pesquisa e abranja um comparativo maior de nações.

Palavras-chave: Educação ambiental, políticas e legislações ambientais, Portugal, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Por um longo tempo na história das organizações a natureza foi vista como fonte de recursos e matéria prima para a produção. Com tais recursos se construíram impérios e nações, mas pouca ou nenhuma importância foi devidamente dirigida à manutenção e cuidado do ambiente natural. Percebeu-se, porém, que seria insustentável continuar imprimindo este ritmo ao desenvolvimento das indústrias e civilizações em detrimento do meio ambiente (ANGOTTI; AUTH, 2001). Como fruto desta percepção, governos e sociedades passaram a desenvolver medidas protetivas à fauna, à flora e aos recursos de natureza renovável ou não, e as próprias organizações passaram a também cuidar de aspectos relevantes no tocante à responsabilidade ambiental (DIAS, 2011).

Conquanto a vida acadêmica influencie e reflita as tendências que despontam no mundo social, a temática ambiental vem sendo bastante explorada em suas diversas faces, como as políticas públicas ambientais, suas características socioeconômicas e a educação ambiental (LOSEKANN, 2012; ANTUNES; CONTI, 2012; HEINRICH *et al.*, 2015; MOURA, 2015; JABBOUR, 2014; CRUZ; MARQUES, 2015).

Tais abordagens foram encontradas nos escopos dos trabalhos analisados por esta pesquisa bibliométrica, como ação derivada do objetivo geral proposto, qual seja o de examinar quantitativa e qualitativamente as obras acadêmicas que tratam da legislação para o meio ambiente nos cenários luso-brasileiros, no período de 2012 à 2016. Mais especificamente, pretende-se aqui historiar os avanços galgados em prol da sustentabilidade que, viu-se, foram múltiplos, mas ainda há lacunas a serem eliminadas. Ademais, analisar a origem e formação dos autores e coautores das pesquisas, principais universidades que subsidiaram o tema e suas localizações e as principais abordagens que tangenciam os objetos de estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 POLÍTICAS AMBIENTAIS NO BRASIL E EM PORTUGAL

As políticas ambientais são determinantes para que exista sustentabilidade no desenvolvimento de longo prazo, tanto para que seja possível enfrentar os desafios domésticos e empresariais, quanto para as

questões globais (NEVES, 2012). Entende-se como política ambiental um conjunto de esforços com o qual autoridades públicas exercem seu poder, com o intuito final de melhorar ou impedir a deterioração da qualidade ambiental (MICKWITZ, 2006).

Além da ação das autoridades públicas é importante reforçar que a Política Pública Ambiental também se caracteriza pela ação, ou seja, atividades e diretrizes, determinadas pela sociedade. Por meio de sua representatividade política esta também é capaz de buscar a preservação do meio ambiente (BARBIERI, 2011). Neste sentido, pode-se perceber como a sociedade pode contribuir para que o ambiente seja preservado, por isso é imprescindível que a população seja conscientizada de suas responsabilidades com relação às temáticas ambientais.

Os desenvolvimentos das políticas ambientais diferem de um país para outro, assim como também as formas de atuação das autoridades governamentais e da população. Neste trabalho destaca-se os avanços do Brasil e de Portugal com relação a esse tema. No Brasil, até 1972 não existia uma política ambiental e pouco se falava no assunto. Essa realidade mudou após a Conferência de Estocolmo em 1972, período no qual iniciaram as maiores preocupações com relação ao meio ambiente (DOTTO; CUNHA, 2010).

Em 1973, foi criado no Brasil a Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema) e os primeiros modelos de política ambiental estabelecidos. Porém, apenas em Agosto de 1981 passo significativo foi dado em relação ao problema criando-se a Lei federal 6.938 onde se estabeleceu o Sistema Nacional de Meio Ambiente, integrado por um órgão colegiado: o Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama (SOUZA, 2005). Paralelamente, na década de 70, em Portugal ocorreu importantes movimentos em relação às problemáticas ambientais, também participante da Conferência de Estocolmo, começou no país o início da ascensão de uma nova consciência sobre o tema (BORREGO, 2010). Em 1986 o país aderiu a Comunidade Econômica Europeia (CEE) e um ano depois foi publicado uma das leis mais importantes no país, a Lei nº 11/87 de 7 de Abril de 1987, que contribuiu de forma eficiente para o crescimento da política ambiental em Portugal, pois afirma que todos os cidadãos têm o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado e que cabe a política de ambiente

garantir a continuidade dos recursos naturais (FREITAS; MARTINS, 2012).

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O governo, as empresas e a sociedade ao longo dos anos tem se conscientizado e investido em formas de garantir o cumprimento das leis e políticas ambientais. Entretanto, apesar dessa evolução existem desafios em nossa sociedade que alertam a necessidade de reavaliar o sistema educativo de forma abrangente, onde várias dimensões do ambiente e seus desdobramentos sejam abordados de forma a contribuir para uma sociedade mais consciente e atenta as crescentes degradações do ambiente (COSTA; GONÇALVES, 2004; DIAS, 2011).

A Educação Ambiental surgiu em uma crise ambiental instaurada no século XX. Consistia inicialmente em buscar uma visão de mundo e uma prática social, por parte das pessoas capazes de minimizar os impactos ambientais. Porém, a constatação de que a Educação Ambiental compreendia um universo pedagógico complexo, que incluía a ação concomitante entre o indivíduo e a sociedade, exigiu aprofundamentos que posteriormente desdobraram em sucessivas análises e aportes teóricos sobre o assunto (LAYRARGUES; LIMA, 2014).

No Brasil, apenas em 1997 surgiu uma aprovação pelo Conselho Nacional de Educação dos Parâmetros Curriculares Nacionais, aplicáveis apenas ao Ensino Fundamental. Dois anos depois criou-se a Diretoria do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), vinculada ao MMA e ao MEC. No mesmo ano houve a publicação da lei nº 9.795/1999 (e sua regulamentação por meio do Decreto nº 4.281/2002), que finalmente estabeleceu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), segundo a qual tornou-se obrigatória a abordagem do tema em todos os níveis de ensino. Entretanto, o país tem sido lento em definir ações concretas, como se pode observar pela publicação, apenas em 2007, de uma Proposta de Diretrizes Nacionais para a Educação Ambiental (BRASIL, 2007). Além disso, somente em maio de 2012 foi submetida à audiência pública uma proposta de resolução, com o objetivo de finalmente estabelecer as diretrizes curriculares nacionais para a educação ambiental, incluindo todos os níveis do ensino (SINAY *et al.*, 2013).

A primeira tese de doutorado, tendo como tema a Educação Ambiental foi defendida em 1989 na Universidade São Paulo (CARVALHO, 1989). Na década de 80 a produção de trabalhos relacionados ao tema foi extremamente baixa, tendo apenas sete dissertações e uma tese, apenas após a segunda metade dos anos 90 o tema ganhou destaque em diferentes departamentos de pós-graduação (REIGOTA, 2007). De novembro de 2000 a novembro de 2002, foram levantadas uma tese de livre-docência, 40 teses e 246 dissertações, com relação ao tema Educação Ambiental, entretanto os autores enfatizam a dificuldade de definir quais pesquisas realmente eram ligadas ao tema. Lorenzetti (2008) também analisou a produção acadêmica correlata a esse tema no período de 1981 a 2003, onde identificou a existência de mais de 800 dissertações e teses envolvendo distintos programas e universidades. Outro fator importante que pode ser destacado é que nesse período analisado as universidades públicas, com mestrado e doutorado foram as que mais contribuíram para a expansão da área (REIGOTA, 2007). De acordo com Megid Neto (2009) um conjunto de 2.641 dissertações e teses foram defendidas no período de 1981 a 2008 e estimava-se aproximadamente 3.000 dissertações e teses defendidas até 2009.

Em Portugal o primeiro Plano Nacional de Política do Ambiente aconteceu em 1995, este continha um capítulo específico dedicado a Educação Ambiental (PINTO, 2004). Em termos curriculares a reorganização do ensino básico, através do decreto-lei nº 6/2001 de 18 de janeiro, e a reestruturação do ensino secundário, com o decreto-lei nº 113/2003 de 4 de junho 2003 foram essenciais à inclusão da temática ambiental, buscando uma crescente abertura da escola à comunidade e vice-versa (PAREDES; ALCOFORADO; CORDEIRO, 2014).

Ainda, alguns autores defendem que a educação formal deve ser complementada com práticas de educação tanto formais quanto informais (ALCOFORADO, 2008; CORDEIRO *et al.*, 2011). Isso pode ser aplicado na oferta educativa direcionada à temática ambiental, já que esta reflete diversas lacunas existentes em termos curriculares (VIEIRA, 2009). O conhecimento teórico e o entendimento dos problemas ambientais devem ser acompanhados de iniciativas eficazes e inovadoras capazes de solucionar problemas. Nesse contexto, alguns

autores (PAREDES; ALCOFORADO; CORDEIRO, 2014) destacam a complementariedade entre práticas pedagógicas sustentáveis e a obtenção de uma abordagem inovadora do ambiente e da sustentabilidade, levando em consideração que conscientização e prática vão além do ambiente interno de uma organização educacional.

3. METODOLOGIA

Os objetivos desta pesquisa a qualifica como descritiva, visto que propõe descrever uma população ou fenômeno, sua essência, a frequência em que ocorre e a relação com outros fenômenos ou populações sem a interferência do pesquisador (GIL, 1995; VERGARA, 2007). Combina abordagens qualitativas e quantitativas, pois de maneira simultânea, examina, interpreta e compreende um fenômeno, caracteriza o objeto em estudo, detém uma finalidade específica e objetiva resultados aptos a verificações e reverificações (LIMA, 2001).

Possui natureza básica, uma vez que concebe novos conhecimentos para o progresso da ciência sem aplicação prática (SILVA, 2004). Em relação ao procedimento técnico é categorizada como pesquisa bibliográfica, dado que objetiva identificar, interpretar e supervisionar o desenvolvimento de pesquisas em determinado campo de conhecimento (NORONHA; FERREIRA, 2000). Ademais, é elaborada a partir de material já elaborado, contido principalmente por livros e artigos científicos (GIL, 2002).

Para a sua realização coletou-se os dados no Portal de Periódicos CAPES e no Google Acadêmico usando-se as palavras-chave *legislação ambiental no Brasil, política*

ambiental no Brasil, legislação ambiental brasileira, política ambiental brasileira, leis ambientais no Brasil, legislação ambiental em Portugal, política ambiental em Portugal, legislação ambiental portuguesa, política ambiental portuguesa e leis ambientais em Portugal, filtrou-se o período de 2012 a 2016 e considerou-se periódicos categorizados entre A1 e B3, consoante classificações de periódicos do quadriênio 2013-2016 da CAPES, nas áreas de Engenharias III e Administração pública e de empresas, ciências contábeis e turismo. Todavia, considerou-se também a área Interdisciplinar para Portugal devido quantidade reduzida de publicações.

Ao longo da análise, selecionaram-se os artigos que versavam sobre políticas e legislações ambientais no Brasil e em Portugal e como esses trabalhavam a educação ambiental um total de trinta e sete artigos foi obtido. Produziu-se fichamentos que abordavam os objetivos, principais autores e sua origem e locais de publicação. A partir dos dados confeccionou-se um quadro no *Excel®* e realizou-se uma análise de cada tópico.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ORIGEM E FORMAÇÃO DOS AUTORES

Em concordância com o tema políticas e legislações ambientais no Brasil e/ou em Portugal, obtiveram-se 37 artigos, com um total de 114 pesquisadores que participaram como autores ou coautores, destes, 87 são oriundos de universidades do Brasil, 9 de Portugal e os demais são de universidades de outros países, conforme demonstrado na figura 1.

Figura 1 - Quantidade de pesquisadores por país

Ressalta-se que 15 artigos foram resultados de parcerias entre autores e coautores de universidades distintas, sendo que três dessas ocorreram com nacionalidades diferentes. Ao analisar o grau de formação dos pesquisadores do Brasil e de Portugal,

notou-se a predominância de doutores, compreendendo 75 dos 96 analisados. Foram encontrados 12 mestres, 3 PhD e 6 de nível de graduação. A figura 2 demonstra a representatividade proporcional a cada nível de graduação exposto.

Figura 2- Formação dos pesquisadores

Figura 3- Cursos mais comuns entre os pesquisadores

Na figura 3 observa-se que, em relação aos cursos mais comuns, vinculados aos estudos na área ambiental, o doutorado em Administração mostrou-se maior evidência com 11 pesquisadores formados, seguido por doutorado em Saúde Pública com 8, doutorado em Engenharia de Produção com 6, doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento com 5, doutorado em Engenharia Ambiental e mestrado em Administração com 4, e doutorado em Economia, em Engenharia Florestal e em Sociologia, ambos com 3. Os demais cursos encontrados não obtiveram mais de dois autores, portanto, foram considerados conjuntamente. Notou-se novamente a representatividade da formação em doutorado, uma vez que esteve presente em oito dos nove cursos mais encontrados. A partir desses achados, pressupõe-se uma preocupação maior no desenvolvimento de pesquisas científicas vinculadas à temática ambiental associada ao maior nível de formação.

Diante das análises expostas, conclui-se que no Brasil há maior destaque do tema do que em Portugal, uma vez que possui prevalência de pesquisadores com publicações neste âmbito. Paralelamente, constatou-se que as políticas e legislações ambientais são objetos de pesquisa em formações com grau mais elevado, como o doutorado e o mestrado, tornando-se interessante despertar o interesse por esse tema em cursos de graduação.

4.2 PRINCIPAIS UNIVERSIDADES E SUA LOCALIZAÇÃO

Realizando-se a análise das universidades do Brasil e de Portugal que subsidiaram as publicações objetos de análise, percebeu-se a participação de vinte e oito no primeiro e quatro no segundo. As brasileiras que mais tiveram destaque estão informadas na figura 4 e todas as portuguesas estão apresentadas na figura 5, ambas expressam a quantidade de pesquisadores por universidade.

Figura 4 - Principais universidades brasileiras

Figura 5- Universidades portuguesas

No Brasil, enfatiza-se principalmente a Universidade de São Paulo (USP) com 21 pesquisadores, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com 8, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com 7, Universidade Federal de Lavras (UFLA) com 6, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) com 5 e a Universidade de Brasília (UnB) com 4, as universidades que abrangiam menos de dois pesquisadores foram agrupadas no campo “outros”, totalizando 24. Em relação à Portugal, foram 4 pesquisadores na Universidade de Lisboa, 3 na Universidade Nova de Lisboa, e 1 na Universidade do Porto e na Universidade de Arveiro.

Considerando a localização geográfica de cada universidade, é possível notar a grande disparidade de adoção ao tema entre as

regiões dos dois países. No Brasil ocorre a proeminência da região sudeste, com seis universidades localizadas em São Paulo, cinco em Minas Gerais, cinco no Rio de Janeiro e uma no Espírito Santo. Outro estado de destaque é o Paraná, com quatro universidades, seguido por Santa Catarina com duas. Pernambuco, Ceará, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e o Distrito Federal detêm uma universidade que direcionaram estudos ao tema. Visto que Portugal possuía apenas quatro universidades, tornou-se irrelevante analisar por estado, diante disso, consideraram-se as cidades. Porto e Arveiro sediam uma universidade cada e Lisboa duas. A figura 6 ilustra a quantidade de universidades em cada local, sendo que do lado esquerdo encontra-se o mapa do Brasil e do direito o de Portugal.

Figura 6 – Concentração de universidades por estado no Brasil e por cidade em Portugal

A partir dessas análises conclui-se que a USP, a UFSC, a UFMG, a UFLA, a Unicamp e a UnB são as universidades brasileiras que oferecem maiores suportes ao tema legislações e políticas ambientais no Brasil e/ou em Portugal, visto que possuíram um maior número de pesquisadores com publicações neste âmbito. De modo geral, a região sudeste concentra a maior parte das universidades pesquisadas, percebendo-se assim a necessidade de atenção das instituições de ensino de outras partes do país, uma vez que a temática ambiental ocupa lugar de destaque em muitos fóruns e debates nos dias atuais.

Em Portugal são poucas as universidades que subsidiam o assunto, concentradas apenas em três cidades do país. Em virtude disso, de maneira mais premente que no Brasil, é indispensável maior disseminação das questões ambientais em outras universidades, visto que o tema pesquisado é um dos mais simples dentro do amplo contexto ambiental.

4.3 PRINCIPAIS ABORDAGENS

Dos artigos analisados, foram identificadas três abordagens centrais, quanto ao objeto de estudo. A primeira tem o meio ambiente em foco, tratando de temas como legislação e políticas ambientais, percepção das condições do meio ambiente. Grande destaque se deu com relação às políticas públicas e as múltiplas formas de participação da sociedade civil, abordadas por Losekann (2012), Uhr, Uhr e Muller (2012), Antunes e Conti (2012), além daqueles que deram mais enfoque à competência do

Estado em seus diferentes níveis de atuação para a formulação de tais políticas, como apontaram Neves (2012), Assis *et al.* (2012) e Rodrigues *et al.* (2012). Cabe apontar que Antunes e Conti (2012), observaram que a política ambiental brasileira está disposta a incorporar a sociedade no processo de tomada de decisão, mas que tende a resguardar o papel do Estado na coordenação dos interesses.

Outra temática que emergiu do contexto de políticas e legislação do meio ambiente, foi a análise da eficiência, tanto dos instrumentos de gestão, (BARROS *et al.*, 2012), como observar a efetividade da participação da sociedade na formulação de políticas públicas ambientais (LOSEKANN, 2012), indicando proporção inversa entre inclusividade e efetividade nas formas de participação. Ainda merece destaque as contribuições feitas pelos estudos que avaliaram alternativas na gestão ambiental de espaços, como aterros sanitários (MONTANO *et al.*, 2012), litoral português (SCHMIDT; GUERRA, 2012), na gestão de resíduos sólidos (GOUVEIA, 2012; HEINRICH *et al.*, 2015).

A segunda abordagem observada refere-se à aplicação da temática políticas ambientais no contexto da educação ambiental e pesquisas correlatas. Possui basicamente dois enfoques: análise da produção e literaturas de Administração sobre a evolução do tema (SOUZA; RIBEIRO, 2012) e busca de temas proeminentes em Gestão Ambiental para estudos nas áreas de Gestão Empresarial e Engenharia de Produção, como visto em Rosa *et al.* (2011) e Trierweiler *et al.* (2012) que perceberam tendência para a mensuração do

desempenho ambiental das empresas, mas que necessita de metodologias aprimoradas e definição e utilização de índices e indicadores para esse desempenho. Já Souza e Ribeiro (2012) identificaram picos de produção em 1992 a 1995, que voltou a crescer em 2002 e 2005. Tal ciclo pode, conforme os autores, indicar o amadurecimento do tema.

O segundo enfoque centrou na verificação de como a temática se comporta nos ambientes de ensino, especialmente superior, por Agra Filho e Ramos (2015), que fizeram um estudo comparativo entre Brasil e Portugal visando caracterizar o perfil do estudo da Avaliação Ambiental Estratégica, que se mostrou maior em Portugal, embora ainda não consolidada, e de pós-graduação, como em Sinay *et al.* (2013), que verificou a convergência da preservação e produtividade ambiental e amparo no ensino e pesquisa em Administração, identificando a necessidade de ações governamentais na promoção da educação ambiental.

Já na terceira abordagem, viu-se a temática relacionada a conceitos econômico-financeiros. Um assunto que sobressaltou nesta abordagem é o que trata da legislação do ICMS com um viés ambiental, os trabalhos averiguaram a relação da arrecadação desse imposto com ações ambientais locais (MOURA, 2015; AYDOS; NETO, 2016). Moura (2015) traçou o histórico do ICMS socioambiental, e fez um comparativo entre legislações estaduais distintas, concluindo ser o valor da alíquota a maior diferença. Ademais, a autora ressaltou a grande complexidade de institucionalizar tal incentivo econômico, sendo necessário um compromisso político explícito para a continuidade desse tipo de incentivo. Aydos e Neto (2016) correlacionaram o ICMS Ecológico com a estrutura ambiental político-administrativa dos municípios e perceberam que um dos principais motivos para frear a descentralização da preservação ambiental é justamente a falta de recursos e capacidade dos municípios manterem um Sistema Municipal do Meio-Ambiente, SISMUMA.

Outro tema proeminente é o que trata da *Green Supply Chain Management*, explorado por Jabbour (2014), aplicado às empresas do setor de eletrônicos brasileiras, e por Alves e Nascimento (2014), que analisaram a difusão da GSCM no Brasil e constataram que, embora o tema venha crescendo no âmbito nacional, falta pressão do governo e dos consumidores, de modo que tal crescimento

foi influenciado pelo mercado internacional, imputando um papel de coadjuvante à GSCM.

A sustentabilidade também foi tema em voga nos trabalhos de Kuyumjian, Souza e Sant'ana (2014), Alves e Nascimento (2014), Aydos e Neto (2016) e Portugal Júnior, Reydon e Portugal (2015). Estes últimos apresentaram uma proposta de reindustrialização do Brasil tendo por direcionador estratégico a sustentabilidade ambiental. Os autores concluíram que o país deve rever sua dependência de *commodities*, aproveitando a disponibilidade dos recursos naturais e a liderança em ramos sustentáveis, como a produção energética, para redirecionar o processo industrial, que deverá contar com o Estado como indutor e regulador do processo.

Ainda na abordagem de temas correlatos aos conceitos econômicos e financeiros, a gestão de resíduos sólidos foi tratada seriamente, inclusive traçando uma linha de evolução da condição socioeconômica com a geração destes resíduos que aumenta à medida que cresce o poder aquisitivo (CAMPOS, 2012), além de outros enfoques, como a evidenciação ambiental dos resíduos sólidos de companhias de capital aberto (VOSS *et al.*, 2013) e a análise de um sistema de reciclagem em Portugal, pela qual se identificou diferença dos custos unitários na comparação da coleta indiferenciada com a coleta seletiva, ficando indefinido se o motivo apresenta justificativa técnica ou se aponta para ineficiência gerencial (CRUZ; MARQUES, 2014).

Ressalta-se que o tema ainda suscitou estudos sobre empreendedorismo social (KUYUMJIAN, SOUZA; SANT'ANNA, 2014), responsabilidade social empresarial (TOMIELLO, GUIVANT, 2012), e estratégia (PORTUGAL JÚNIOR; REYDON; PORTUGAL, 2015). Destaca-se que a divisão dos artigos nas abordagens explicitadas não impede que o mesmo se enquadre simultaneamente em outra abordagem, mas apenas que a principal percepção na análise realizada fora a então explicitada aqui.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Órgãos governamentais, enquanto representantes da sociedade, têm o dever de proteger o mundo natural das ações exploratórias que a atividade industrial e mercantil possam exercer para com o meio ambiente. Muitas empresas, porém, também

têm assumido responsabilidade na preservação, cuidado e inclusive sendo parte ativa na educação ambiental da sociedade, que muito importa para formar uma cosmovisão ambientalmente consciente, o que é preponderante para que novas práticas sustentáveis sejam adotadas.

A temática ambiental se mostrou ser bastante rica, permitindo múltiplas considerações a seu respeito que, por sua vez, podem ser categorizadas para melhor organização do conhecimento. As categorias aqui descobertas se distinguiram entre análises de legislações, políticas públicas, educação ambiental e aplicações de ordem econômico-financeiras.

Dentro do espaço amostral da pesquisa, viu-se que os pesquisadores são oriundos de vários países, com maior destaque Brasil e Portugal. Ressalta-se que esse resultado pode ter sido influenciado pelo tema ser focado nos dois países. Notou-se que o Brasil tem sido mais atuante no desenvolvimento de estudos sobre o meio ambiente que Portugal, sendo razoável considerar como possibilidade o fato de ter, o Brasil, proporções continentais, quando comparado à Portugal.

É relevante ainda considerar que os estudos não se concentram em uma área apenas, mas

está disseminado entre as diversas áreas do saber, bem como nas diferentes esferas da formação acadêmica. Entretanto, houve destaque da formação em doutorado, sobretudo nos setores de administração, saúde pública e engenharia de produção.

Está, ainda, dissipado por entre várias instituições de ensino, tendo a ocorrência de parcerias entre elas, todavia, percebe-se a concentração em determinados estados brasileiros e cidades portuguesas, e sendo estudadas suas aplicações e relevância nas esferas pública e privada, evidenciado a importância global do tema.

Por fim, conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados. Assume-se que o presente trabalho não esgota a análise proposta, dada as limitações impostas pelos mecanismos de busca e pelo próprio objetivo do trabalho, que esbarra nas limitações geográficas luso-brasileiras, mas ainda muito pode ser feito com vistas a esquematizar o crescente conhecimento em níveis local e global. Sugere-se portanto, para trabalho futuros, realizar uma bibliometria sobre políticas e legislações ambientais englobando um espaço geográfico mais amplo, talvez em âmbito mundial, que considere outros termos de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALCOFORADO, L. Competências, Cidadania e Profissionalidade: limites e desafios para a construção de um modelo português de Educação e Formação de Adultos. Tese de Doutorado apresentada à Universidade de Coimbra. Não publicada, Coimbra. 2008.
- [2]. AGRA FILHO, S. S.; RAMOS, T. B. Análise do modelo institucional de gestão da água para a aplicação da AAE: Estudo comparativo entre Portugal e Brasil. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 3, n. 2, p. 109-139, nov. 2015. ISSN 2317-563X. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/13723>>. Acesso em: 17 jun. 2017.
- [3]. ALVES, A. P. F.; NASCIMENTO, L. F. M. Green supply chain: protagonista ou coadjuvante no Brasil?. *Rev. adm. empres.*, São Paulo, v. 54, n. 5, p. 510-520, Out. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/DbHfP5>>. Acesso em: 27 jun. 2017.
- [4]. ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciênc. educ. Bauru*, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001. Disponível em: <<https://goo.gl/sWLiva>>. Acesso em: 11 jul. 2017.
- [5]. ANTUNES, D. C.; CONTI, B. R. Dilemas de uma Nova Agenda de Desenvolvimento: um olhar sobre a Política Ambiental Brasileira. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 25, jun. 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/view/26062/18574>>. Acesso em: 23 abr 2017.
- [6]. ASSIS, M. P.; MALHEIROS, T. F.; BRUNA, G. C.; PHILIPPI JR, A.; CEZARE, J. P. Integração dos aspectos ambientais nas decisões: diferenciação de interesses no conselho municipal de política urbana de Santo André / SP. *Saude soc.*, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 71-81, Dez. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/NVgqsw>>. Acesso em: 23 jun. 2017.
- [7]. AYDOS, L. R.; NETO, L. F. F. Estudo da correlação entre ICMS Ecológico e estrutura político-administrativa ambiental nos municípios brasileiros. *Acta Scientiarum. Humam and Social Sciences*. Maringá, v. 38, n. 2, p. 131-141, Jul.-

Dez., 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/3073/307348475002/>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

[8]. BARBIERI, J. C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. 3. ed. São Paulo: Saraiva. 2011.

[9]. BARROS, D. A.; BORGES, L. A. C.; NASCIMENTO, G. O.; PEREIRA, J. A. A.; REZENDE, J. L. P.; SILVA, A. S. Breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira. *Política & Sociedade*. Florianópolis, v. 11, n. 22, p. 155-179, Nov 2012. <<https://goo.gl/JaFoN2>>. Acesso em: 23 abr 2017.

[10]. BORREGO, C. A política ambiental de Portugal no espaço europeu: atitudes e desafios. *Europa: Novas Fronteiras Portugal*, v. 25, p. 177-182, 2010.

[11]. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade. Proposta de diretrizes nacionais para a educação ambiental. Brasília, 2007.

[12]. CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 171-180, Jun. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/hHnDdo>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

[13]. CARVALHO, L.M. A temática ambiental e a escola de primeiro grau. Doutorado em Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

[14]. CORDEIRO, A. M. R.; ALCOFORADO, L.; FERREIRA, A. Projeto Educativo Local. Um Processo Associado a Estratégias de Desenvolvimento Integrado e Sustentável. *Cadernos de Geografia*, Coimbra, n. 30/31, p. 313-324, 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/mSm3gZ>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

[15]. COSTA, F. S.; GONÇALVES, A. B. Educação ambiental e cidadania: Os desafios da escola de hoje. *Sociedades contemporâneas: reflexividade e ação*, p. 33-40, 2004. Disponível em: <http://www.aps.pt/cms/docs_prv/docs/DPR460e79568d9b7_1.pdf>. Acesso em: 26 maio 2017.

[16]. CRUZ, N. F.; MARQUES, R. C. Análise econômica do sistema da reciclagem em Portugal. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 335-344, Set. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n3/1413-4152-esa-19-03-00335.pdf>>. Acesso em 25 abr 2017.

[17]. DIAS, R. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

[18]. DOTTO, A. C.; CUNHA, D. R. Tutela ambiental constitucional. *CEPPG – CESUC – Centro de Ensino Superior de Catalão*, n. 22, p. 187-198. 2010.

[19]. FREITAS, H. MARTINS. M. J. A Europa e a política de ambiente em Portugal. *Debater a Europa-Periódico do CIEDA e do CEIS20*, n.7. Julho/Dezembro. 2012 -Semestral, Disponível em: <<http://debaterueuropa.europe-direct-aveiro.aeva.eu/>>. Acesso em: 12 set de 2017.

[20]. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

[21]. GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. São Paulo: Atlas, 1995.

[22]. GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jun. 2012.

[23]. HEINRICH, A. B.; METZGER, J. W.; FISCHER, K. M.; MATHIAS, A. L. Gerenciamento de sedimentos do desassoreamento do rio Belém na área urbana de Curitiba: um estudo de caso. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 39, n. 2, p. 626-636, Abr. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/fxWths>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

[24]. JABBOUR, A. B. L. S. Evidências da relação entre a evolução da gestão ambiental e a adoção de práticas de greentech no setor eletrônico brasileiro. *Rev. Adm.*, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 606-616, Set. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/ZVu5VB>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

[25]. KUYUMJIAN, R.; SOUZA, E. M.; SANT'ANNA, S. R. Uma análise a respeito do desenvolvimento local: o empreendedorismo social no Morro do Jaburu - Vitória (ES), Brasil. *Rev. Adm. Pública*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 6, p. 1503-1524, Dez. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/rvwm7>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

[26]. LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macro-tendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambient. soc.*, São Paulo, v. 17, n.1, p.23-40, Mar. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/nE5uYK>> Acesso em: 11 set 2017.

[27]. LIMA, P. G. Tendências paradigmáticas na pesquisa educacional. 2001, 317f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2001.

[28]. LORENZETTI, L. Estilos de pensamento em educação ambiental: uma análise a partir das dissertações e teses. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

[29]. LOSEKANN, C. Participação da sociedade civil na política ambiental do Governo Lula. *Ambient. soc.*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 179-200, abr. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/3P5MUX>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

[30]. MEGID NETO, J. Educação ambiental como campo de conhecimento: a contribuição das pesquisas acadêmicas para sua consolidação no

Brasil. Pesquisa em Educação Ambiental, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 95-110, jan. 2009. Disponível em: < <https://goo.gl/jzUGrG> >. Acesso em: 23 ago. 2017.

[31]. MICKWITZ, P. Environmental policy evaluation concepts and practice. Vaajakoski: Finnish Society of Sciences and Letters, 2006.

[32]. MONTANO, M.; RANIERI, V. E. L.; SCHALCH, V.; FONTES, A. T.; CASTRO, M. C. A. A.; SOUZA, M. P. Integração de critérios técnicos, ambientais e sociais em estudos de alternativas locais para implantação de aterro sanitário. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 61-70, Mar. 2012. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n1/v17n1a10>> Acesso em: 17 abr 2017

[33]. MOURA, A. S. Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Socioambiental: incentivos institucionais e legislação ambiental no Brasil. Rev. Adm. Pública — Rio de Janeiro v. 49, n. 1, p. 165-187, jan.-fev. 2015. Disponível em: < <https://goo.gl/y7uK7B> >. Acesso em: 14 maio 2017.

[34]. NEVES, E. M. S. C. Política ambiental, municípios e cooperação intergovernamental no Brasil. Estud. av., São Paulo, v. 26, n. 74, p. 137-150, 2012. Disponível em: < <https://goo.gl/yrSCuW> >. Acesso em: 12 set. 2017.

[35]. NORONHA, D. P.; FERREIRA, S. M. S. P. Revisões de literatura. In: CAMPELLO, B. S.; CONDÓN, B. V.; KREMER, J. M. (orgs.) Fontes de informação para pesquisadores e profissionais. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

[36]. PAREDES, L.; ALCOFORADO, L.; CORDEIRO, R. A. M. Contextos educadores rumo à sustentabilidade: estudo de caso no município do Fundão. Cadernos de Geografia, n. 33, 2014.

[37]. PINTO, J. R. Educação Ambiental em Portugal: Raízes, influências, protagonistas e principais ações. Educação, Sociedade & Culturas, v. 21, p. 151-165, 2004. Disponível em: < <http://www.fpce.up.pt/ciie/revistaesc/ESC21/21-8.pdf> >. Acesso em: 22 abr. 2017.

[38]. PORTUGAL JUNIOR, P. S.; REYDON, B. P.; PORTUGAL, N. S. A sustentabilidade ambiental como direcionador estratégico ao processo de reindustrialização no Brasil. Econ. soc., Campinas, v. 21, p. 889-907, dez. 2012. Disponível em: < <https://goo.gl/U89WUq> >. Acesso em: 18 jul. 2017.

[39]. REIGOTA, M. O Estado da Arte da Pesquisa em Educação Ambiental no Brasil. Pesquisa em Educação Ambiental, v. 2, n. 1, p. 33-66, 2007. Disponível em: < <https://goo.gl/nNYRjJ> >. Acesso em: 11 jun. 2017.

[40]. RODRIGUES, M. L.; MALHEIROS, T. F.; FERNANDES, V.; DARÓS, T. D. A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais. Saude soc., São Paulo, v. 21, supl.

3, p. 96-110, Dez. 2012. Disponível em: < <https://goo.gl/roHHoc> >. Acesso em: 17 maio 2017.

[41]. ROSA, F. S.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; LUNKES, R. J. Gestão da evidência ambiental: um estudo sobre as potencialidades e oportunidades do tema. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 157-166, June 2011. Disponível em: < <https://goo.gl/T9eWtq> >. Acesso em: 26 jul. 2017.

[42]. SCHMIDT, L.; GUERRA, J. Da governança global à sustentabilidade local: Portugal e o Brasil em perspectiva comparada. Revista de Ciências Sociais, Fortaleza, v. 41, nº 2, jul/dez, 2010, p. 106-124. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufc.br/revcienso/article/view/462>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

[43]. SILVA, C. S. O. Metodologia e organização do projeto de pesquisa: guia prático. Fortaleza, CE: Editora da UFC, 2004.

[44]. SINAY, M. C. F.; DALBEM, M. C.; LOUREIRO, I. A.; VIEIRA, J. M. Ensino e pesquisa em gestão ambiental nos programas brasileiros de pós-graduação em administração. RAM, Rev. Adm. Mackenzie, São Paulo, v. 14, n.3, p. 55-82, jun. 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/VjoisC>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

[45]. SOUSA, A. C. A. A evolução da política ambiental no Brasil do século XX. Revista de Ciência Política, n. 26, n. p., 2005. Disponível em: <<https://goo.gl/d8VEv3>>. Acesso em: 12 set. 2017.

[46]. SOUZA, M. T. S.; RIBEIRO, H. C. M. Sustentabilidade ambiental: uma meta-análise da produção brasileira em periódicos de administração. Rev. adm. contemp., Curitiba, v. 17, n. 3, p. 368-396, June 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rac/v17n3/a07v17n3>>. Acesso em: 13 abr 2017.

[47]. TOMIELLO, N.; GUIVANT, J. S. Modernização Ecológica e Responsabilidade Social Empresarial. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade: GeAS, v. 1, n. 1, 2012. Disponível em: < <https://goo.gl/Hc6H38> >. Acesso em: 25 ago. 2017.

[48]. TRIERWEILLER, A. C.; CAMPOS, L. M. S.; CARVALHO, D. N.; SANTOS, T. H. S.; BORNIA, A. C.; PEIXE, B. C. S. Gestão ambiental: levantamento da produção científica brasileira em periódicos de Engenharia de Produção, Produção, v. 24, n. 2, p. 435-450, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/2013nahead/aop_0736.pdf>. Acesso em: 23 abr 2017.

[49]. UHR, D. de A. P.; UHR, J. G. Z.; MUELLER, B. P. M. Como as ONGs ambientais influenciam a política ambiental brasileira?. Rev. Bras. Econ., Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p. 79-98, mar. 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71402012000100004 >. Acesso em: 11 jul. 2017.

[50]. VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

[51]. VIEIRA, F. Para uma visão transformadora da supervisão pedagógica. Educ. Soc., Campinas, [online] v. 29, n. 105, p. 197-217. jan.-abr 2009. Disponível: < <https://goo.gl/RcKkgo> >. Acesso em: 10 set. 2017.

[52]. VOSS, B. L. PFITSCHER, E. D.; ROSA, F. S.; RIBEIRO, M. S. Evidenciação ambiental dos resíduos sólidos de companhias abertas no Brasil potencialmente poluidoras. Rev. contab. finanç., São Paulo, v. 24, n.62, p. 125-141, ago. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcf/v24n62/04.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

Capítulo 12

ADMINISTRAÇÃO ESTRATÉGICA INTEGRADA À GESTÃO AMBIENTAL: O CASO DO COMPLEXO S11D DA VALE

Amanda Daniele de Carvalho

Luciano Wallace Gonçalves Barbosa

Rayane Ester Felício Santiago

Renata Veloso Santos Policarpo

Resumo: O objetivo do presente trabalho é apontar aspectos estratégicos e ambientais do projeto S11D da Vale em Carajás, após coletar informações a respeito do projeto diretamente no site da empresa, analisar essas informações e assimilar as fases do projeto com modelos estratégicos e ganhos ambientais, apresentados pela literatura. Foram evidenciadas as fases do projeto, suas estimativas de resultados e como essas fases se relacionam com aspectos estratégicos e ambientais presentes na literatura. Por fim, conclui-se que o projeto tem grande potencial de auferir retornos acima da média e ainda reduzir significativamente os impactos ambientais inerentes à indústria mineral.

Palavras chave: Administração Estratégica, indústria mineral, impactos ambientais, complexo S11D.

1. INTRODUÇÃO

Questões como o relevante grau de participação nas economias internas e externas dos países, assim como o grande número de empregos gerados pelo setor de extração mineral e a necessidade da matéria-prima produzida nesse setor para alimentação de outras indústrias, como os fertilizantes, metais e suas ligas, cimento, cerâmica, vidro entre outros (LUZ *et al.*, 2010), ressaltam a importância da indústria mineral dentro do contexto econômico global.

A partir do início da década de 2010, esse setor passou por uma crise que comprometeu uma parcela significativa da economia brasileira, principalmente pela grande participação da indústria extrativa no contexto econômico nacional, representando

aproximadamente 8% na formação da média das indústrias brasileiras, pelo minério de ferro, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

Em resposta a essa crise, a economia mineral brasileira tem sofrido grande impacto negativo desde meados de 2013, causados pela queda acelerada do índice de preço do minério de ferro. A produção mineral, medida em valores de produção em dólar, tem sofrido uma queda significativa a partir desse período, como mostra a Figura 1, que também evidencia o fechamento de 2016 com uma produção ainda menor que o ano anterior, havendo uma projeção de pequeno aumento para 2017.

Figura 1- Produção Mineral Brasileira

Fonte: IBRAM (2017)

Nesse sentido, estudos que contemplem a indústria mineral tornam-se necessários para que o segmento, com importante participação na economia conforme visto, mantenha competitividade nos negócios. Esses estudos podem perpassar por todo o contexto organizacional, atingindo as práticas operacionais, gerenciais e, até mesmo, estratégicas, sempre se atentando a questões ambientais, que regem a legislação de funcionamento da mineração.

Uma dessas aplicações está relacionada ao Complexo S11D, criado pela Vale por volta de 2005 que contempla uma estratégia de

inovação da empresa aplicada na mina localizada em Canaã dos Carajás, no sudeste do Pará. Em resumo, o projeto altera a forma de movimentação do ROM (*Run-of-mine*) extraído das frentes e enviado para as usinas de beneficiamento. Além de ganhos econômicos e sociais, o projeto apresenta características que beneficiam diretamente questões ambientais, destacadas pela produção mais limpa que será aplicada no complexo, ressaltando a redução de água e resíduos do processo, além da não necessidade de barragens de rejeito.

Nessa perspectiva, surge o problema de pesquisa a ser tratado no presente trabalho: quais abordagens estratégicas foram adotadas nas etapas do projeto S11D da Vale e quais suas relações aos aspectos de ganhos ambientais pelo processo de produção mais limpa? Assim, o artigo objetiva apontar aspectos estratégicos e ambientais do complexo do Carajás, que será possível após coletar informações a respeito do projeto diretamente no site da empresa, analisar essas informações e assimilar as fases do projeto com modelos estratégicos e ganhos ambientais, apresentados pela literatura.

2. METODOLOGIA

Para a produção desta pesquisa foi realizada inicialmente a coleta dos dados seguida pela análise dos mesmos, por fim foram feitas considerações sobre os resultados anteriormente obtidos. Os dados foram coletados no site oficial da Vale® (2016), onde foi utilizado o projeto S11D da Vale para analisar os aspectos estratégicos e ambientais das suas fases de implementação.

Em conformidade com Silva (2004), existem várias maneiras de classificar pesquisas, as mais clássicas são em relação à natureza, aos objetivos, aos procedimentos técnicos e à abordagem. A figura a seguir ilustra a classificação da pesquisa presente.

Figura 2 – Classificação da pesquisa

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação aos procedimentos técnicos, pode ser classificada como documental e bibliográfica, posto que é realizada a partir de estudos já produzidos, constituídos principalmente por livros e artigos científicos (GIL, 2008) e procura por fontes vastas e dispersas, como por exemplo, tabelas estatísticas, relatórios empresariais e documentos oficiais (FONSECA, 2002).

A natureza da pesquisa é básica, uma vez que a esta tem finalidade de gerar conhecimento útil para avanço da ciência, sem uma aplicação prática (SILVA, 2004). Possui abordagem qualitativa, pois investiga, procura entender um fenômeno e caracteriza o objeto em estudo (LIMA, 2001). É exploratória visto que busca proporcionar uma maior facilidade de compreensão de problemas (BARROS; LEHFELD, 2007; BOAVENTURA, 2014), possibilita a visão geral

do fato a ser estudado (GIL, 1995) e é realizada onde há conhecimento limitado e poucos estudos efetuados (VERGARA, 2007).

3. O COMPLEXO S11D DA VALE

As informações dessa seção foram retiradas do site oficial da Vale® (2016), que detalhou as etapas da implementação do projeto em Carajás e suas principais características, além dos resultados esperados a curto e longo prazo. O artigo propõe expor essas informações e correlacioná-las a aspectos estratégicos que resultam também em ganhos ambientais. Portanto, ressalta-se que as informações são de exclusiva responsabilidade da empresa, enquanto as relações dos aspectos estratégicos e ambientais foram feitas pelos autores do presente trabalho. Algumas outras

informações retiradas de outras fontes que corroboram as apresentadas pela Vale foram utilizadas e devidamente citadas.

Moreno (2012) apresenta esse tipo de arquivos dispostos pela Vale, como o analisado no presente trabalho, como uma CMI (Comunicação Integrada de Marketing), importante perspectiva estratégica que tende a mudar a forma de proceder, de visão e de atuação das pessoas envolvidas no processo. De fato, não julgando a veracidade das informações, mas o fato de tê-las disponíveis elucida um maior conhecimento dos *stakeholders* envolvidos, facilitando o entendimento da proposta apresentada pela empresa. Também há nesse processo um facilitador para a governança corporativa, que representa a “relação entre os investidores utilizada para determinar e controlar a direção estratégica e o desempenho das organizações” (HITT *et al.*, 2003, p. 402).

Fleury *et al.* (2012) apresentam um conceito interessante que se aplica harmonicamente com a visão de Moreno (2012), o da Engenharia Simultânea, onde funções de Marketing, Pesquisa e Desenvolvimento, Engenharia e Produção são integradas e há a formação de times interdepartamentais para o desenvolvimento de novos processos. Certo *et al.* (2010) corroboram que essa integração é importante para o desenvolvimento de projetos econômicos e efetivos.

A sociedade passa por um momento onde alguns aspectos, antes considerados como vantagem competitiva, tornaram-se uma cobrança dos clientes. Esses aspectos estão, segundo Sehnem *et al.* (2012), diretamente relacionados a questões como o meio ambiente e a consciência ambiental. Os consumidores começam então a perceber que o desenvolvimento sustentável não é mais um diferencial, mas uma necessidade para que as gerações futuras possam ter recursos para manterem seu desenvolvimento assim como a geração atual possui (MORENO, 2012). Essa conscientização, consoante Dalla Praia *et al.* (2013), iniciam em pequena escala e tem importante significância na difusão de uma nova forma de pensar a conservação dos recursos ambientais.

A sustentabilidade tem sido cada vez mais o alvo de discussão em empresas multinacionais pelo fato de ela estar relacionada à longevidade dos negócios da empresa e possibilidade de expansão de suas fronteiras, mesmo que a aplicação de

estratégias ambientais nesses portes empresariais estejam relacionados à aplicação de ações altamente complexas (HAAG *et al.*, 2017). Coral *et al.* (2009) corroboram a ideia e afirmam que a busca de vantagens competitivas sustentáveis são um dos principais motivadores de inovação das empresas.

Inaugurado em dezembro de 2016, o complexo S11D da Vale, que apresenta diversas características estratégicas, é segundo a empresa, o maior complexo minerador da sua história, que integra produtividade a aspectos sociais e ambientais através do sistema denominado *truckless*, ou seja, operado sem auxílio de caminhões. Todo esse projeto lançou mão de um grande investimento em inovação, mensurado em aproximadamente 6,4 bilhões de dólares, somado ao *know-how* da empresa no ramo de mineração, resultando na criação de operações eficientes e com reduzidos impactos no meio ambiente (VALE, 2016).

Essa nova operação conta com uma estrutura de três linhas de produção com capacidade esperada de 30 milhões de tonelada por ano cada uma até o ano de 2020, que será alterada caso haja mudança na demanda do mercado no período. Além da alta taxa de produtividade, a empresa terá um custo de produção previsto de US\$7,70 por tonelada, cotado em um dos menores custos do mundo, segundo o Brasil Mineral (2016). Este custo de produção das empresas gira em torno de US\$35,00 por tonelada. A literatura afirma que fabricantes com custo baixo encontram-se à frente dos concorrentes, além de permanecerem lucrativos diante de uma forte concorrência de preços que possam aparecer com o tempo (THOMPSON Jr *et al.*, 2008).

Ressalta-se que empresas que lidam com produção de *commodities*, como é o caso das empresas mineradoras, quase sempre estão associadas ao uso de estratégias de liderança em custo, que são ações seguidas pelas empresas para fornecer bens com características aceitáveis pelo cliente, mas com o menor custo possível (HITT *et al.*, 2003). Thompson Jr *et al.* (2008) afirmam que para o sucesso nesse estilo de estratégia deve-se determinar fatores que fazem com que os custos sejam baixos e buscar exaustivamente eficiências de custo em toda a cadeia de valor.

Estratégias de crescimento, como essa, concentram recursos visando oportunidades

de crescimento rentável, alterando processos, como no caso do S11D, para desafiar o conhecimento convencional (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Ainda segundo os autores, os usos mais comuns dessas estratégias estão relacionados à melhoria de desempenhos estratégicos, financeiros e operacionais, além de contrabalancear os efeitos adversos de programas de redução de custos.

Nesse contexto de redução de custos, Moreno (2012) ressalta que as empresas têm sido atraídas a modelos estratégicos conciliados a questões de satisfação dos clientes e minimização de impactos ambientais, visando sua maximização de lucros. A procura por uma nova plataforma de crescimento para o negócio, como a Vale fez ao desenvolver esse projeto, é também um dos principais motivadores para a inovação (CORAL *et al.*, 2009), juntamente com a necessidade do aumento de oportunidades de crescimentos para atingir objetivos de receita de longo prazo.

Localizadas em Canaã dos Carajás, sudeste do Pará, a mina e a usina do projeto S11D da Vale obtiveram, em dezembro de 2016, a LO (Licença para Operação), emitida pelo IBAMA após análise do cumprimento das normas previstas na LI (Licença de Instalação) e com validade de dez anos. A LI está ligada à aprovação de projetos e início desse e a LO se refere à aprovação do funcionamento prescrito no projeto. O teor de ferro esperado do minério a ser produzido é de 66,7%, valor competitivo para o mercado minerador. Os minerais ferrosos correspondem a mais de 70% das receitas operacionais líquidas, segundo a empresa (VALE, 2016).

3.1. AVANÇO TECNOLÓGICO

Coral *et al.* (2009) afirmam que ideias abstratas surgidas para soluções de problemas, resultam em algo concreto e realizável, quando se transforma as informações de mercado e tecnologia em descrições de engenharia de um produto, que venha a ser técnica e economicamente viável. Uma empresa que produz bens deve equilibrar a necessidade de geração de receitas com a produção econômica desses bens (CERTO *et al.*, 2010).

Em tempos de recessão econômica, onde se busca o máximo de eficiência produtiva a baixo custo, quaisquer atividades

administrativas que auxiliem essa pretensão devem ser analisadas, deixando de ser um modismo para se tornar uma questão de sobrevivência e sucesso (FLEURY *et al.*, 2012). A inovação, por sua vez, tem sido uma grande aliada nesse sentido, sendo considerada por Tigre (2006) como atividade essencial para o aumento de produtividade e competitividade nas empresas a fim de impulsionar o desenvolvimento econômico.

O projeto de inovação da Vale tem o diferencial, relacionado à substituição de britadores fixos e caminhões fora de estrada por britadores móveis e correias transportadoras, tendendo a reduzir assim os custos logísticos da empresa que, segundo Pereira *et al.* (2016) podem chegar a até 30% dos custos totais de produção. Esses custos estariam ligados à movimentação interna, que reduziriam em 70% do consumo de combustível do complexo de Carajás (VALE, 2016). A figura 3, retirada do site G1 (2016), apresenta a vista parcial da Mina do complexo S11D.

Além da redução de custos em logística mencionada, a empresa ressalta também a importante redução de emissão de poluentes, estimada em aproximadamente 50% dos gases causadores do efeito estufa. Em conjunto, ressalta-se a diminuição expressiva da geração de resíduos sólidos dessa frota, como pneus usados, filtros, lubrificantes, entre outros (VALE, 2016).

Essa redução, segundo a empresa, se dá pelo fato de que, em substituição dos 100 caminhões fora de estrada, o projeto S11D prevê que o transporte do minério retirado na lavra seja feito por uma estrutura de escavadeiras e britadores, ambos móveis, que extrai o ROM e alimenta correias transportadoras que levam o produto diretamente para a usina de beneficiamento.

Outro aspecto da nova forma de tratamento mineral a favor do meio ambiente está relacionado ao beneficiamento ser realizado com a umidade natural do minério, reduzindo o consumo de água no processo em 93%. A Vale (2016) cita que haverá redução no consumo de energia elétrica, mas não menciona de que forma será essa redução, apenas cita que serão utilizados sistemas avançados de automação e controle de processos, que auxiliarão numa gestão mais eficiente de recursos energéticos, economizando quase 20 mil MWh por ano.

Figura 3- Mina do complexo S11D

Fonte: Site G1(2016)

Luz *et al.* (2010) correlacionam as atividades de tratamento mineral ao meio ambiente no que tange ao comprometimento com o desenvolvimento sustentável, corroborando a necessidade do uso racional de recursos naturais, porém afirma que a mineração degrada menos o ambiente que outras atividades industriais, como a agricultura, por exemplo. Os autores destacam que a utilização de energia na mineração não é muito eletrointensiva, ou seja, não consomem muita energia elétrica, porém, as quantidades de produção mineral são enormes e as causadoras do consumo pouco elevado.

Dessa forma, ressalta-se que o projeto está relacionado à criação de uma produção mais limpa que, segundo Jimenez (2013) é um modelo estratégico construído para harmonização de aspectos econômicos com a conservação do meio ambiente que só se concretiza eficientemente com a participação ativa da gerência e o setor estratégico, incorporando o planejamento ambiental nas fases do projeto para a criação de estruturas especializadas, exigindo às vezes, como no caso do complexo da Vale, investimentos significativos de capital (BONOMIE; REYES, 2012).

As barragens de rejeito é um grave problema que as empresas mineradoras, geralmente de

grande porte, enfrentam em relação às políticas ambientais. O S11D traz outra significativa inovação relacionada a essa temática, que é a eliminação das barragens em seu processo. A Vale (2016) destaca que os minérios destinados às barragens são os ultrafinos com teor de ferro, mas que estes serão incorporados à produção. A empresa espera que em 30 anos de vida útil da mina, aproximadamente 300 milhões de toneladas desses ultrafinos sejam reaproveitados na produção.

A modularização, aspecto importante para que os projetos possam acompanhar possíveis mudanças tecnológicas (BAXTER, 1998), acompanhou o projeto da empresa, onde 109 módulos foram desenvolvidos. Além disso, os planos operacionais contarão com drones, que fornecerão imagens da mina e da usina, que auxiliarão no planejamento de mina de curto prazo.

3.2. AVANÇO SOCIOECONÔMICO

Valerio-Hernández *et al.* (2016) ressaltam que a comunicação entre as partes envolvidas em processos estratégicos é uma importante etapa para aceitação dos diferentes atores envolvidos. Essa participação torna-se aliada ao passo que esses atores entendem a

pertinência da implementação do projeto e os benefícios que serão gerados à sociedade próxima.

É necessário associar as mudanças pelas quais o ambiente está propício a passar aos possíveis impactos que estas tendem a gerar no negócio, através da prospecção da área onde se pretende desenvolver um projeto (SERTEK, 2011). Durante a obra de implantação do projeto S11D da Vale foi demandada uma quantidade acima de 40 mil trabalhadores, enquanto na fase de operação da mina serão ofertados aproximadamente 10 mil empregos, diretos e indiretos.

Entre outras melhorias sociais, a empresa destaca alguns projetos que implementou na região de Carajás, mais precisamente na cidade de Canaã, como o Programa de Atendimento e Proteção Social ao Migrante, onde o número de trabalhadores formais na região com estudo superior aumentou em 96% entre os anos de 2011 a 2013 (VALE, 2016).

O Programa de Preparação para o Mercado de Trabalho também possibilitou a formação de mais de três mil pessoas em quase 100 cursos oferecidos em várias áreas de

conhecimento, tanto administrativas quanto operacionais. Ainda nessa perspectiva, a Vale criou, através de treinamentos, visitas técnicas e rodadas de negócios, o Programa de Redes de Desenvolvimento de Fornecedores. A Vale (2016) ainda citou os seguintes projetos de melhorias sociais que atuou na região:

Projeto de apoio à ampliação da oferta de energia;

Projeto de apoio à elaboração do plano de segurança;

Projeto de atenção à saúde básica;

Pacto pela melhoria da educação pública;

Programa de formação profissional;

Plano de saneamento básico.

Na literatura de administração estratégica, Thompson Jr *et al.* (2008) relacionam a responsabilidade social como uma obrigação dos gerentes da empresa, além da necessidade de que as ações a serem movidas ganhem confiança e respeito de todos os interessados. A Figura 4 demonstra os cinco componentes do comportamento corporativo socialmente responsável.

Figura 4- Estratégia e Responsabilidade Social.

Fonte: Adaptado de Thompson Jr *et al.* (2008)

Analisando esses aspectos e fazendo a relação com as ações da Vale, percebe-se que a empresa visou respeitar grande parte

dos requisitos propostos pela literatura, principalmente pelos programas de treinamento e exposição do projeto aos

stakeholders envolvidos. Assim, destaca-se mais uma estratégia que a empresa lançou mão no desenvolvimento do S11D.

3.3. DESEMPENHO DO PROJETO

Segundo o relatório do primeiro trimestre emitido pela empresa, o projeto S11D avançou 98% fisicamente na mina e 80% na logística no período, com apoio das atividades de duplicação da ferrovia e a expansão do porto para escoamento do produto.

O resultado da Vale no primeiro trimestre de 2017 aponta um volume de produção de 86,2 milhões de tonelada de minério de ferro, um recorde entre os resultados de primeiros trimestres da empresa. Carajás teve alta importância nesse resultado, sendo responsável pela produção de 36 milhões de toneladas, correspondendo a 41,7% da produção total do trimestre.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Respondendo aos objetivos do presente trabalho, foi possível evidenciar, através da análise dos documentos fornecidos pela Vale sobre a implementação do seu projeto S11D de Carajás, os aspectos estratégicos que a empresa lançou mão durante a execução do projeto, assim como os requisitos ambientais que foram obedecidos e até mesmo melhorados, através de práticas inovadoras que acabaram sendo também sustentáveis.

Conforme visto, o setor mineral geralmente adota estratégias de baixo custo para manutenção de seus negócios, onde os produtos com preços menores tornam-se cada vez mais competitivos frente aos demais. Nessa perspectiva, a Vale visa com seu complexo de Carajás produzir o minério com o menor custo do mundo.

Para isso, a empresa investiu consideravelmente em seu processo no projeto S11D para conseguir uma redução de custos de produção. O principal fator que foi alterado no processo usual da Vale está relacionado ao uso de esteiras para movimentação do minério lavrado nas frentes, substituindo o uso de caminhões, possibilitando redução não somente de custos, mas também de impactos ambientais.

Outro fator que se concretiza com o mencionado na literatura de Coral *et al.* (2009) é a chamada Inteligência Competitiva, denominada como a necessidade de as empresas saberem proteger suas informações estratégicas e monitorar os passos dos concorrentes e os eventos que acontecem no seu ambiente de atuação, como no presente caso, onde a Vale lançou mão de apostar em inovação e tecnologia para se antever às tendências do mercado e aumentar sua lucratividade (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Em decorrência dessa principal mudança, outras também foram aplicadas para que o projeto ocorresse de forma a alcançar os objetivos, não somente no que tange às novas tecnologias implantadas, mas também nas responsabilidades sociais e ambientais da empresa.

O importante achado da pesquisa está relacionado ao fato de que ações estratégicas para geração de maximização de receitas podem estar alinhadas a minimização de impactos ambientais. A temática da estratégia alinhada à gestão ambiental necessita de uma análise mais aprofundada, levantando aspectos práticos através de concepções analíticas sobre o tema, a fim de contribuir positivamente para a preservação do meio ambiente, o desenvolvimento das empresas que acarreta também na rentabilidade aos acionistas, atendendo, assim, a todos os *stakeholders* envolvidos no processo (SEHNEM *et al.*, 2012).

Essa perspectiva de integração da estratégia com aspectos ambientais pode não ser algo trivial, mas havendo a possibilidade, como mostrado nesse artigo, não existe dúvida de que seja um projeto que tem alto potencial de gerar ganhos acima da média. Como os arquivos analisados foram publicados pela própria empresa, não se pode afirmar que tudo que foi mencionado tenha sido de fato concretizado, mas algumas outras fontes da pesquisa corroboraram grande parte dos achados no site da Vale, o que torna a válida a presente análise.

Como o projeto está em recente implementação prática, para trabalhos futuros, sugere-se uma comparação com as expectativas aqui mencionadas com o que de fato a empresa conseguirá, a longo prazo, obter de retorno após o investimento considerável realizado no S11D.

REFERÊNCIAS

- [1]. BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. *Fundamentos de metodologia científica*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [2]. BAXTER, M. *Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- [3]. BOAVENTURA, E. M. *Metodologia da pesquisa: monografia, dissertação, tese*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- [4]. BONOMIE, M.; REYES, M. *Estrategia ambiental en el manejo de efluentes en la extracción de aceite de palma*. Telos, v. 14, p. 323-332, 2012.
- [5]. BRASIL MINERAL. *Vale inaugura o Complexo S11D Eliezer Batista*. Disponível em <<http://www.brasilmineral.com.br/noticias/vale-inaugura-o-complexo-s11d-eliezer-batista>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- [6]. CERTO, S. C.; PETER, J. P.; MARCONDES, R. C.; CESAR, A. M. R. *Administração estratégica: planejamento e implantação de estratégias*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- [7]. CORAL, E.; OGLIARI, A.; ABREU, A. F. *Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos*. São Paulo: Atlas, 2008.
- [8]. DALLA PRIA, A.; DIEDERICHSEN, A.; KLEMZ, C. *Pagamento por Serviços Ambientais – uma estratégia para a conservação ambiental nas regiões produtivas do Brasil?* Sustentabilidade Em Debate, v. 4, n. 1, p. 317-340, 2013.
- [9]. FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. L. *Aprendizagem e inovação organizacional: as experiências de Japão, Coreia e Brasil*. 2. ed. 12. reimp. São Paulo: Atlas, 2012.
- [10]. FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002.
- [11]. G1. *Projeto da Vale S11D obtém licença de operação do Ibama*. Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/noticia/projeto-da-vale-s11d-obtem-licenca-de-operacao-do-ibama.ghtml>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- [12]. GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [13]. _____. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas, 1995.
- [14]. HAAG, R.; GAVRONSKI, I. *A Estratégia Ambiental Da Empresa Multinacional – Gerenciando O Relacionamento Entre A Sede E As Subsidiárias*. Revista Metropolitana de Sustentabilidade, v. 7, n. 1, p. 5-19, 2017.
- [15]. HITT, A. M.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R. E. *Administração estratégica*. São Paulo: Thomson, 2003.
- [16]. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Industrial Mensal: Produção Física*. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/228/pim_pfbr_2017_mar.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2017.
- [17]. IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. *Produção Mineral Brasileira (PMB)*. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006386.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- [18]. JIMENEZ, L. M. V. *La producción más limpia como estrategia de gestión ambiental*. Rev. P+L, v. 8, n. 1, p. 1-2, 2013.
- [19]. LIMA, P. G. *Tendências paradigmáticas na pesquisa educacional*. 2001, 317f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 2001.
- [20]. LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. (Coord.). *Tratamento de Minérios*. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.
- [21]. MORENO, N. R. E. *Las Comunicaciones Integradas De Marketing (Cim) Como Pilar De La Estrategia De Marketing Verde Y Sus Implicaciones En La Gestión Ambiental*. Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, v. 20, n. 2, p. 69-79, 2012.
- [22]. OLIVEIRA, J. F.; PRADO, J.; SILVA, E. A. *Gestão de negócios*. São Paulo: Saraiva, 2005.
- [23]. PEREIRA, A. L. C.; GAMARANO, C. G.; MENDONÇA, M. C. S.; BARBOSA, L. W. G.; POLICARPO, R. V. S. *A produção acadêmica em Custos Logísticos: estudo bibliométrico no período de 2005 a 2015*. In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016, João Pessoa, PB. Anais..., 2016.
- [24]. SEHNEM, S.; OLIVEIRA, M. A. S.; FERREIRA, E.; ROSSETTO, A. M. *Gestão e estratégia ambiental: um estudo bibliométrico sobre o interesse do tema nos periódicos acadêmicos brasileiros*. REAd. Rev. eletrôn. adm. (Porto Alegre), Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 468-493, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-23112012000200007&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- [25]. SERTEK, P. *Empreendedorismo*. 5. ed. rev., atual. e ampl. Curitiba: IBPEX, 2011.
- [26]. SILVA, C. R. O. *Metodologia e organização do projeto de pesquisa: guia prático*. Fortaleza, CE: Editora da UFC, 2004.
- [27]. THOMPSON, A. A.; STRICKLAND, A. J.; GAMBLE, J. *Administração estratégica*. 15. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

- [28]. TIGRE, P. B. *Gestão da inovação: a economia de tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- [29]. VALE. *Complexo S11D Eliezer Batista*. Disponível em <<http://www.vale.com/hotsite/PT/Paginas/Home.aspx>>. Acesso em: 18 jun. 2017.
- [30]. _____. *Conheça as soluções inovadoras do S11D*. Disponível em <<http://www.vale.com/hotsite/pt/paginas/AvancoTecnologico.aspx>>. Acesso em: 17 jun. 2017.
- [31]. _____. *As contribuições do S11D para o avanço socioeconômico da região*. Disponível em <<http://www.vale.com/hotsite/pt/paginas/AvancoTecnologico.aspx>>. Acesso em: 18 jun. 2017.
- [32]. _____. *Desempenho da Vale no 1T17*. Disponível em <http://saladeimprensa.vale.com/Lists/Acervo/Attachments/3023/2017%201Q%20Webcast_p.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2017.
- [33]. VALERIO-HERNÁNDEZ, V.; ARGUEDAS-QUIRÓS, S.; AGUILAR-ARGUEDAS, A. Educación ambiental en el marco de una estrategia participativa para atender el cambio climático a nivel local: Experiencias en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, v. 49, n. 2, p. 1-12, 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/8355>>. Acesso em 24 jun. 2017.
- [34]. VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CAPÍTULO 13

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA INSERÇÃO E AUMENTO DA OFERTA DE ENERGIA EÓLICA NA COMPOSIÇÃO DA MATRIZ BRASILEIRA DE ELETRICIDADE

Eduardo Jonan Cervantes Lozornio

Rita de Cássia Lopes Moro

Jhonathan Fernandes Torres de Souza

André Felipe Simões

Resumo: A energia eólica tem sido considerada uma fonte energética de baixo carbono, em crescimento mundial, e promissora para substituição do combustível fóssil. Desta forma, este artigo tem por objetivo identificar as políticas brasileiras de fomento da energia eólica na matriz brasileira de oferta de energia elétrica. Para tanto, se constitui de uma pesquisa exploratória, buscando adquirir subsídios científicos na literatura já estudada. Após a revisão da literatura, foi possível depreender que as políticas (a serem capitaneadas, em especial, pelo governo e por agentes privados) mais eficazes para a promoção da energia eólica, centralmente, devem ser as seguintes: políticas destinadas à criação de mercado, políticas de cunho tecnológico e políticas industriais (centradas, fundamentalmente, na consolidação de um parque industrial que signifique a implementação de mais parques eólicos no país com tecnologia majoritariamente brasileira, no caso). A partir desta definição foi possível classificar e chegar a um agrupamento destas políticas no contexto da realidade do país. Destarte, conclui-se que no Brasil a política de fomento à criação de mercados tem impulsionado o investimento em energia eólica, por meio de incentivos e linhas de créditos, enquanto que a política destinada, principalmente, ao fomento da industrial nacional está avançando, mantendo-se a cadeia produtiva composta em sua maioria por empresas multinacionais, no desenvolvimento tecnologia subsidiárias.

Palavras-chave: Energia Eólica no Brasil, Políticas Públicas, Tecnologia, Mercado, Indústria

1 INTRODUÇÃO

As estratégias produtivas adotadas desde a revolução industrial trouxeram consigo a errônea ideia de que os recursos naturais eram infinitos, porém não se tinha consciência dos problemas ambientais que o modelo econômico vigente ocasionaria para o futuro.

As mudanças climáticas decorrentes dos últimos duzentos anos é o resultado das ações das gerações passadas, ou seja, possuem um caráter de longo prazo, não ocorrendo de forma imediata. De acordo com o MMA (2008, p.17) “isto explica a importância que os países em desenvolvimento dão à consideração das emissões históricas na análise da atribuição das responsabilidades de cada país na mudança do clima, particularmente os países desenvolvidos”.

Os estudos demonstram que a temperatura média da Terra está aumentando, inferindo-se que a forçante antrópica das últimas décadas são a principal causa deste aquecimento (IPCC, 2014), em função da grande quantidade de emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, decorrentes do uso intensivo de combustíveis fósseis, alterações do uso da terra, aumento na utilização de energia, entre outros fatores (MMA, 2008). Assim, é de grande importância encontrar novas formas de mitigação e adaptação para a redução destes gases como forma de diminuir os impactos no clima, sendo necessário para isso a adoção de modelos econômicos sustentáveis que facilitem o acesso de energia limpa, que se estabeleçam políticas públicas para a esfera social, que incentive os investimentos em vários setores como a agricultura e tecnologia e sobretudo, que existam mudanças nos sistemas de produção e nos padrões de consumo.

De acordo com Silva (2009), a geração de energia elétrica possui um importante papel no PIB de uma nação e tem relação com grande parte emissão de GEE, que conforme Silva e Vieira (2016) corresponde a aproximadamente 65%, tornando necessária uma diversificação e adoção de energias renováveis de baixo carbono como forma de diminuir a dependência dos combustíveis fósseis. O Brasil, nesse aspecto, possui grande destaque com apenas 16,5% das emissões de GEE, em função de ter uma matriz elétrica relativamente renovável.

A busca pelas fontes renováveis, principalmente pelos países desenvolvidos, tem grande relação com a crise do petróleo ocorrida nos anos 70, do que realmente com a mitigação das mudanças climáticas em si (YERGIN, 2014; SILVA; VIEIRA, 2016; AQUILA, et al. 2017). No entanto, em um contexto global, as convenções tiveram impacto positivo na adoção dessas fontes de baixo carbono (AQUILA, et al. 2017) como a Conferência sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento ocorrida em 1992 no Rio de Janeiro, que teve como objetivo buscar conjuntamente medidas que reduzissem as interferências antrópicas sobre o meio ambiente, para alcançar um desenvolvimento sustentável, sem comprometer as gerações futuras ou o Protocolo de Kyoto, originado durante a Conferência das Partes no Japão (COP 3) em 1997 e em vigor desde 2005, que além de estabelecer metas de redução de GEE de 5,2% entre 2008 e 2012, também criou mecanismos flexíveis para atingir tais objetivos, como: Implementação conjunta, Mercado de desenvolvimento limpo (MDL), e Comercio de Emissões.

Outro acordo foi o denominado Acordo de Paris, surgido durante a COP 21 e assinado em 2016, que rege as reduções de GGE a partir de 2020. Para consegui-lo, cada país elaborou sua própria *contribuição nacionalmente determinada (Nationally Determined Contributions - NDC)*. A NDC do Brasil propõe reduzir em 37% até 2025 e 43% de emissões até 2030, em relação aos níveis de 2005, e prevê o aumento da parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar (UNFCCC, 2015; BRASIL, 2017; PASQUAL, 2016; AQUILA, et al. 2017).

O Brasil possui grande potencial de geração de energia renovável, além de um grande índice de atratividade do mercado investidor. Segundo Silva e Vieira (2016), o país é referência nas negociações que envolvem as questões de mudanças climáticas e uso de energias renováveis. Desta forma, a geração de energia elétrica por meio de fontes renováveis tem grande importância para atingir os objetivos presentes no Acordo de Paris, e a energia eólica representa uma das alternativas a ser utilizada, justificando os objetivos traçados nesse artigo.

No Brasil, o início do setor elétrico foi regido e controlado pelos municípios, estados e

governo federal, o que pode ter atrasado o desenvolvimento, em função dos problemas de gestão, descentralizando somente em 1995 (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Já as barreiras técnicas de interligação também ocorrem, mas segundo Farrell (2011), a maior é política, devendo haver medidas para superar esse impasse e oferecer soluções que possibilitem o afastamento da energia elétrica a base de combustíveis fósseis.

Num cenário mundial o Brasil é destaque, ficando na nona posição em capacidade instalada acumulada em 10.740 MW, em quinto lugar no crescimento da capacidade de 2016, com instalação nesse último ano de 2.014 MW (GWEC, 2017), como demonstra a figura 1.

Figura 2- Os dez maiores países em capacidade instalada e acumulada.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em GWEC (2017, p.16)

Para tornar essa forma de geração de energia elétrica competitiva, segundo Camillo (2013), foi necessário a implementação de um conjunto de medidas políticas que promovessem o desenvolvimento tecnológico e incentivasse os investimentos, sendo uma estratégia utilizada por diversos países (SILVA; VIEIRA, 2016). Essas ações institucionais e políticas, segundo Nascimento, Mendonça e Cunha (2012), se constituem determinantes para o crescimento e investimento dessa forma de energia, como exemplo os casos da China e Índia, países que se destacam tanto na geração quanto na produção da tecnologia da energia eólica.

Desta forma, este artigo tem como objetivo identificar as políticas adotadas pelo governo brasileiro, as quais possibilitaram o avanço da energia eólica dentro do território nacional, buscando classificar conforme Camillo (2013) em: tecnológicas, industriais ou de criação de mercado. E apresentar quais necessitam ser melhor desenvolvidas para que haja aumento na contribuição da energia eólica na matriz elétrica brasileira.

Também apresenta um referencial teórico, elucidando os conceitos principais sobre

energia eólica, a definição das políticas de criação de mercado, tecnológica e industrial, pincelando sobre as barreiras que o setor eólico enfrenta e terminando com a apresentação dos impactos socioambientais. E por último proporciona as políticas brasileiras, classificando-as conforme a literatura, o que possibilitou a elaboração da conclusão sucedida pelas referências bibliográficas.

2 POLÍTICAS DE PROMOÇÃO À ENERGIA EÓLICA

Com o potencial de crescimento das fontes renováveis de energia elétrica, vários estudos estão surgindo para reforçar ou levantar pontos que necessitam ser melhorados por meio de políticas direcionadas (SIMAS; PACCA, 2013), podendo ser de curto prazo, que priorizam ações de subsídios e longo prazo, as quais, criam ambientes mais propício para os investidores além de impactar positivamente no crescimento econômico local, com subsídios diretos e indiretos (AQUILA et al., 2017).

Analisando a literatura que explora as energias renováveis Melo; Jannuzzi e Bajay (2016) concluíram que os países de melhor desempenho na produção de energia elétrica de baixo carbono, adotaram estratégias governamentais que permitiram alavancar tanto em atração de investidores quanto na evolução da tecnologia. Estes mecanismos de governança incluem políticas energéticas, legislação, regulamentação, instrumentos políticos específicos, como mecanismos de financiamento, de criação de mercado, incentivos fiscais, instalações de pesquisa de energia e centros de dados. Também inclui instituições adequadas, como agências de energia e, departamentos, dedicados a implementar, gerenciar e avaliar atividades relacionadas ao desenvolvimento dessa tecnologia. Essas políticas podem ser adotadas a nível, federal, estadual e municipal (FARRELL, 2011).

2.1 POLÍTICAS DE CRIAÇÃO DE MERCADO

As políticas de criação de mercado para energia eólica, se tornaram mecanismos muito utilizados pelo governo para incentivar a introdução e avanços tecnológicos. Nesse modelo o governo adquire e cria meios para promover e incentivar a adoção da energia renovável. Vários mecanismos são adotados como demonstra o Quadro 2, mas o que possui maior implementação no mercado é: a tarifa *feed-in* e os leilões. As tarifas *feed-in* garantem estabilidade financeira e contratos de longo prazo, diminuindo os riscos em

função da garantia de compra pelo governo da energia gerada. Suas políticas priorizam: a garantia de acesso à energia elétrica, contratos que estabelecem o suprimento de energia a longo prazo e são calculados com base em custos nivelados de geração compatível com cada fonte. O programa de tarifas *feed-in* da Alemanha foi um dos mais bem-sucedidos e impactou positivamente na geração de empregos (AQUILA, et al., 2017).

Os leilões conhecidos como "leilões de demanda" ou "leilões de contratos", são processos no qual o governo abre concorrência para adquirir certa capacidade ou geração de eletricidade a partir de energias renováveis (EPE, 2014). A geração eólica tem apresentado participação crescente deste mecanismo desde 2009 no cenário brasileiro. As contratações dos últimos anos demonstraram que estes empreendimentos atingiram preços competitivos e impulsionaram a instalação de uma indústria nacional de equipamentos para o atendimento deste mercado. Dessa forma, esta fonte, ainda com grande potencial a ser explorado, se consolida como um dos principais componentes para a expansão da matriz de energia elétrica do Brasil (EPE, 2015).

Alguns dos fatores que podem comprometer a força dos leilões são: as condições específicas do país e acesso ao financiamento, a confiança dos investidores e à presença de um ambiente político propício visando apoiar desenvolvimento de energia renovável (IRENA, 2016).

Quadro 2 – Resumo dos Instrumentos de desenvolvimento do mercado

Instrumentos	Objetivos	Características
Incentivos ou subsídios fiscais	Reduzir os custos de produção e consumo da energia limpa, tornando-a competitiva	Redução/eliminação de encargos e impostos
<i>Feed-in tariffs</i>	Tornar a produção da energia elétrica limpa atrativa para os produtores, oferecendo garantia de compra por um tempo determinado em contrato.	Assegura a compra por um preço <i>premium</i> aos produtores, o que reduz as incertezas, o que possibilita maiores investimentos.
Sistema de Cotas	Ampliar a oferta de eletricidade limpa	Impõem metas anuais de produção e distribuição de eletricidade limpa às concessionárias de eletricidade.
Certificado-verde	Certificar que a eletricidade é limpa impondo obrigação aos consumidores e produtores	Combina obrigação com certificação, porém como é alto a incerteza, não sendo recomendável para países em desenvolvimento.

(continuação)

Instrumentos	Objetivos	Características
Fundo de energia renovável	Apoiar ações específicas ao consumo e produção de energia limpa, inclusive P&D	Os recursos vêm, sobretudo, das multas relacionadas ao não cumprimento de metas de aumento da oferta de energia limpa ou redução do consumo de energia convencional.
Sistema voluntário de energia limpa	Parceria entre o público e privado buscando obter recursos adicionais junto aos consumidores dispostos a pagar mais por energia limpa com vistas a reduzir o uso de recursos públicos	Atua através mobilização do interesse e apoio dos consumidores. Também é uma ferramenta para promover ações conjuntas entre setor público e privado, adotado geralmente em países desenvolvidos.
Leilões	Aumentar a concorrência e a abertura para entrada de novos Produtores e reduzir os custos. A energia é vendida a preço conhecido, podendo ocorrer no mercado regulado.	As características podem variar entre leilões organizados e nas diferentes jurisdições. Há vantagens em relação a garantia de receitas a longo prazo e risco em relação ao preço pago, se for muito baixo, não consegue suprir os custos para a produção, ou muito elevado não se tornar viável para os consumidores.

Fonte: elaborado pelos autores com base em Camillo (2013) e Aquila, et al. (2017).

2.2 POLÍTICAS TECNOLÓGICAS

A história das políticas tecnológicas é permeada por um conjunto de instrumentos e programas que buscam tanto a criação de demanda quanto a oferta de tecnologia. Esse desenvolvimento para ser sustentável deve ser apoiado em políticas que visam o investimento em programas de P&D local, promovendo a detenção da tecnologia, aumentando a geração de empregos, reduzindo a dependência de países detentores das patentes, e estimulando a criação de uma cadeia de valor (CAMILLO, 2013).

Nos países em desenvolvimento, existem limitações que afetam a formulação de políticas em relação as energias renováveis não convencionais, priorizando outras questões que possuem mais urgência como a erradicação da pobreza. E somado com falta de mão-de-obra qualificada, infraestrutura pobre, baixos níveis de desenvolvimento tecnológico e inovação, falta de apoio financeiro e uma forte influência das empresas estatais de petróleo e eletricidade, os desinvestimentos são constantes (MELO; JANNUZZI; BAJAY, 2016).

Conforme Veiga, Oliveira e Pereira (2012), no setor elétrico a maior parte dos custos reside nos investimentos tecnológicos, e em função disso a escolha da tecnologia, as regras de amortização e a remuneração para o

investimento, devem ser feitas com intensa análise.

Um exemplo de sucesso, a Alemanha, concentrou seus investimentos em pesquisa e tecnologia. Além disso, o governo forneceu incentivos para usinas de produção de energia renovável através de bolsas, incentivos em dinheiro, empréstimos com juros reduzidos e garantias públicas. Em 1990 a Alemanha criou lei concedendo o direito ao cidadão e empresas de gerar energia elétrica e distribuir na rede e no ano 2000, foi criada Lei de Energia Renovável, com o objetivo de diminuir a dependência do carvão e energia nuclear. Instrumentos de criação de mercado como as tarifas *feed-in*, garantiu mercados e preços para os produtores, que têm prioridade para acessar a rede assegurada por meio dos regulamentos, por um período de 20 anos. Essas garantias, dentro de um contexto de ausência de barreiras administrativas para acessar a rede, proporcionou um ambiente previsível e credível para investimentos de longo prazo. (MELO; JANNUZZI; BAJAY, 2016). A eletricidade tornou-se um pré-requisito indispensável para aumentar atividade econômica e melhorar a qualidade de vida humana.

2.3 POLÍTICAS INDUSTRIAIS

Conjuntamente com a criação de mercado e a tecnológica, as políticas industriais são meios

essenciais para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva, procurando diminuir barreiras e buscando orientar as ações dos agentes envolvidos em relação ao processo de produção, criando um ambiente normatizado e com padrão a ser seguido.

A eletricidade tornou-se um pré-requisito indispensável para aumentar a atividade econômica e melhorar a qualidade de vida humana. A demanda de energia se incrementou consideravelmente, originando o desenvolvimento de políticas que permitam abastecer desde recurso a população e ao setor industrial para continuar com o modelo produtivo. Segundo Urmee (2016), os processos de inovação tecnológica devem avaliar os tipos de tecnologia, os processos governamentais e os impactos quanto positivos como negativos para poder criar políticas industriais sucedidas que contribuam com o desenvolvimento.

Para a produção de energia eólica, os projetos adotam conjunto de normatização que buscam atingir as condições predeterminada. Cada país pode adotar um sistema, sendo que o mais utilizado é o conjunto de normas internacionais IEC-61400, inclusive no Brasil, as quais especificam desde os requisitos de projetos eólicos até a qualidade da energia (EPE, 2014).

3 BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO

O investimento em uma nova fonte de energia renovável, como a eólica, tem relação direta

com o cenário de risco em que a economia do país se encontra, ou seja, em países onde há taxas de juros e inflação altas, gera-se um cenário de instabilidade e com consequente diminuição de investimentos, o que se torna prejudicial para tecnologias novas (KISSEL; KRAUTER, 2006). Isso ocorre principalmente em países emergentes (SILVA; VIEIRA, 2016).

Para Aquila et al. (2017), quando se compara os custos para produção das energias renováveis estas são mais elevadas que as convencionais, em função da não detenção da tecnologia, pouco conhecimento por parte dos usuários, instabilidade política e financeira. No entanto os custos da produção de energia eólica se tornam maiores que a hidrelétrica, quando não se consideram os custos totais incluindo as externalidades negativas, que para Jong; Kiperstok; Torres (2015) ao inclui-las a energia eólica se torna mais competitiva. E em uma modelagem, na qual se considera um possível cenário onde há políticas climáticas que envolve a taxa de carbono, a energia eólica também se comporta com maior destaque e menor custo que as outras formas. E com o avanço na curva de aprendizagem dessa tecnologia de geração, cria-se a expectativa de redução progressiva nos próximos anos (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012).

O Quadro 3 aponta as barreiras, suas características e as possíveis soluções para que possam ser ultrapassadas.

Quadro 3 – Possíveis barreiras à inserção da energia eólica

Tipos	Características	Possíveis soluções
Tecnológicas	Complexidade técnica	Incentivar o desenvolvimento de P&D local, com a inclusão de cursos e difusão do conhecimento científico.
	Imaturidade	Desenvolver com tempo, para isso é necessário a inclusão de incentivos a adoção de normas e padrões
	Incerteza e risco	Criar uma cadeia produtiva local com tecnologia nacional
Infraestrutura e manutenção	Incompatibilidade entre a infraestrutura de distribuição de energia e a distribuição geográfica das unidades de produção de energias renováveis (topologia)	Desenvolver um sistema integrado de distribuição com as outras energias e analisar as condições ambientais prévias
	Deficiência da infraestrutura de manutenção	Mapear as empresas de apoio e fornecer incentivos para o desenvolvimento das que possuem menor presença

(continuação)

Tipos	Características	Possíveis soluções
Econômicas	Desconhecimento das expectativas e preferências de consumidores e usuários	Promover consulta pública
	Preço elevado do produto	Fornecer incentivos como isenção de impostos e encargos
	Ausência de fornecedores	Mapear as empresas de apoio e fornecer incentivos para o desenvolvimento das que possuem menor presença
	Investimentos iniciais elevados	Desenvolver mecanismos de financiamento com prazos maiores para o pagamento, menores taxas de juros, entre outros
	Risco de obsolescência das unidades produtivas	Substituição em parcial da tecnologia empregada pela de ponta
Regulatórias e políticas	Estruturas regulatórias incompatíveis com a nova tecnologia	Analisar e basear nas políticas dos países pioneiros
	Aversão ao risco por parte dos governos	Adoção de acordos globais forçam a adequação dos países
	Falta de ações direcionadas por parte do governo que definam o papel das novas tecnologias no sistema energético	Criação de organismos para o gerenciamento e fiscalização do setor e a criação de relatórios aumentam a transparência
Culturais e sociais	Ceticismo quanto à forma	Mapear os ventos, promover pesquisas científicas, atrair a atenção da comunidade, difundir as políticas de incentivos e os resultados
	Baixa de aceitação social	Integrar a comunidade nos acordos e na discussão dos novos projetos

Fonte: elaborado pelos autores com base em Camillo (2013).

4 CASO BRASIL: POLÍTICAS ENERGÉTICAS BRASILEIRA EM PROL À ENERGIA EÓLICA

O setor elétrico é considerado um monopólio, com alta verticalização da cadeia produtiva e com baixo domínio na coordenação desses elos, o que comprometia a confiabilidade de suprimento (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Vários mecanismos de interferência do estado para regular esse setor surgiram nos últimos anos, ao passo que exclusivamente o setor de energia eólica tem sido mais recente e tardio, comparado com o restante do mundo.

Os estudos sobre o potencial eólico brasileiro têm sido inventariados desde 1970. A elaboração preliminar do “Atlas de levantamento do potencial eólico nacional”, concebido em 1979 realizado no Nordeste, destacava o recurso a 10m de altura (EPE, 2014), após com as revisões de altura e velocidade teve-se:

- 1988: revisão das velocidades em altura superiores a 10 m, indicando maiores em função da influência dos relevos;

- 2001: neste estudo foi introduzido tecnologia mais avançado com uso de modelagens, e contou com medições em altura maiores, chegando até 77, resultando no mapeamento das velocidades médias anuais e no fluxo do potencial de energia eólica para a altura de 50 m; A partir desse último, alguns estados elaboraram seus próprios atlas eólicos.

Houveram várias tentativas por fazer que a energia eólica tivesse uma maior presença no cenário energético brasileiro a traves de uma regulação que permitisse o registro e autorização (REN ANEEL 390/2009), estabelecendo as tarifas e precificação (RES ANEEL 022/2001), criando o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEOLICA) que tinha como meta principal a geração de energia eólica (ANEEL 024/2001), porém todas foram revocadas quase no mesmo ano que surgiram.

Em 2002 foi criado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que busca promover o uso de tecnologias renováveis para a geração de eletricidade através de incentivos e subsídios em perspectiva a curto e longo prazo e conexão ao Sistema Elétrico Interligado Nacional, sendo a primeira política pública efetiva voltada ao setor de energia renováveis.

A implantação desse programa consistiu em duas fases: a primeira, está ligada na contratação de projeto com até 3,3 mil MW de potência instalada, dividido igualmente entre as três fontes listada (eólica, PCHs e biomassa); a Segunda, ao atingir a primeira fase, o programa passaria a ampliar a participação da energia renovável para representar 10% do consumo de energia elétrica, com o prazo de 20 anos.

Já em 2004 com a aprovação da Lei nº 10.848 dividiu-se o mercado de eletricidade no Brasil para os componentes regulados e gratuitos, definiu as regras operacionais e os tipos de leilões para o mercado regulamentado, inclusive aqueles envolvendo fontes renováveis.

A Resolução Normativa Nº 482 da ANEEL, estabelecida em 2012, definiu as condições para o acesso a redes de distribuição por geradores de energia de pequena escala distribuídos, e o sistema de contabilidade de medição líquida que pode ser usado para avaliar a potência excedente injetada por eles nas redes (MELO; JANNUZZI; BAJAY, 2016). Essa lei compreende um grande avanço para a descentralização do sistema de controle e uso das linhas de transmissão, permitindo ao usuário que faça parte da geração, bem como da introdução da sobra da energia na rede.

Em setembro de 2015, o congresso brasileiro aprovou o processo de ratificação do Acordo de Paris, com isso, as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e tornaram-se compromissos oficiais, passando a ser chamada apenas de NDC que inclui três partes: mitigação, adaptação e implementação (BRASIL, 2017).

Em uma pesquisa conduzida por Lucena et al. (2016), concluíram que a atual política climática é limitada até 2020 e não há uma imagem clara ou uma discussão profunda no país sobre uma estratégia de política climática para além de 2020, mas o caminho para reverter uma possível utilização de energias poluentes é a introdução da energia eólica num contexto maximizado.

5 RESULTADOS DAS POLÍTICAS

O estudo comparativo realizado por Melo, Jannuzzi e Bajay (2016) em relação a governança energética das fontes de energia renováveis não convencionais do Brasil e da Alemanha, buscava identificar as possíveis lições a ser aprendida com o país pioneiro em políticas para essas formas energéticas de baixo carbono. Chegaram à conclusão que o Brasil é líder de energia provenientes de fontes renováveis convencionais, havendo limitantes nas políticas brasileiras por não utilizar as fontes renováveis não convencionais (eólica, biomassa, gás natural) como estratégias. Eles ainda identificaram os principais drivers para o desenvolvimento de fontes renováveis não convencionais, que precisam ser analisados e muitas vezes reconsiderados para a formulação de novas políticas, descritos no quadro 4.

Quadro 4 - Principais drivers de políticas de energia renovável no Brasil

Drivers	Brasil	Para evoluir
Relacionado com a segurança do fornecimento de energia		
Redução da energia importada	Baixa importância na política energética brasileira. O país tem sido, recentemente, um exportador de petróleo bruto e outros combustíveis líquidos, principalmente etanol, com grandes reservas comprovadas de gás natural e petróleo	Aumentar o incentivo as fontes energéticas não convencionais buscando também o aumento da produção do gás natural, e promover as termoeletricas a base desse combustível.
Redução da demanda doméstica para maximizar as exportações	Deve ser uma estratégia importante para desenvolver a economia. No entanto, o foco é o crescimento do setor de petróleo e gás, enquanto que as políticas de fontes renováveis não convencionais não receberam atenção suficiente	
Aumento da confiabilidade dos sistemas de energia e do fornecimento de energia	Baixo impacto no desenvolvimento das políticas de fontes renováveis não convencionais. No entanto, é altamente desejado, pois estas podem contribuir principalmente para reduzir as altas perdas de energia (15%) que existem no sistema elétrico brasileiro	Aumentar o investimento em expansão de tecnologia e infraestrutura.
Relacionado ao desenvolvimento econômico e à competitividade		
Desenvolvimento de tecnologias e mercados de energia renovável	Muito importante, mas pouco considerado nas políticas energética e econômica brasileira. Apesar do país ter uma grande quantidade de recursos eólicos e solares e reservas de silício, houve pouco investimento em P&D em relação as fontes de energia renovável não convencionais	Desenvolver e aumentar a cadeia produtiva, criar um centro de P&D tecnológico com incentivo governamental, buscando o desenvolvimento de uma tecnologia nacional. Adotar políticas de criação de mercado a longo prazo para atrair investimentos.
Relacionado com a mudança climática		
Contribuição para mitigação global	As fontes energéticas não convencionais são pouco consideradas nos esforços nacionais para mitigar as mudanças climáticas.	Incluir essas fontes como estratégicas na composição da matriz energética e não apenas como complementar.
Reunião de obrigações, requisitos ou diretrizes internacionais	Por ser um país em desenvolvimento e não pertencente ao Anexo I da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) prometeu ações de mitigação e adaptação adequadas a nível nacional por meio da NDC.	As energias renováveis estão inseridas na NDC como processo de mitigação, por isso deve aumentar a representatividade para atingir o objetivo de redução de emissão.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Melo; Jannuzzi; Bajay (2016).

As questões institucionais que regem o sistema nacional de energia têm demonstrado que há uma viabilização e avanço da energia eólica principalmente em função dos benefícios econômicos, ambientais e sociais que esse setor trouxe e possibilitará muito mais para o país (NASCIMENTO; MENDONÇA E CUNHA, 2012).

5.1 POLÍTICAS DE CRIAÇÃO DE MERCADO

Após o fracasso do PROEOLICA, o Proinfa foi criado para possibilitar a entrada das energias renováveis no cenário competitivo da matriz energética. Mesmo após a criação desse programa houve atrasos na implementação dos projetos de energia eólica, como: problemas com os contratos, dificuldade de licenciamento ambiental, financiamento dos parques e fornecedores de equipamentos em tempo hábil (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012).

Este programa pode ser considerado uma política no modelo tarifa *feed-in*, por estabelecer valores específicos a energia vendida por um contrato de longo prazo, 20 anos. Os custos do programa são recuperados através de uma taxa paga pelo consumidor através das contas de energia elétrica. Mas em 2007 ocorreu a primeira tentativa do Leilão de Fontes Alternativas, onde foram habilitados 9 empreendimentos somando 939 MW, o qual não obteve contratação.

Em um leilão exclusivo ocorrido em dezembro de 2009 - Leilão de Energia de Reserva (LER), foram habilitados 339 empreendimentos, totalizando 10.005 MW, sendo contratados 1.805 MW de 71 empreendimentos ao valor médio da época de 148,39 R\$/MWh (EPE, 2014). Esses entraves provocaram atrasos na implementação da energia eólica o que ocorreu de forma lenta (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012).

Dentre os fatores que viabilizaram o resultado do LER 2009 estavam: a concorrência somente entre empreendimentos eólicos, o preço teto de 189 R\$/MWh, desoneração tributária proveniente do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), as boas condições de financiamento (BNDES) com juros a 2% ao ano, isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento da energia eólica, possibilidade de aderir ao regime de tributação com lucro presumido para apuração do Imposto de Renda da Pessoa Jurídica (IRPJ), da desvalorização do dólar, entre outros (EPE, 2014). Já em 2013, a energia eólica ganhou a maioria dos contratos de longo prazo no Brasil entrando em competição com outras tecnologias, incluindo o gás natural (IEA, 2014). Esse leilão pode ser entendido como um marco da política energética em prol as fontes alternativas, buscando a diversificação e diminuição da dependência de hidrelétricas, possibilitando a criação de um cenário mais sustentável do setor elétrico (SILVA; VIEIRA, 2016).

No entanto, em função da crise de instituída no país em 2015, houve uma retração nos financiamentos realizado pelo BNDES, tornando mais rigorosa a concessão de crédito, tendo uma redução nos primeiros 10 meses de 2016 de 62% em relação ao mesmo período do ano anterior. Essa retração de crédito somado com a crise política, impactou

negativamente na confiança dos investidores internacionais (IRENA, 2016).

5.2 POLITICAS TECNOLÓGICAS

O Plano Decenal de Energia (PDE) oferece dados e perspectivas a longo prazo para a expansão e planejamento do sistema energético, e no caso das fontes renováveis, consiste na centralização da expansão de parques eólicos (VEIGA; OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Esse mecanismo posiciona tanto a energia eólica como as termoeletricas a gás natural mais como medidas para suprir a carência de energia em época de secas, do que realmente de uma produção de maior escala para ser englobada no sistema hidrelétrico de geração de energia, o que dificulta a criação de desenvolvimento tecnológico brasileiro representado por tecnologia importada.

Brasil ainda não possui tecnologia própria, de fato, os fabricantes de aerogeradores instalados no Brasil são, em sua maioria, empresas multinacionais que já dispõem de estrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P, D&I) em suas matrizes, ficando para o setor nacional atividades restritas à montagem dos principais componentes (LAGE; PROCESSI, 2013). Diferentemente do que ocorreu na Dinamarca e nos Estados Unidos que iniciaram o desenvolvimento da tecnologia desde os anos 70.

Veiga, Oliveira e Pereira (2012), identificam que há necessidade de investimento em P&D e falta de apoio as pesquisas científicas, criação de incubadoras, parceria público-privado, empréstimos facilitados entre outros mecanismos que possa proporcionar a criação e desenvolvimento, de uma política tecnológica de longo prazo. No entanto, no que se refere a inovação de produtos, segundo Silveira et al. (2015) há uma relação de cooperação entre empresas e universidade e institutos de pesquisas, mas ficando a empresa a maior parte dos processos.

O programa Inova Energia de uma ação governamental tem disponibilizado recursos financeiros para a inovação do setor de energia renovável (eólica e solar) além de outros impulsionadores voltados para a sustentabilidade e mitigação das mudanças climáticas como eficiência veicular. Esse programa, segundo os pesquisadores Silveira et al. (2015) e Nascimento, Mendonça e

Cunha (2012), pode ser considerado uma evolução na área de P&D, impactando positivamente no fortalecimento de políticas públicas para o setor energético renovável.

A energia eólica possui papel relevante dentro do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) que em seu relatório do último ano MCTI (2016, p. 103) a considerou uma das estratégias para o aprimoramento do P&D e também através da “implantação de um instituto de tecnologia em energias renováveis, com foco inicial na criação de um centro de testes e demonstração em energia eólica e posterior implantação de testes em energia solar, para o fortalecimento da tecnologia nacional”.

5.3 POLÍTICAS INDUSTRIAIS

A realização do primeiro leilão de energia eólica, juntamente com a sinalização da criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com os relatórios apontando a priorização da contratação de fontes renováveis e da continuidade da participação da energia eólica em leilões anuais de contratação de energia elétrica, estimulou a vinda de novas empresas internacionais e a abertura de novas fábricas de aerogeradores no Brasil.

No Brasil há 449 usinas instaladas no Brasil com capacidade instalada de 11,17 GW, o que contribui para a não emissão de aproximadamente 19.300 tCO₂/ano (ABEEOLICA, 2017) e até 2007 havia apenas uma empresa fabricante de aero geradores com fábricas em operação no Brasil.

A cadeia produtiva de aerogeradores é formada majoritariamente por empresas multinacionais, mas também conta com empresas genuinamente brasileiras, como no caso das pás e de torres. Os grupos estrangeiros com maior presença no mercado nacional é a Enercon (alemã), a Impsa (argentina), a GE (americana) e a Suzlon (indiana), e a nacional tem-se a WEG que fornece as nacelles. A fabricação de pás, por sua vez, conta com a brasileira Tecsis como uma das líderes mundiais, havendo, ainda, a nova entrante Aeris. O fornecimento de torres, apesar de atualmente ser considerado um gargalo, é o que conta com maior número de fabricantes locais, destacando-se a Gestamp (de controle espanhol), a Engebasa e a Tecnomaq (LAGE; PROCESSI, 2013). Mesmo assim, Simas e Pacca (2013) concluíram que

a energia eólica brasileira tem grande potencial de geração de emprego com aproximadamente 195 mil postos até o 2020, frente aos cenários estudados com as previsões de crescimento do empreendimento, alcançando uma potência instalada de 375 MW (ENERFIN, 2017).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia eólica está em grande expansão a nível mundial e nacional, atuando muitas vezes como estratégia de mitigação de emissão de GEE, bem como, sendo incorporada com grande presença na composição da matriz elétrica de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Tem sido considerada por muitos uma forma democrática e descentralizada de geração de eletricidade, o que traz benefícios locais e diminui a dependência de outras fontes de energia intensivas em carbono ou geradoras de poluentes nocivos à saúde, diminuindo os impactos ambientais.

O Brasil tem avançado no uso da energia eólica principalmente em função das políticas de incentivos que estão sendo adotadas. Contudo, essas políticas não estão sendo conduzidas de maneira estratégica para incorporar o potencial eólico de forma expressiva na composição da matriz energética. Por meio da análise da literatura estudada, verificou-se que essa forma de energia tem sido tratada mais como uma reversa quando as condições hídricas são insuficientes, do que como uma potencial substituição da própria energia hídrica.

A expansão do sistema elétrico brasileiro oferece grandes oportunidades para avanços na direção de um sistema energético de baixo carbono, mas a política de planejamento e expansão devem compreender maiores ambições. Desta forma, a energia eólica mostra ser um setor onde há criação de empregos, movimenta a economia local, melhora as condições de infraestrutura das comunidades próximas, tem impacto ambiental mais reduzido comparado as outras formas, e emite menores taxas de GEE. Esta fonte está em ascensão, mas ainda não possui relevância na criação de mais políticas destinadas para ela como nos outros países apresentados neste trabalho.

O Brasil possui políticas que buscam a mitigação das mudanças climáticas, que agem como um agente influenciador para os países desenvolvidos, mas ainda não utiliza

para atingir os objetivos da NDC ou capital externo.

A energia eólica é fortemente dependente das políticas de criação de mercado, tecnológicas e industriais. Dentro dessa perspectiva, pela análise realizada em relação a política brasileira, é possível concluir que as mesmas foram criadas de forma tardias. A primeira criação de mercado foi a PROEOLICA, mas como não obteve sucesso, foi substituída pelo Proinfa, que, inicialmente, também teve problemas de adesão, por inúmeros motivos,

mas que também faz parte do processo de aprendizagem natural.

A adoção de incentivo de produção local também teve impactos negativos e positivos no programa, mas induziu a formação de uma cadeia produtiva internalizada, porém com pouca presença de empresas com tecnologia nacional. Os avanços em P&D são essenciais para o Brasil, pois se constitui uma das mais importantes políticas a ser desenvolvida, em função do país depender de tecnologia externa, tornando este um fator limitante para o desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Boletim anual de geração, 2017. Disponível em: <http://www.abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2017/05/424_Boletim_Anual_de_Geracao_Eolica_2016_Alta.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- [2]. AQUILA, G., PAMPLONA, E.O., QUEIROZ, A.R., ROTELA Jr, P., FONSECA, M.N., (2017). An Overview of Incentive Policies for the Expansion of Renewable Energy Generation in Electricity Power Systems and the Brazilian Experience, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70: 1090-1098 (IF 6.798).
- [3]. BRAZIL. *Intended Nationally Determined Contribution for Brazil*, 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRAZIL-iNDC-portugues.pdf>. Acesso em: jun. 2017.
- [4]. BRANNSTROM, Christian et al. Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 67, p. 62-71, 2017. CAMILLO, E. V. As políticas de inovação da indústria de energia eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais. 192 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica). Instituto de Geociências da UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- [5]. ENERFIN. Complexo eólico de Osório. Disponível em: <http://complexoeolicodeosorio.com.br/br/coplexo_eolico_de_osorio.php>, acesso em: mai 2017.
- [6]. EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2023. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Brasília: MME/EPE, 2014.
- [7]. EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. Ministério de Minas e Energia Brasília: MME/EPE, 2015.
- [8]. FARREL, John. Democratizing the Electricity System. A Vision for the 21 st Century Grid. The New Rules Project, junho 2011. Disponível em: <<http://atcscam.homestead.com/democratizing-electricity-system.pdf>>. Acesso em: jun de 2017.
- [9]. GLOBAL WIND REPORT 2016 I GWEC. Disponível em: <<http://gwec.net/publications/global-wind-report-2/global-wind-report-2016/>>. Acesso em: 6 Jun. 2017.
- [10]. IEA - INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Tracking Clean Energy Progress 2014. IEA, 2014. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Tracking_clean_energy_progress_2014.pdf>. Acesso em: jun de 2017.
- [11]. IRENA - International Renewable Energy Agency. *REMap 2030: RENEWABLE ENERGY AUCTIONS ANALYSING* 2016. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Renewable_Energy_Auctions_2017.pdf>. Acesso em: junho 2017.
- [12]. JONG, P; KIPERSTOK, A.; TORRES, E. A. Economic and environmental analysis of electricity generation technologies in Brazil. *Renew Sustain Energy Rev* 2015; 52:725–39.
- [13]. KISSEL, J. M. and KRAUTER, S. C. (2006). Adaptations of renewable energy policies to unstable macroeconomic situations—case study: Wind power in brazil. *Energy Policy*, 34(18):3591–3598.
- [14]. LAGE, Elisa; PROCESSI, Lucas Duarte. Panorama do setor de energia eólica. Revista do BNDES 39, junho 2013. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2926/1/RB%2039%20Panorama%20do%20setor%20de%20energia%20e%20C3%B3lica_P.pdf> acesso em: Junho de 2017.
- [15]. LUCENA A. F.P.; CLARKE, L.; SCHAEFFER, R., SZKLO, A., ROCHEDO, P.R.R., DAENZER, K., GURGEL, A., KITOUS, A., KOBER, T. Climate Policy Scenarios in Brazil: a multi-model

comparison for energy. *Clim. Policy* (2015), pp. 1-25.

[16]. NASCIMENTO, Thiago Cavalcante; MENDONÇA, Andréa Torres Barros Batinga de; CUNHA, Sieglinde Kindl da. Innovation and sustainability in energy production: the case of wind power generating system in Brazil. *Cadernos EBAPE. BR*, v. 10, n. 3, p. 630-651, 2012.

[17]. MELO, C.A.; JANNUZZI GDM, BAJAY SV (2016) Nonconventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. *Renew Sustain Energy Rev* 61:222-234.

[18]. MMA - Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 462 – 24/07/2014 – Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre. 2014.

[19]. MMA – Ministério do Meio Ambiente. III Conferência Nacional do Meio Ambiente. 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/clima/category/70-mudancas-do-clima>> . Acesso em: maio de 2017.

[20]. MCTI. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019 (ENCTI). 2016.

[21]. PASQUAL, J.C.; LEY, A. N. L.; ANAYA, R. P.; ZUNIGA-TERAN, A.; LUGO, Y. A. P.; SANTELLANES, J. A. M.. Implications and Challenges for The Energy Sector In Brazil And Mexico To Meet The Carbon Emission Reductions Committed In Their INDC During The Cop 21-Cmp11. *Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPR)*, v. 37, p. 31-46, 2016.

[22]. SILVA, Darly Henriques da. Protocolos de Montreal e Kyoto: pontos em comum e diferenças fundamentais. *Rev. bras. polít. int.*, Brasília, v. 52, n. 2, p. 155-172, Dec. 2009.

[23]. SILVA, A. M; VIEIRA, R. M. F. Energia eólica: conceitos e características basilares para uma possível suplementação da matriz energética brasileira. *Revista Direito Ambiental e sociedade*, v. 6, n. 2, 2016, p. 53-76.

[24]. SILVEIRA, A. D. et al. Análise do Sistema Nacional de Inovação no setor de energia na perspectiva das políticas públicas brasileiras *Cad. EBAPE.BR*, v. 14, n. Edição Especial, p. 506-526, 2016.

[25]. SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Estudos Avançados (USP. Impresso)*, v. 27, p. 99, 2013.

[26]. UNFCCC – United Nations Framework Convention Climate Change. Conference of the Parties. Paris France. *2015 Paris Climate Conference*. 2016. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>>. Acesso em: maio. 2017.

[27]. URMEE, Tania e Anisuzzaman Md. Social, cultural and political dimensions of off-grid renewable energy programs in developing countries. *Renewable Energy*. 2016. Vol. 93. 159-167

[28]. VEIGA, José Eli da; SOLIANO PEREIRA, O.; OLIVEIRA, A. . ENERGIA EÓLICA. 1. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2012. 213p.

[29]. YERGIN, Daniel. A busca: energia, segurança e reconstrução do mundo moderno. Trad. Ana Beatriz Rodrigues. 1 ed. Rio de Janeiro: Intrínseca. 2014.

[30]. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva (Suíça): IPCC, 2014. 151 p.

Capítulo 14

EVIDÊNCIAS DE CRIAÇÃO DE VALOR NOS RELATOS INTEGRADOS DAS EMPRESAS DO PROGRAMA PILOTO NO BRASIL

Nadson Jaime Ferreira Alves

José Roberto Kassai

Edimilson Costa Lucas

Humberto Medrado Gomes Ferreira

Laércio Baptista da Silva

Resumo: A evolução dos relatos corporativos requer concisão, transparência e completude das informações que levam ao pensamento integrado para evidenciar a criação de valor. Com este pretexto, o presente artigo tem por objetivo descrever os conteúdos que evidenciam a criação de valor no Relato Integrado (RI) das empresas do programa piloto no Brasil, nos anos de 2014 e 2015. Trata-se de uma pesquisa mista, exploratória, descritiva e documental, com uso do *software* Nvivo 11. Resultados indicam variedade no conteúdo divulgado sobre criação de valor, em virtude das peculiaridades de cada empresa, o que torna a comparação dos desempenhos mais subjetiva. Também foi identificada relação mais intensa do termo criação de valor com quatro dos oito temas previstos do *Framework* do RI: estratégia e alocação de recursos; desempenho; visão geral organizacional e ambiente externo; e modelo de negócio.

Palavras-chave: Comunicação corporativa. Relato integrado. Criação de valor.

1 INTRODUÇÃO

Diante de problemas ecológicos cada vez mais evidentes, com drásticos efeitos às condições de vida no planeta, a sociedade precisa refletir sobre a relação homem-natureza, e as empresas a repensar os modelos de criação de valor (CARVALHO; KASSAI, 2014). Somado a isso, no contexto atual de empresas gigantes, com mais poder de afetar o desemprego, as finanças e a sociedade do que muitos órgãos governamentais, pesquisa da *Association of Chartered Certified Accountants* [ACCA] constatou perda de confiança nos relatórios corporativos que prestam contas da administração a investidores e a outros *stakeholders*, pós crise financeira de 2008 (IIRC, 2014).

Nesta linha, para Eccles e Serafeim (2013), a estratégia sustentável permite à empresa criar valor aos acionistas e contribuir com o desenvolvimento de uma sociedade sustentável, embora, desde o final do século passado, o conceito de desenvolvimento sustentável desafie a capacidade dos relatórios tradicionais de cumprir esta função (PEREIRA, 2016).

Assim, o *disclosure* é a divulgação de informações com potencial para influenciar o comportamento dos usuários, pois o nível de evidenciação afeta, de forma diferenciada, a percepção dos agentes econômicos em relação a riscos e oportunidades da companhia, com influência nas decisões e no custo de fornecimento dessas informações (CRUZ; LIMA, 2010).

Desta feita, a comunicação corporativa constitui desafio às corporações na atualidade. Se cada empresa divulgar informações sociais e ambientais alinhadas às financeiras, benefícios significativos serão potencializados, a saber: melhor performance, menores custos de captação, menos interrupções de negócios, melhores relações com consumidores e outras partes interessadas. Investidores e credores se beneficiarão com decisões de investimento mais transparentes e eficientes, e a sociedade terá empresas que gerenciam desafios ambientais e sociais de forma mais responsável e eficaz (ECCLES; SPIESSHOFER, 2015).

Mas, segundo o *International Integrated Reporting Council* [IIRC] (2011), a evolução dos relatórios corporativos, nos últimos cinquenta anos, deu-se mais com a

diversificação de relatórios do que com a integração das informações. Neste sentido, há esforço conjunto de organismos reguladores capitaneados pelo IIRC, para melhorar a medição do desempenho e resultados para investidores e outras partes interessadas, por meio do Relato Integrado [RI].

O RI é uma comunicação concisa sobre a forma como a estratégia, a governança, o desempenho e as perspectivas da organização levam à criação de valor no curto, médio e longo prazo, no contexto da organização, sob a ótica de seis capitais: financeiro, manufaturado, intelectual, humano, social/de relacionamento e natural (IIRC, 2013) - e, assim, por meio do pensamento integrado, pode evidenciar a criação de valor.

Para tanto, é preciso encontrar o equilíbrio entre partes interessadas e acionistas, e entre as partes interessadas entre si. Isso envolve compensações devido aos interesses interdependentes e, por vezes, implica escolhas que requerem engajamento, explicação completa e transparente para que os interessados aceitem, legitimamente, as decisões da organização, mesmo quando não concordam com tais escolhas (ECCLES; SPIESSHOFER, 2015).

Segundo Ernst & Young [EY] (2014), o impacto das externalidades nem sempre é mensurado em valores monetários, além do que, a falta de orientações e de parâmetros globais limita a consistência e a comparabilidade de tais resultados. Notam-se, no entanto, benefícios, ao demonstrar a extensão dos impactos positivos ou negativos sobre cada capital, em função das atividades previstas no Modelo de Negócio (EY, 2014). Isso sinaliza ao universo empresarial que a sustentabilidade da organização depende da sinergia entre aspectos econômicos, sociais e ambientais, o *Triple bottom line* (JENSEN; BERG, 2012).

Nesse sentido, com o objetivo de descrever os conteúdos que evidenciam a criação de valor no Relato Integrado dessas empresas, nos anos de 2014 e 2015, este estudo tem a seguinte questão de pesquisa: o que foi evidenciado na criação de valor nos Relatos Integrados das empresas que participam do programa piloto no Brasil? Este texto está estruturado em cinco tópicos: (i) introdução; (ii) referencial teórico; (iii) metodologia; (iv) resultados da pesquisa e análises; e (v) considerações finais.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RELATO INTEGRADO

O IIRC surgiu em 2010 da coalizão global de entidades reguladoras, empresas de auditoria, investidores, empresas em geral, profissionais contadores e de setores afins ao ramo de negócio, além de Organizações não Governamentais, que têm interesse relacionado a um novo patamar para a comunicação corporativa. Sua finalidade é emitir padrões gerais para dar suporte a elaboradores e usuários do Relato Integrado e, ao mesmo tempo, sistematizar experiências com empresas de vários segmentos e países participantes do programa piloto [PP], inclusive o Brasil.

De iniciativas como o PP, as audiências públicas e os fóruns internacionais promovidos pelo IIRC, resultou a emissão da estrutura conceitual do RI (*Framework* do RI), em dezembro de 2013. Atualmente, cerca de cento e cinquenta empresas participam do PP e, conforme o *Framework*, o objetivo do RI é explicar a provedores de capital financeiro como a organização gera valor ao longo do tempo, por meio de informações relevantes,

sejam elas de caráter financeiro ou de outra natureza, por isso, a integração entre diversos tipos de relatórios, na busca pelo pensamento integrado para compreender o processo de criação de valor (IIRC, 2013).

Segundo Jensen e Berg (2012) e DaCunha, Moraes e Rodrigues (2016), os usuários tiveram dificuldades com as primeiras divulgações de informação sobre responsabilidade social e ambiental em relatórios independentes (Financeiro, de Governança, de Sustentabilidade, de Administração), pela falta de conexão entre diferentes métricas para retratar impactos sociais, ambientais e econômicos. Assim, surgiu, em 2009, o *The Prince's Accounting for Sustainability Project* [A4S], ideia seminal do que viria a se tornar o IIRC, capitaneado pelo Príncipe Charles do Reino Unido, com o intuito de conectar tais informações.

Para garantir a flexibilidade das orientações a distintos contextos em termos de países e empresas, o *Framework* do RI estabelece princípios gerais, e não normas específicas, conforme expõe a Tabela 1, com orientações que sustentam a elaboração do Relato Integrado.

Tabela 1 - Princípios norteadores da elaboração do Relato Integrado

PRINCÍPIO	SÍNTESE DO FUNDAMENTO
FOCO ESTRATÉGICO E ORIENTAÇÃO FUTURA	Fornece visões sobre a estratégia da organização e como ela se relaciona com a sua capacidade de criar valor ao longo do tempo.
CONECTIVIDADE DE INFORMAÇÕES	Mostra a combinação e a interdependência entre os componentes que são relevantes para a habilidade da organização em criar valor no decorrer do tempo.
RECEPTIVIDADE DAS PARTES INTERESSADAS	Fornece visões sobre a qualidade dos relacionamentos da organização com as suas principais partes interessadas, para identificar expectativas.
MATERIALIDADE E CONCISÃO	Fornece informações concisas e relevantes para avaliar a capacidade da organização para criar valor no curto, médio e longo prazo.
CONFIABILIDADE E COMPLETEZ	Inclui todos os temas materiais, sejam eles positivos ou negativos, de forma equilibrada e sem erros materiais.
CONSISTÊNCIA E COMPARABILIDADE	Apresenta informações em base consistente, permitindo a comparabilidade com outras organizações e com outros períodos de forma relevante para a criação de valor.

Fonte: IIRC (2013)

Serafeim (2015) ressalta pesquisa da *Harvard Business School* que questiona a utilidade dos dados relativos à estratégia e à sustentabilidade nas decisões dos investidores, por falta de contextualização do modelo de negócios. Destaca, ainda, a ausência de avaliação da relevância dos

diversos tópicos; o não estabelecimento da relação com questões financeiras e questiona a credibilidade dos relatórios voluntários de sustentabilidade. Também aponta a assimetria das informações disponíveis a gestores e investidores, resultando em custos mais elevados de monitoramento para estes.

Em contraponto a estas deficiências, o *Framework* do RI prevê oito conteúdos fundamentais para um Relato Integrado contribuir com a conectividade entre os

conjuntos de dados de caráter distinto, sobretudo no tocante à relevância, conforme a Tabela 2:

Tabela 2 - Conteúdos e questões norteadoras do Relato Integrado

CONTEÚDOS	QUESTÕES NORTEADORAS
VISÃO GERAL ORGANIZACIONAL E AMBIENTE EXTERNO	O que a empresa faz e quais são as circunstâncias em que atua?
GOVERNANÇA	Como a estrutura de governança da empresa apoia a capacidade de criar valor no curto, médio e longo prazo?
OPORTUNIDADES E RISCOS	Quais oportunidades e riscos afetam a capacidade da empresa de criar valor no curto, médio e longo prazo, e como a empresa lida com eles?
ESTRATÉGIA E ALOCAÇÃO DE RECURSOS	Onde a empresa quer ir e como pretende chegar lá?
MODELO DE NEGÓCIO	Qual o modelo de negócios da empresa e em que medida é resiliente?
DESEMPENHO	Em que nível a empresa atingiu seus objetivos estratégicos e quais seus resultados em termos de capitais?
PERSPECTIVAS PARA O FUTURO	Que desafios e incertezas a empresa provavelmente encontrará em prosseguir sua estratégia e quais implicações potenciais para seu modelo de negócios e desempenho futuro?
BASE DE PREPARAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO RELATO	Quais os parâmetros utilizados para preparação e apresentação das informações no RI?

Fonte: IIRC (2013)

É importante destacar que o Relato Integrado não substitui os demais relatórios corporativos, apenas os conecta, ao alinhar as informações e eliminar inconsistências e contradições entre diferentes relatórios corporativos. Para isso, recorre à linguagem acessível e concisa a fim de retratar conteúdos relevantes e, assim, despertar o interesse dos usuários. Se houver necessidade de detalhamento, *links* levam aos relatórios específicos (ECCLES; KRZUS, 2011).

Para DaCunha *et al.* (2016), o Relatório Financeiro, que tem caráter obrigatório, é baseado na informação oriunda de Relatórios Contábeis, com a estrutura conceitual definida por entidades reguladoras quanto à mensuração e à divulgação dos elementos patrimoniais. Por sua vez, os Relatórios não Financeiros retratam estratégias, estruturas, sistemas e métodos de atuação das organizações e são de caráter voluntário.

Desse modo, uma característica inovadora do RI é a promoção do pensamento integrado na busca por mais coesão e eficácia em

processos que evitem a duplicação de procedimentos, isolamento interno de funções e departamentos desconectados (SOYKA, 2013).

O Relato Integrado de 2013 da SAP, empresa alemã de *software*, ressalta a relação entre o desempenho financeiro e não financeiro, medida pela receita e margem líquida e, também, pela fidelidade dos clientes e engajamento dos funcionários. Isso sugere que a cultura da companhia em engajar funcionários beneficia o *ranking* do empregador, ajuda a atrair talentos, estimula a inovação e, conseqüentemente, aumenta a receita (IIRC, 2014).

Para Busco, Frigo, Quattrone e Riccaboni (2014), entender as cadeias integradas de causa e efeito no processo de criação de valor ajuda a companhia a administrar os processos e atividades, de forma mais eficiente, e a se conscientizar sobre os diferentes capitais, recursos e relacionamentos empregados e afetados.

Assim, o RI fomenta a efetividade na comunicação corporativa, ao ligar

stakeholders da cadeia de interesse da organização, pois o valor criado sofre influência não só do ambiente externo no qual a empresa está inserida, como também dos relacionamentos com públicos internos e externos à organização, e da condição dos recursos em termos de qualidade, disponibilidade e acessibilidade. A atividade fim do RI é a melhoria da gestão como forma de expressão da criação de valor dentro dos preceitos éticos e claros (IIRC, 2013).

Pesquisa do IIRC e *Black Sun* (2016), com 66 organizações, constatou que o RI contribui em relacionamentos mais estreitos e visão mais clara dos fornecedores de capital financeiro: 56% relatam efeitos positivos no relacionamento com investidores institucionais; 87% afirmam que os provedores de capital financeiro entendem melhor a estratégia da organização; 52% relatam efeitos positivos no relacionamento com analistas; 79% afirmam que os provedores de capital financeiro têm mais confiança na viabilidade de longo prazo dos Modelos de Negócio.

Kloviené e Speziale (2014) afirmam que as organizações precisam perceber se as vantagens estratégicas serão sustentáveis diante de ambientes competitivos, e se a organização gerencia e evidencia sua responsabilidade social e ambiental. Para Carvalho e Kassai (2014), o RI requer nova concepção do Modelo de Negócio, ao sintonizar a sociedade, a natureza e os fluxos de caixa, em favor da criação sustentável de riqueza por toda a organização. Isso porque, a capacidade de reconhecer riscos e oportunidades pode determinar se a empresa cria, preserva ou deteriora valor.

2.1. CRIAÇÃO DE VALOR

Conforme o IIRC (2014), o conceito de criação de valor é subjetivo. Algumas organizações o expressam apenas no contexto financeiro. Outras o ampliam ao cumprimento das necessidades ou avançam em determinada missão. O exercício de definir e articular internamente o processo de criação de valor constrói uma compreensão entre gestores e responsáveis pela governança. Ao reconhecer que as interpretações variam, o *Framework* do RI não é prescritivo, mas destaca que o valor criado para a organização está ligado ao valor criado para os outros, as partes interessadas e a sociedade em geral.

Por sua vez, Rivera-Arrubla, Zorio-Grima e García-Benau (2016) ressaltam que mudanças no perfil das várias partes interessadas na atuação das organizações exigem relatórios mais transparentes e abrangentes. Consumidores, colaboradores, fornecedores, organizações não governamentais, organismos privados e profissionais pressionam para que a evidenciação das responsabilidades das organizações vá além das necessidades dos provedores de capital financeiro.

Pesquisa sobre Relato Empresarial da KPMG (2014) analisou relatos de 90 companhias em 10 países durante cinco anos e revelou que os pesos das informações descritas não refletem os direcionadores de valor do negócio e poderiam estar mais alinhadas com a perspectiva que dos investidores em relação ao valor da companhia.

Os fatores vistos como geradores de confiança nos negócios mudaram desde 2008, segundo atesta uma ampla pesquisa mundial realizada pela consultoria de relações públicas Edelman (IIRC, 2014). Atualmente, os diretores-presidentes participantes da pesquisa dão mais importância ao engajamento e aos aspectos relacionados à integridade, como tratar bem os funcionários (59%), ouvir os clientes (59%) e adotar práticas éticas e transparentes (56%); mais até, do que aspectos baseados na operação, incluindo o desempenho financeiro (36%). Os pesquisados afirmam construir confiança neles mesmos e nas suas companhias, ao apresentar informações de maneira clara e transparente (82%), dizer a verdade, mesmo quando as notícias sejam ruins (81%) e engajar os funcionários (80%).

Pesquisa realizada com 180 executivos sêniores dos principais fundos de pensão do mundo, em 2014, concluiu haver consenso de que o investimento de longo prazo é atividade valiosa para a sociedade e para o próprio fundo, embora existam barreiras para pô-las em prática: (1) regulamentos que focam o pensamento e a ação de curto prazo; (2) sensibilidade dos pares habituada ao ambiente de curto prazo; (3) falta de modelo claro de investimento, com métricas de desempenho e linguagem ajustados à mentalidade de longo prazo (IIRC, 2014).

Nesse sentido, a criação de valor resulta da maneira como a organização interage com o ambiente externo e, por isso, precisa evidenciar a forma como usa e afeta os

diversos capitais para demonstrar como suas estratégias corporativas criarão valor de longo prazo diante de fatores como: crescimento populacional, escassez de recursos e mudança climática (IIRC, 2013).

Assim, a evidenciação de políticas de preservação do meio ambiente, comportamento ético nos negócios e responsabilidade social com públicos internos e externos à organização podem sinalizar a estratégia de sobrevivência no mercado global, com efeito na imagem que pode preservar ou destruir a marca (HAHN; KUHNEN, 2013), pois os capitais são repositórios de valor, aumentam, diminuem ou se transformam por meio de atividades e produtos da empresa (IIRC, 2013).

Desta feita, a criação de valor pela organização depende da satisfação de seus clientes com atividades e produtos, da concordância dos fornecedores e financiadores em negociarem com a empresa em determinadas condições, da disposição de outros agentes em realizar parcerias ou impor condições com efeito na sobrevivência da organização. Quando tais interações, atividades e relacionamentos forem relevantes à capacidade da organização de gerar valor para si mesma, devem ser evidenciados no RI (IIRC, 2013).

A EY (2014) concebe a criação de valor como eixo do RI e o futuro dos relatos corporativos, pois, além de as organizações dependerem de recursos cada vez mais escassos, alguns pertencem à sociedade. Logo, o valor criado pela organização, em processo de co-criação, deve ser compartilhado entre proprietários, sociedade e demais interessados.

Como o processo de criação de valor é dinâmico, revisões frequentes de cada componente e suas interações com outros componentes e o foco na perspectiva da organização devem levar ao refinamento de conteúdo e forma de evidenciação (IIRC, 2013).

Cheng, Green e Conradie (2014), entretanto, ao analisarem o projeto de consulta do *Framework* do RI, já alertavam para a subjetividade de alguns procedimentos com efeito no conceito de criação de valor a ser evidenciado. O fato de os capitais serem repositórios de valor, que aumentam, diminuem ou se transformam, por meio de atividades e produtos da organização, faz com que o efeito líquido dependa da

perspectiva escolhida, haja vista que são diferentes *stakeholders*, com variados interesses. Ademais, o efeito combinado dos fluxos de capitais também é subjetivo, o que pode ser obstáculo à tarefa das organizações ao explicarem algumas compensações entre capitais, sem transformarem a divulgação em justificativas sem substância e pouco veladas de autopromoção. Além do que alguns elementos dos seis capitais não pertencem à organização, o que dificulta a mensuração do efeito na criação de valor. Por exemplo, os custos de redução nos capitais naturais são provavelmente suportados por outros *stakeholders*, como no caso dos financiadores de capitais financeiros, que são corresponsáveis pelo uso dos recursos financiados e, no caso de danos ambientais, será que os valores dessa corresponsabilidade são compatíveis nos relatos das respectivas organizações?

Nesse sentido, a PricewaterhouseCoopers [PwC] (2015) alerta, no início do processo, que as equipes de gestão precisam aceitar que nem todos os dados utilizados para calcular os indicadores de desempenho serão 100% precisos e assegurados. Até porque, é prática em construção o uso de *Key Performance Indicators* [KPIs] para medir o impacto da empresa no mundo ao seu redor.

Da mesma forma, ainda não se dispõe de metodologias sólidas e padronizadas para mensurar compensações entre capitais, situações em que a maximização de um, pode prejudicar outro. Mas, em pesquisa realizada pela PwC (2015) junto a seus clientes, foi constatado que os investidores preferem informações imperfeitas, a nenhuma informação.

Isto posto, a PwC (2015) entende que as organizações percebem, cada vez mais, a necessidade de se envolver em debates holísticos quando se aproxima a tomada de decisão, considerando fatores financeiros e não financeiros de geração de valor, mas raramente tais informações estão disponíveis em sistema integrado de gestão. Por isso, a PwC sugere a produção do RI em três estágios:

Análise da materialidade - diálogos com investidores e demais *stakeholders* para compreender os temas materiais da organização em que é possível gerar valor, com identificação de efeitos conhecidos ou em potencial, para priorizar temas importantes em relação à estratégia, à governança, ao

desempenho e às perspectivas da organização, bem como, determinar as informações a serem divulgadas. Ao avaliar a magnitude do efeito, deve-se considerar: fatores quantitativos e qualitativos; perspectivas financeiras, estratégicas, de reputação e regulatórias; área impactada, interna ou externa; e tempo de impacto. Esta visão de fora para dentro ajuda a administração a ter visão mais holística do negócio e do contexto operacional. Destaque à contribuição da Matriz de Materialidade do Relatório de Sustentabilidade, proposto pela *Global Reporting Initiative* [GRI].

Criação de valor - processo circular composto por sete elementos conectados: *stakeholders*, suas mensagens principais, riscos, estratégias, fatores de geração de valor, desempenho e impacto em que a

organização precisa desenvolver visão de como o valor é gerado para seus *stakeholders*. Destaque ao Modelo de Negócio, ponto de partida para evidenciar a visão da empresa nos negócios, com divulgação de métricas relevantes do desempenho operacional, além de proporcionar o contexto, para visualizar o fluxo de capitais e avaliar o possível impacto de eventos futuros, conforme demonstra Figura 1.

Avaliação do impacto – tradução da geração de valor em sistemas e processos de informação de gestão para monitorar o desempenho de forma sistemática. Destaque aos indicadores de desempenho, também conhecidos como KPIs, para capturar e comunicar o impacto da estratégia e das operações no histórico de geração de valor.

Figura 3 - O processo de criação de valor

Fonte: IIRC (2013)

Ao descrever, com clareza, o modelo de negócio da organização que identifica insumos, atividades de negócios, resultados e produtos, a organização mapeia sua abordagem para criar valor. Assim, devem-se divulgar atividades, interações e demais externalidades relevantes à capacidade de a organização gerar valor, sejam positivas ou negativas, para que provedores de capital avaliem efeitos e aloquem recursos de forma consciente. E mais, o valor é gerado ao longo de diferentes períodos, para diferentes partes interessadas, por meio de diferentes capitais, pois é improvável criar valor maximizando com apenas um tipo de capital, em detrimento dos demais (IIRC, 2013).

Para EY (2014), entre outras finalidades, o RI deve descrever como a estratégia e o modelo de negócios articulam os capitais a serem convertidos em criação de valor, além dos principais indicadores de desempenho, tais como: rotatividade de funcionários, eficiência energética, produtividade por equipamentos, nível de satisfação de clientes; a serem conectados aos respectivos ativos tangíveis e intangíveis impactados, com efeito na avaliação do valor da organização.

Além do que, como foi afirmado, o indicador de informações integradas pode gerar efeitos simultâneos, o que torna a análise mais complexa. Por exemplo, ao comparar novos

investimentos em equipamentos com o consumo de energia, pode-se medir indiretamente a criação de valor pelo desempenho: financeiro (variação no custo da energia e da depreciação com impacto na lucratividade), ambiental (quantidade de *quilowatts* consumidos) e social (produtividade dos funcionários e, até, a reputação perante clientes), com efeito no ativo intangível (EY, 2014).

Contudo, a melhoria na produtividade por funcionário (quantidade produzida / quantidade de funcionários), após aquisição de novos equipamentos, pode ser consequência, também, da redução no quadro de funcionários. Neste caso, o aumento do capital financeiro se dá pelo implemento do capital manufaturado e em detrimento do capital humano.

O IIRC (2012) alerta: conectar os fatores que contribuem à criação de valor ao longo de diferentes períodos com capitais diversos, também pode revelar *trade-off* entre as atividades que criam capital financeiro no curto prazo, mas geram danos ambientais e sociais a longo prazo. Assim, considerar diferentes capitais ajuda a estabelecer a relação causal entre modelo de negócio, estratégia e performance das empresas. O relato da criação de valor muda a própria definição de valor pelas empresas, ao expor a forma como os relacionamentos com as partes interessadas afetam os retornos financeiros no decorrer do tempo (MACIEL, 2015).

E mais, a gestão eficaz do risco, também, pode garantir a viabilidade das metas estratégicas de criação de valor, pois, ao incorporá-la na estratégia e no processo de tomada de decisão da organização, reduzem-se incertezas diante de adversidades futuras, daí a necessidade de explicar com clareza, no RI, o valor provável da organização a longo prazo (EY, 2014).

Segundo DaCunha *et al.* (2016), a crise financeira e o desemprego estão entre os principais riscos globais para empresas e reguladores ao avaliarem impactos na tomada de decisão. E, da mesma forma que é necessário medir probabilidades de riscos, também se deve medir a probabilidade das oportunidades, para avaliar valores potenciais em cada capital (ROTH, 2014), condição não aceita pela Contabilidade, que, ao mensurar a receita para apurar o resultado financeiro,

considera, apenas, fatos ocorridos e não atos com possibilidade de acontecer.

Isso reforça a afirmação do IIRC (2015, p. 4):

o relato integrado visa sobretudo ao aprimoramento da qualidade da informação disponibilizada aos provedores de capital financeiro, por meio da divulgação de dados mais abrangentes e relevantes que possam dar subsídios a decisões acertadas sobre a alocação desse recurso.

Contudo, os custos transparentes de divulgação de empresa precisam ser compatíveis com os benefícios para investidores. Afinal, são estes que suportam tais custos (ECCLES; SPIESSHOFER, 2015). Por isso, avaliar a materialidade do que deve ser evidenciado é essencial para o RI se concentrar nos fatores de impacto significativo à criação de valor atual e futura (EY, 2014), lembrando que o valor criado se materializa em ativos de propriedade da organização e em capitais alheios (IIRC, 2013).

Levantamento do IIRC (2014), nos relatórios de 2014, identificou:

- A Nestlé acredita que prospera e duplica o valor para os acionistas, no longo prazo, a partir da criação dos valores social e ambiental compartilhados, ao se comprometer com nutrição, água, desenvolvimento rural, sustentabilidade, direitos humanos e cumprimento.
- A BASF avalia sua cadeia de valor para descrever como seus vários segmentos criam valor para a empresa e seus outros *stakeholders*, em particular, clientes, público em geral e ambiente natural.
- A Entergy destaca sua missão no contexto da criação de valor para quatro grupos principais de *stakeholders*: proprietários, clientes, funcionários e comunidades.

De acordo com Eccles e Spiesshofer (2015), o requisito para medir o impacto levanta outra categoria de relatórios além do relato de atividades e resultados, pois estas levam a resultados com impactos sobre o público fora da empresa. Por exemplo, o preço das ações é impacto do desempenho financeiro sobre os investidores. Tais movimentos podem ser positivos (riqueza social criada pelos novos empregos) ou negativos (aquecimento global, fruto das emissões de carbono).

Externalidades positivas se tornam vantagem competitiva com possibilidade de retorno

financeiro imediato ou futuro. A organização pode transformar externalidades em ativo intangível ou motivador para o aumento dos intangíveis existentes, mas precisa ser capaz de identificar tais externalidades, estimar o valor, sempre que possível, e comunicá-las ao mercado (EY, 2014).

Caso estas sejam destruidoras de valor (aquecimento global, diminuição da biodiversidade), o desafio é reduzir impactos e identificar a diminuição de custos e efeitos no resultado para compará-los ao custo arcado pela sociedade para implantar ações mitigadoras. Esses esforços também podem diminuir os ativos intangíveis devido a intangíveis ocultos, capazes de afetar, negativamente, a criação de valor (EY, 2014).

Segundo o EY (2014), o impacto das externalidades e o efeito dos intangíveis no processo de criação de valor, ao serem comunicados no RI, podem ajudar os investidores a: (i) reconhecer, de forma ampla, o fluxo de caixa que a organização é capaz de gerar no futuro; (ii) associar a geração deste fluxo de caixa aos diversos ativos intangíveis geradores de valor de forma sustentável; (iii) perceber a redução do risco de investimento; (iv) revelar a viabilidade do modelo de negócio no longo prazo; e (v) identificar o nível de dependência em relação à contribuição da sociedade ou do meio ambiente.

Pesquisa da *Harvard Business School*1 identificou evidências de relação entre empresas que adotaram o RI e a permanência

de investidores por mais tempo nas organizações, com demanda por informações sobre criação de valor a longo prazo, principalmente, em empresas com oportunidades de alto crescimento, empresas não familiares, empresas de segmentos críticos como armas, álcool e tabaco e empresas com pouca volatilidade no passado (SERAFEIM, 2015).

Assim, a mensuração do impacto das externalidades sobre o valor de ativos intangíveis pode se dar por estimativa, em relação a: (i) preço das ações; (ii) lealdade dos clientes ou do valor da marca; (iii) taxa de sucesso em processos de concorrência; (iv) custos operacionais; (v) expansão geográfica e crescimento de mercado; (v) dependência energética e esgotamento do capital natural; (v) redução proativa de externalidades negativas (EY, 2014).

Estudo da KPMG e *National University of Singapore* (2015), junto a 80 companhias do Leste Asiático, identificou que o RI auxilia as empresas a se concentrar nos aspectos que afetam de maneira significativa a capacidade de criação de valor no longo prazo. Pontuou, ainda que a transparência permite à empresa apresentar a própria versão dos fatos, o que previne os analistas para fazerem suposições em nome da organização. Também concluiu que empresas cujas divulgações vão além das informações financeiras passaram, em meados 2010, a ter desempenho superior no valor das ações em relação ao grupo de controle (Figura 2):

Figura 4 - Rentabilidade ajustada pelo risco

Fonte: KPMG (2015)

Enfim, ao implantar o RI, muitas empresas descobrem que o foco deve ir além do relatório final. O alcance da conectividade requer entendimento profundo e articulado

dos elementos do processo de criação de valor da empresa, mudança interna para integrar as informações de gestão, momento em que a organização compreende os

impactos das questões materiais nos riscos e nas oportunidades (PWC, 2015). É a construção do pensamento integrado para evidenciar a criação de valor pela empresa.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza como exploratória, descritiva, documental e mista. Esta última, por reunir características de pesquisa qualitativa, como o tamanho da amostra e análise de conteúdo, ao mesmo tempo em que utiliza recursos da pesquisa quantitativa como a frequência de termos com apoio do *Software Nvivo11 for Windows*.

A intenção era trabalhar com as 12 (doze) empresas que participam do programa piloto no Brasil, mas quatro relatos não foram localizados, reduzindo a amostra para nove empresas, em um total de 18 (dezoito) relatos, nos exercícios de 2014 e 2015: AES Brasil (energia), BNDES (bancos), BRF (alimentos), CCR (concessões rodoviárias), CPFL Energia (energia), Fibria (papel e celulose), Itaú/Unibanco (bancos), Natura (artigos de uso pessoal) e Votorantim Cimentos (industrial). Percebe-se que são empresas de diferentes segmentos.

A análise dos dados foi em três etapas: (i) aspectos elementares dos relatos, em termos

de empresas, segmentos, forma de identificação e quantidade de páginas; (ii) frequência de termos e a árvore de palavras antecedentes e descendentes ao termo criação de valor e equivalentes; (iii) análise de conteúdo dos parágrafos que tratam de criação de valor tendo como parâmetros os oito temas previstos no *Framework* do RI (Tabela 2).

A principal limitação do estudo, também pode ser considerada uma virtude. O fato de o Relato Integrado estar em experimentação com número limitado de empresas no Brasil permitiu aprofundar a análise de conteúdo. Destaca-se, ainda, a falta de escala validada para avaliar a evidência da criação de valor, o que torna a análise mais subjetiva, mas não menos útil, pois esta modalidade de comunicação está em franca expansão no mundo, com necessidade de análises científicas.

4. RESULTADOS DA PESQUISA E ANÁLISES

4.1 ASPECTOS ELEMENTARES

Inicialmente, são apresentados aspectos da estrutura dos RI das empresas em questão, que, para efeito deste estudo, foram identificadas conforme demonstra a Tabela 3:

Tabela 3 - Dados elementares do Relato Integrado no Brasil

EMPRESA	DENOMINAÇÃO DO RELATO	Nº. PÁGINAS	
		2014	2015
Empresa 1	Relatório de Sustentabilidade	40	39
Empresa 2	Relatório Anual	52	60
Empresa 3	Relatório Anual e de Sustentabilidade	117	155
Empresa 4	Relatório Anual e de Sustentabilidade	44	66
Empresa 5	Relatório Anual	136	121
Empresa 6	Relatório	152	100
Empresa 7	Relato Integrado	37	59
Empresa 8	Relatório Anual	37	46
Empresa 9	Relatório Integrado	168	164

Fonte: Autoria própria com dados colhidos nos Relatos Integrados das empresas relacionadas (2014 e 2015)

Conforme a Tabela 3, são empresas de diferentes segmentos e apenas uma denomina esta modalidade de comunicação como Relato Integrado, tal como previsto no *Framework*, e outra se aproxima ao identificar

como Relatório Integrado. As demais mantêm as denominações anteriores, apesar de fazerem referências às orientações do Relato Integrado previsto no *Framework* do IIRC. É evidente também a variação na quantidade

de páginas entre os relatos, fato que tem implicação com o princípio da concisão, mas compreensível pela condição de adaptação em que as referidas empresas se encontram.

4.2 FREQUÊNCIA DE TERMOS SOBRE CRIAÇÃO DE VALOR.

Como há diferentes termos para retratar a criação de valor, a Tabela 4 evidencia a frequência destes termos nos RI das empresas pesquisadas:

Tabela 4 - Frequência do termo criação de valor e equivalentes

	CRIAÇÃO DE VALOR	CRIA VALOR	CRIAR VALOR	GERAÇÃO DE VALOR	GERA VALOR	GERAR VALOR	TOTAIS	FREQUÊNCIA POR ANO	FREQUÊNCIA POR EMPRESA
Empresa 1 - 2014	2	-	-	-	-	1	3	2%	7%
Empresa 1 - 2015	7	-	-	1	-	1	9	5%	
Empresa 2 - 2014	-	-	-	-	1	-	1	1%	2%
Empresa 2 - 2015	1	-	-	-	2	-	3	2%	
Empresa 3 - 2014	1	-	1	2	-	-	4	2%	7%
Empresa 3 - 2015	1	-	1	4	2	-	8	5%	
Empresa 4 - 2014	1	-	-	12	-	1	14	8%	23%
Empresa 4 - 2015	1	-	-	22	1	1	25	15%	
Empresa 5 - 2014	5	-	-	14	-	3	22	13%	17%
Empresa 5 - 2015	-	-	-	5	2	-	7	4%	
Empresa 6 - 2014	-	-	-	13	-	4	17	10%	23%
Empresa 6 - 2015	-	3	1	8	2	8	22	13%	
Empresa 7 - 2014	1	-	2	2	1	2	8	5%	10%
Empresa 7 - 2015	4	-	1	1	1	2	9	5%	
Empresa 8 - 2014	-	-	-	4	1	2	7	4%	5%
Empresa 8 - 2015	-	-	-	2	-	-	2	1%	
Empresa 9 - 2014	1	-	1	2	-	1	5	3%	6%
Empresa 9 - 2015	2	-	-	3	-	1	6	3%	
TOTAIS	27	3	7	95	13	27	172	100%	100%

Fonte: Nvivo 11 (2017)

Pela Tabela 4, observa-se que o termo geração de valor é mais presente nos relatos do que o termo criação de valor, apesar de o referencial teórico tratar esta temática mais como criação de valor. No montante citado, identifica-se maior incidência no ano de 2015 (53%), em relação a 2014 (47%), crescimento de 13%. Por outro lado, há redução na incidência de tais termos nos relatos da Empresa 5 e da Empresa 8 de 2014 para 2015. Mas, no geral, Empresa 5, Empresa 4 e

Empresa 6 são os relatos que mais citam tais termos.

Criação de valor ou geração de valor é o cerne deste estudo e, conforme Cruz e Lima (2010); Jensen e Berg (2012); IIRC (2013), Eccles e Serafeim (2013), IIRC (2014); EY (2014); Eccles e Spiesshofer, (2015), há diferentes fundamentos para criação de valor, daí a importância de identificar a que estão associados tais termos nos Relatos Integrados, como retrata a Figura 3:

Figura 5 - Árvore de palavras a partir do termo criação de valor nos Relatos Integrados

Fonte: Nvivo 11 (2017)

A Figura 3 indica que, normalmente, o termo criação de valor vem precedido de textos sobre: contribuição de profissionais para a apuração; objetivo das empresas em maximizá-lo; capacidade de afetá-lo; estruturação; estratégias de crescimento; elementos indispensáveis para os objetivos e modelos de criação de valor; diferencial de proteção e expansão; busca da excelência na gestão; ciclo de performance e envolvimento de consumidores; e clientes para garantir a sustentabilidade como criação de valor.

Por sua vez, na sequência do termo criação de valor, a Figura 3 identifica as seguintes abordagens: evidenciação simplificada;

composição do programa de criação de valor e destinação a todos os públicos; compartilhamento em diferentes prazos; crescimento de forma sustentável; relação com a visão da empresa; demonstração de como o negócio cria valor e como fortalece os relacionamentos e a governança; modelo de criação de valor e orientações ao consumidor; conceitos para diferentes públicos; além da relação com a sustentabilidade.

Estes dois parágrafos dão a dimensão da amplitude do termo criação de valor. Na sequência, a Figura 4 retrata a árvore de palavras relacionadas ao termo geração de valor:

Figura 6 - Árvore de palavras do termo geração de valor nos Relatos Integrados

Fonte: Nvivo 11 (2017)

O minúsculo tamanho da letra na Figura 4 é consequência de o termo geração de valor ser mais utilizado do que criação de valor nos RI, logo, tem mais associações com termos antecedentes e descendentes. Mas a figura serve pelo menos para visualizar o quantitativo de termos associados.

Dentre os antecedentes, tem-se: ecoeficiência e regulamentações; meta em aumentar e necessidade de ampliar; desenvolvimento da cadeia de fornecimento socioambiental; influência do ambiente externo; manutenção de compromissos e iniciativas para gerar valor; estratégias e bases de sustentação; promoção de diálogos sobre; trato a consumidores e inovação como alavanca de; contribuição dos aprimoramentos; fatores que impulsionam negócios e operações para; transparência; contribuição dos novos negócios; comunidades locais; conduta ética; captura de oportunidades; serviços compartilhados; sentido de promover a geração de valor; atendimento aos usuários; regiões em que atua para; transformações necessárias para expandir; importância dada pelos públicos; contexto; destaques relacionados; desempenho; promoção e busca do crescimento sustentável; sintonia com negócios éticos; compartilhamento de visão e conceitos de geração de valor; outros focos; relação com impacto socioambiental; transformação consciente e responsável da geração de valor; fluxo; aspectos que podem impactar e preservar a geração de valor; aumentos e diminuições contínuas da capacidade de; métricas do sistema de geração de valor; aspectos essenciais ao processo; oportunidade de; proposta mais moderna; execução de estratégias; filantropia, impacto coletivo, avaliação e geração de valor; transformação de recursos; foco; desenvolvimento de pessoas; critérios e direcionadores como redução de custos para.

Quanto aos termos descendentes da geração de valor, destacam-se: abrangência, dimensão local e regional; geração de valor ampliando o alcance; busca de respostas a perguntas; efeito em cada um dos seis capitais e na cadeia como um todo; englobando indicadores como receita; foco na gestão; geração de valor por meio de programas; preocupação com questões

ambientais; investimentos em capacitação; ética e atuação responsável; capital humano; como área estruturada; em linha com as diretrizes; identificação de temas materiais; mercado interno, governo; questão essencial na elaboração; a partir da promoção; a partir do trabalho; alinhada às estratégias de negócios; ao longo do tempo e para diferentes agentes; compartilhamento e acompanhamento contínuo nas ações que desenvolve; em consideração aos aspectos financeiros; definição de questões materiais; fortalecimento da marca; demonstração de impactos; maneira sustentável, razão de ser; rentabilidade e uso de recursos; geração de valor na companhia e fora dela; modelo de negócio; geração de valor para a sociedade olhar para e por meio; para comunidades vizinhas; pela inovação para restaurar e expandir o negócio; geração de valor qualificada em todos os negócios.

Este levantamento referente a assuntos que antecedem e dão sequência ao termo geração de valor, nos dezoito relatos pesquisados, evidencia a amplitude e a subjetividade de assuntos concernentes ao tema em questão, tal como sinaliza o IIRC (2014). Muitos relacionados a mais de um dos oito temas previstos no *Framework*. Por exemplo, ecoeficiência e regulamentações se enquadram em estratégias, desempenho, governança (*compliance*) e perspectivas. Isso constitui um imenso desafio às equipes de elaboradores desses relatos, dado o fato de a criação de valor envolver muitos aspectos específicos de cada empresa em seu respectivo contexto.

4.3 RELAÇÃO ENTRE CRIAÇÃO E TEMAS DO *FRAMEWORK* DO RELATO INTEGRADO

Apesar de todos os relatos abordarem a criação de valor, há muitos direcionamentos possíveis, o que explica o fato de o *Framework* se pautar em princípios gerais, sem adentrar regras específicas. Desta feita, a Tabela 5 exemplifica esta variedade de abordagens ao referido termo criação de valor e suas equivalências, a partir de uma única fala de cada empresa do programa piloto, para se ter dimensão dessa amplitude:

Tabela 5 - Abordagens sobre criação de valor/geração de valor

Diferentes abordagens sobre criação/geração de valor	
Empresa 1	“O desenvolvimento dos modelos de criação de valor foi inspirado nos princípios de Relato Integrado e contou com o envolvimento de dezenas de colaboradores e líderes da Empresa 1 em diversas áreas, como Relações com Investidores, Planejamento Estratégico, Meio Ambiente, Sustentabilidade, Pesquisa e Desenvolvimento, Comercial, entre outras. Além de consolidar o pensamento integrado sobre os negócios da Empresa 1 entre diferentes departamentos, um dos principais objetivos é explicar, com transparência, o que fazemos e a visão da Empresa 1 em relação à criação de valor a todos os nossos públicos internos e externos” (2015, p. 24, grifo nosso).
Empresa 2	“Como geramos valor? Uma instituição gera valor transformando os insumos de que dispõe em benefícios para a sociedade. Conheça nosso modelo de criação de valor, que mostra, de maneira simplificada, como utilizamos nossos capitais, transformando nossos insumos em resultados e grandes entregas em prol do desenvolvimento brasileiro” (2015, p. 10).
Empresa 3	“Construídas em 2013, revisadas por toda a Companhia em 2014 e aprovadas pelo Conselho de Administração, as diretrizes respondem à necessidade de ampliar a geração de valor, englobando indicadores como receita e lucro, geração de caixa e retorno do capital investido (<i>return on invested capital</i> - ROIC). Na revisão foram acrescentadas quatro diretrizes de suporte corporativo, e a cada ano a empresa volta a analisar e adaptar seu planejamento” (2014, p. 22).
Empresa 4	“O Grupo Empresa 4 investe na construção de relacionamentos sólidos e transparentes com todos os públicos, a fim de contribuir para a geração de valor compartilhado e fortalecer sua marca e reputação. Dessa forma, a Companhia consolida sua licença social para operar suas concessões e realizar os investimentos necessários. Com as comunidades locais, a Empresa 4 fortalece seu capital social por meio dos diversos programas de desenvolvimento socioeconômico desenvolvidos com investimentos próprios ou com recursos de incentivo fiscal. Em 2014, para aprimorar a gestão desses projetos, a Companhia criou o Instituto Empresa 4, responsável pela avaliação e apoio às iniciativas realizadas nos municípios em que o Grupo Empresa 4 está presente” (2014, p. 18, grifo nosso).
Empresa 5	“A Empresa 5 atua com uma visão ampla para identificar as tendências e conhecer os desdobramentos para o setor elétrico no Brasil, como forma de promover a criação e o desenvolvimento de negócios que contribuam para a geração de valor na companhia. Este capital representa o conhecimento gerado pela equipe tanto em relação ao funcionamento do negócio e o setor quanto em relação à excelência operacional e inteligência estratégica. Este conhecimento, bem como os sistemas internos de gestão e a cultura empresarial, são fundamentais para o crescimento do negócio” (2014, p. 26, grifo nosso).
Empresa 6	“O trabalho resultou na definição de dez temas materiais (ver abaixo). Outros dois temas relacionados às Metas de Longo Prazo (mudanças climáticas e resíduos) também foram considerados relevantes para a Empresa 6: certificações, compromissos voluntários do setor e regulamentações; desenvolvimento local e impactos nas comunidades; expansão do negócio; gestão financeira; gestão socioambiental da cadeia de fornecimento; geração de valor pela inovação; manejo florestal, biodiversidade, uso do solo; relações com o governo; transparência e engajamento com públicos de interesse; uso da água; mudanças climáticas; resíduos” (2015, p. 41, grifo nosso).
Empresa 7	“Definimos como questões materiais aquelas que têm significativa probabilidade de afetar, substancialmente, nossa capacidade de criar valor no curto, médio ou longo prazo. Detalhamos neste relatório tanto as questões identificadas como riscos, bem como as oportunidades e os assuntos cujas ocorrências não possam ser totalmente previstas. Realizamos um processo periódico para determinar e validar os temas materiais, que serve tanto para orientar a gestão na execução das nossas estratégias quanto para determinar os assuntos a serem abordados em nosso Relato Integrado” (2014, p. 3).
Empresa 8	“Movidos por essa convicção, renovamos em 2014 nossos compromissos coletivos com o futuro ao lançarmos nossa Visão de Sustentabilidade 2050. Nela, organizamos um conjunto de diretrizes com o intuito de expandir nossa geração de valor a partir da promoção do bem-estar bem e provocar impacto econômico, social e ambiental positivo no mundo. Ao mesmo tempo, obtivemos a certificação de Empresa B, que identifica com parâmetros claros as companhias comprometidas com a construção de um mundo melhor. Estamos honrados por fazer parte desse movimento global de empresas com propósitos transformadores de nossa sociedade e assumimos o compromisso de contribuir para que prospere e atraia novos parceiros” (2014, p. 4).
Empresa 9	“A nossa estratégia de atuação social busca apoiar e alavancar o desenvolvimento das comunidades nos locais em que atuamos. Em 2015, ampliamos esse enfoque, com a adoção do conceito de ecoeficiência, que passou a direcionar a captura de oportunidades para a geração de valor em toda a nossa cadeia de valor, numa perspectiva de longo prazo” (2015, p. 104).

Fonte: AES Brasil (2015); BNDES (2015); BRF (2014); CCR (2014); CPFL (2015); Fibria (2014); Itaú (2014); Natura (2014); Votorantim Cimentos (2015).

O entendimento de cada empresa sobre criação de valor não se limita ao teor desse único parágrafo destacado na Tabela 5, embora evidencie a variedade de abordagens:

A Empresa 1 foca na diversidade de áreas da empresa que precisam se integrar para produzir e relatar o pensamento integrado, com transparência, a diferentes públicos.

O Empresa 2 explica como o valor é gerado.

A Empresa 3 destaca a necessidade de estabelecer diretrizes de ampliação da criação de valor, aprovar em fóruns de gestão da corporação, definir métricas de avaliação que permitam a reanálise do processo anualmente.

A Empresa 4 remete à construção de relacionamentos sólidos e transparentes com todos os públicos para contribuir na geração de valor compartilhado e fortalecer a reputação da marca, com destaque ao capital social e de relacionamento.

A Empresa 5 Energia dá ênfase à visão ampla para identificar as tendências e conhecer os desdobramentos do setor elétrico no Brasil e, assim, contribuir na geração de valor na companhia. Destaque ao capital intelectual.

A Empresa 6 ressalta a importância de definir os temas materiais que impactam a criação de valor e as metas de longo prazo. Destaque ao capital natural.

O Empresa 7 ressalta parâmetros da materialidade para determinar criação de valor no curto, médio e longo prazo. Ênfase a riscos, oportunidades e validações periódicas dos temas materiais, que orientam a execução de estratégias e as abordagens no RI.

A Empresa 8 evidencia a visão de sustentabilidade a longo prazo para criação de valor e mensuração dos impactos econômico, social e ambiental.

A Empresa 9 remete à estratégia de atuação social para o desenvolvimento de comunidades onde atua. Destaque ao conceito de ecoeficiência para capturar oportunidades de geração de valor na cadeia de valor, em perspectiva de longo prazo.

Diante desta variedade de direcionamentos, na Tabela 6, são aprofundadas as abordagens sobre criação de valor identificadas nos relatos pesquisados, tendo como parâmetro os oito temas previstos no *Framework* do RI para evidenciar o pensamento integrado da criação de valor. Neste caso, a relação não é somente com os termos literais, mas com o sentido contido nos cento e trinta parágrafos identificados nos dezoito relatos, onde se encontram os termos criação de valor, geração de valor ou equivalentes:

Tabela 6 -Relação entre criação de valor e os temas previstos no Framework do RI

TEMAS PREVISTOS NO <i>FRAMEWORK</i> DO RI	Visão geral organizacional e ambiente externo	Governança	Oportunidades e riscos	Estratégia e Alocação de recursos	Modelo de negócio	Desempenho	Perspectivas para o futuro	Base de preparação do relato	Outros
EMPRESA/ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Empresa 1 - 2014	2	1	1	2	1	1	1	0	3
Empresa 1 – 2015	4	2	2	4	3	4	0	1	6
TOTAL - Empresa 1	6	3	3	6	4	5	1	1	9
Em relação ao total %	7%	11%	5%	5%	5%	5%	2%	5%	14%
Empresa 2 – 2014	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Empresa 2 – 2015	2	0	0	1	1	2	0	1	2
TOTAL Empresa 2	3	1	0	1	1	3	1	2	3
Em relação ao total %	3%	4%	0%	1%	1%	3%	2%	10%	5%

(continuação)

TEMAS PREVISTOS NO FRAMEWORK DO RI	Visão geral organizacional e ambiente externo	Governança	Oportunidades e riscos	Estratégia e Alocação de recursos	Modelo de negócio	Desempenho	Perspectivas para o futuro	Base de preparação do relato	Outros
Empresa 3 – 2014	2	0	1	3	1	2	2	1	3
Empresa 3 – 2015	5	1	3	5	3	1	1	0	5
TOTAL Empresa 3	7	1	4	8	4	3	3	1	8
Em relação ao total %	8%	4%	7%	7%	5%	3%	5%	5%	12%
Empresa 4 – 2014	4	3	2	9	5	4	1	4	8
Empresa 4 – 2015	9	3	6	15	10	12	4	2	17
TOTAL – Empresa 4	13	6	8	24	15	16	5	6	25
Em relação ao total %	14%	21%	13%	21%	18%	17%	8%	30%	38%
Empresa 5 – 2014	14	3	11	19	15	16	10	1	14
Empresa 5 – 2015	2	3	2	3	2	3	1	0	2
TOTAL – Empresa 5	16	6	13	22	17	19	11	1	16
Em relação ao total %	18%	21%	22%	20%	20%	20%	18%	5%	25%
Empresa 6 – 2014	11	3	8	10	9	10	9	4	1
Empresa 6 – 2015	12	3	11	14	12	11	12	2	2
TOTAL – Empresa 6	23	6	19	24	21	21	21	6	3
Em relação ao total %	26%	21%	32%	21%	25%	22%	34%	30%	5%
Empresa 7 – 2014	5	1	3	6	3	6	5	2	1
Empresa 7 – 2015	4	1	3	4	4	4	3	1	0
TOTAL – Empresa 7	9	2	6	10	7	10	8	3	1
Em relação ao total %	10%	7%	10%	9%	8%	11%	13%	15%	2%
Empresa 8 – 2014	6	0	0	6	5	6	3	0	0
Empresa 8 – 2015	1	0	2	2	2	1	2	0	0
TOTAL – Empresa 8	7	0	2	8	7	7	5	0	0
Em relação ao total %	8%	0%	3%	7%	8%	7%	8%	0%	0%
Empresa 9 – 2014	3	2	2	5	4	5	4	0	0
Empresa 9 – 2015	3	1	3	4	4	5	3	0	0
TOTAL Empresa 9	6	3	5	9	8	10	7	0	0
Em relação ao total %	7%	11%	8%	8%	10%	11%	11%	0%	0%
TOTAL – EMPRESAS	90	28	60	112	84	94	62	20	65
Em %	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: AES Brasil (2014 e 2015); BNDES (2014 e 2015); BRF (2014 e 2015); CCR (2014 e 2015); CPFL Energia (2014 e 2015); Fibria (2014 e 2015); Itaú (2014 e 2015); Natura (2014 e 2015); Votorantim Cimentos (2014 e 2015)

O fato de todas as falas abordarem a criação de valor não significa que todas foram classificadas no tema desempenho. Só o seriam, se detalhassem o valor criado em termos de desempenho, ou evidenciassem o efeito sobre o desempenho da empresa.

Dos 130 parágrafos classificados na Tabela 6, prevalece o uso do termo criação de valor ou equivalentes associados aos temas: estratégia e alocação de recursos (112), desempenho (94), visão organizacional e ambiente externo (90), modelo de negócio (84). Os temas menos relacionados são governança (28) e base para preparação e apresentação do relato (20). Predomina a abordagem de Eccles e Serefeim (2013), que sugerem a criação de valor para evidenciar a estratégia sustentável da organização, mas a alocação de recursos pode ser reforçada com uso de informações financeiras.

A Tabela 6 demonstra haver mais relação entre criação de valor e os temas previstos no *Framework* nos relatos da Empresa 4, Empresa 5 e Empresa 6, seguidas pela Empresa 7. E, no geral, tais abordagens ficaram mais intensas nos relatos de 2015, provavelmente fruto do processo de aprimoramento por que passam os relatos das referidas empresas, o que corrobora a abordagem de Hahn e Kuhnen (2013) quanto ao efeito da criação de valor na imagem de uma empresa, com poder para preservar ou destruir a marca.

Quando se compara os resultados da Tabela 6 ao número de páginas dos relatos contidos na Tabela 3, percebe-se que não há proporção entre a incidência da relação criação de valor/temas do *Framework* com a quantidade de páginas dos relatos de 2014 e 2015: Empresa 4 (44 e 66 páginas, respectivamente); Empresa 5 (136 e 121); Empresa 6 (152 e 100); e Empresa 7 (37 e 59). Isso indica que é possível estabelecer esta relação, mesmo em relatos concisos, caso da Empresa 4 e da Empresa 7, tal como orienta o *Framework* (IIRC, 2013).

A coluna 9 da Tabela 6 destaca outros assuntos contidos nos parágrafos, que detalham aspectos relativos aos oito temas (Tabela 2), ou que estavam mais relacionados aos seis capitais e aos princípios do RI (Tabela 1): foco estratégico e orientação futura (sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, inovação, reputação); relação com partes relacionadas (*stakeholders*, parcerias); materialidade e concisão (seleção

de temas); confiabilidade e completude (transparência, *compliance*, cadeia de valor); consistência e comparabilidade (lucro, métricas de avaliação de desempenho); e conectividade de informações (valor compartilhado e *triple bottom line*). Tais conexões podem sinalizar o repensar das empresas quanto aos modelos de criação de valor mencionados por Carvalho e Kassai (2014).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o objetivo deste artigo de descrever os conteúdos que evidenciam a criação de valor no Relato Integrado das empresas do programa piloto no Brasil, nos anos de 2014 e 2015, por meio da árvore de palavras do Nvivo11, constatou-se que é bastante variado o teor do que é relatado como criação ou geração de valor, ao associar tal termo com outros termos antecedentes e descendentes. Esta constatação reforça a abordagem de Jensen e Berg (2012) e Eccles e Spiesshofer (2015) diante do desafio de divulgar informações econômicas, ambientais e sociais de forma mais responsável e eficaz. A variedade de temas abordados sinaliza um novo caminho.

Foi constatado que o termo geração de valor é mais frequente do que criação de valor, apesar de o referencial teórico utilizar mais criação de valor. A incidência das abordagens não tem relação com o número de páginas dos relatos, pois, dentre os quatro relatos que mais exploram o termo e seus equivalentes, dois figuram entre os mais extensos e dois, entre os mais concisos, o que indica ser possível explorar a criação de valor, relacioná-la com os temas relevantes previstos no *Framework* do RI (IIRC, 2013) e, ainda assim, manter-se alinhado ao princípio da concisão.

É mais explícita a relação do termo com os seguintes temas previstos no *Framework* do Relato Integrado: estratégia e alocação de recursos; desempenho; visão organizacional e ambiente externo; e modelo de negócio. Também é comum a integração de conteúdo, pois os parágrafos analisados dificilmente abordam apenas um dos oito temas: alguns mencionam todos eles. Isso poderia ser resposta a Pereira (2016), que critica a limitação dos relatórios tradicionais em retratar o desenvolvimento sustentável. Daí o princípio da conectividade de informações para construir o pensamento integrado que

evidencia a criação de valor, como prevê o *Framework* (IIRC, 2013).

Este estudo pode ser aprofundado com outros métodos quantitativos, com análise de discurso em todos os parágrafos, com a inclusão de Relatos Integrados posteriores. Também se pode descer às minúcias de um dos oito temas específicos, ou mesmo,

investigar os questionamentos de Serafeim (2015), quanto aos fatores que podem comprometer a utilidade dos relatos voluntários nas decisões dos investidores, ou mesmo a abordagem de *disclosure* de Cruz e Lima (2010) sobre a percepção diferenciada entre tipos de usuários, incluindo a busca de equilíbrio entre as partes interessadas, previstas por Eccles e Spiesshofer (2015).

REFERÊNCIAS

- [1]. AES BRASIL. Relatório de sustentabilidade 2014. Disponível em: <http://www.aesbrasil.com.br/sustentabilidade/Paginas/RelatoriodeSustentabilidade.aspx>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [2]. _____. Relatório de sustentabilidade 2015. Disponível em: <http://relatorios2015.aesbrasilsustentabilidade.com.br/brasil/>. Acesso em 01 jul. 2016.
- [3]. BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Relatório anual 2014. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/5342>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [4]. _____. Relatório anual 2015. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/8574>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [5]. BRF. Relatório anual e de sustentabilidade 2014. Disponível em: http://ri.brf-global.com/conteudo_pt.asp?idioma=0&tipo=52159&conta=28&id=196342. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [6]. _____. Relatório anual e de sustentabilidade 2015. Disponível em: <https://www.brf-global.com/brasil/responsabilidade-corporativa/relatorio-anual>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [7]. BUSCO, C. et al. Leading practices in integrated reporting: management accountants will guide their companies on the journey to value creation. *Strategic Finance*, v.96, n.3, p.23-33, 2014. Disponível em: <https://www.thefreelibrary.com/Leading+practices+in+integrated+reporting%3A+management+accountants...-a0382806663>. Acesso em: 15 maio 2017.
- [8]. CARVALHO, N.; KASSAI, J. R. Relato integrado: a nova revolução contábil. *Revista FIPECAFI*, v.1, p.21-34, ago.2014. Disponível em: https://issuu.com/revistafipecafi/docs/revista_vol_1_corrigido. Acesso em: 20 ago. 2016.
- [9]. CCR. Relatório anual e de sustentabilidade CCR 2014 Disponível em: <http://www.grupoccr.com.br/ri2014/home/#!/20134>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [10]. _____. Relatório anual e de sustentabilidade CCR 2015. Disponível em: <http://www.grupoccr.com.br/ri2015/>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [11]. CHENG, M.; GREEN, W.; CONRADIE, P. The international integrated reporting Framework: Key issues and future research opportunities. *Journal of International Financial Management & Accounting*, v.25, n.1, p.90-119, 2014. Acesso em: 10 ago. 2016.
- [12]. CPFL ENERGIA. Relatório anual 2014. Disponível em: <http://www.cpfl.com.br/institucional/relatorio-anual/Documents/RA-8-cpfl-2014.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [13]. _____. Relatório anual 2015. Disponível em: <http://www.cpfl.com.br/institucional/relatorio-anual/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [14]. CRESSWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. Pesquisa de métodos mistos. 2.ed. São Paulo: Penso Editora, 2013.
- [15]. CRUZ, C. V. O. A.; LIMA, G. A. S. F. de. Reputação corporativa e nível de disclosure das empresas de capital aberto no Brasil. *Revista Universo Contábil*, v.6, n.1, p.85-101, 2010. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/1170/117012552006/>. Acesso em: 19 jun. 2017.
- [16]. DACUNHA, J. V.; MORAIS, A. I.; RODRIGUES, M. A. Integrated reporting - IR: o novo paradigma em corporate reporting. *Revisores e Auditores*, p. 34-41, jan./mar. 2016. Disponível em: <http://www.oroc.pt/fotos/editor2/Revista/72/Contabilidade.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- [17]. ECCLES, R. G.; SERAFEIM, G. A table of two stories: Sustainability and the quarterly earnings call. *Applied Corporate Finance*, v.25, n.3, p.8-19, 2013. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jacf.12023/full>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- [18]. ECCLES, R. G.; Krzus, M. P. Relatório único: divulgação integrada para uma estratégia sustentável. São Paulo: Saint Paul Editora, 2011.

- [19]. Eccles, R. G.; Spiesshofer, B. Integrated reporting for a re-imagined capitalism. Harvard Business School General Management Unit Working Paper. v. 25, p.16-032, set.2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2665737>. Acesso em: 14 mar. 2016.
- [20]. ERNST & YOUNG. Relato Integrado: pensamento, estratégia e valor compartilhado. 2014. Disponível em: [http://www.ey.com.br/Publication/vwLUAssets/Relato_Integrado_2014/\\$FILE/RelatoIntegrado_WEB.pdf](http://www.ey.com.br/Publication/vwLUAssets/Relato_Integrado_2014/$FILE/RelatoIntegrado_WEB.pdf). Acesso em: 15 jul. 2016.
- [21]. FIBRIA. Relatório de 2014. Disponível em: http://www.fibria.com.br/r2014/RelatorioFibria_BR.pdf. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [22]. _____. Relatório de 2015. Disponível em: http://www.fibria.com.br/r2015/pdf/Fibria_RS2015_20150415.pdf. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [23]. GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [24]. HAHN, R.; KÜHNEN, M. Determinants of sustainability reporting: A review of results, trends, theory and opportunities in an expanding field of research. *Journal of Cleaner Production*, v.59, p.5-21, 2013. Acesso em: 24 ago. 2016.
- [25]. INTERNATIONAL INTEGRATED REPORTING COUNCIL. Discussion paper: Towards integrated reporting – Communicating value in the 21st century. 2011. Disponível em: http://theiirc.org/wp-content/uploads/2011/09/IR-Discussion-Paper-2011_spreads.pdf. Acesso em: 02 ago. 2016.
- [26]. _____. Capturing the experiences of global businesses and investors. 2012. Disponível em: <http://integratedreporting.org/resource/2012-yearbook/>. Acesso em: 20 mar. 2016.
- [27]. _____. The international Framework. 2013. Disponível em: <http://www.theiirc.org/wp-content/uploads/2013/12/13-12-08-THE-INTERNATIONAL-IR-FRAMEWORK-2-1.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- [28]. _____. Creating value serie: Value to investors. 2014. Disponível em: <http://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2015/04/Creating-Value-Investors.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2017.
- [29]. _____. Creating Value Serie - Integrated Reporting and investor benefits. 2015. Disponível em: http://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2017/05/IntegratedReporting-and-Investor-Benefits_.pdf. Acesso em: 01 jun. 2017.
- [30]. INTERNATIONAL INTEGRATED REPORTING COUNCIL & BLACK SUN. Realizing the benefits: The impact of Integrated Reporting. 2014. Disponível em: http://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2014/09/IIRC.Black_Sun_Research_IR_Impact.Single.pages.18.9.14.pdf. Acesso em: 15 nov. 2015.
- [31]. ITAÚ UNIBANCO. Relato integrado 2014. Disponível em: https://www.itaubr.com.br/_arquivosstaticos/RI/pdf/pt/Relato_Integrado_2014.pdf. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [32]. _____. Relato integrado 2015. Disponível em: <http://www.itaubr.com.br/relatorio-anual/relato-integrado>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [33]. JENSEN, J. C.; BERG, N. Determinants of traditional sustainability reporting versus integrated reporting, an institutionalist approach. *Business Strategy and the Environment*, v.21, n.5, p.299-316, 2012. Acesso em: 27 ago. 2016.
- [34]. KLOVIENÉ, L.; SPEZIALE, M. T. Sustainability reporting as a challenge for performance measurement: Literature review. *Economics and Business*, v.26, p.44-53, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7250/eb.2014.019>. Acesso em: 12 ago. 2016.
- [35]. KPMG AND NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE. Towards better business reporting. 2015. Disponível em: <http://integratedreporting.org/resource/kpmg-and-nus-towards-better-business-reporting/>. Acesso em: 20 ago. 2016.
- [36]. _____. The KPMG survey of business reporting. Maio 2014. Disponível em: <https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2014/06/kpmg-survey-business-reporting.html>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- [37]. MACIEL, P. A. Relato Integrado: análise da evolução da estrutura conceitual e sua aplicação nos relatórios das empresas no Brasil. 2015. 173f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2015. Disponível em: <http://www.erudito.fea.usp.br/portaFEA/Repositorio/3581/Documentos/Dissertacao%20Paula%20Alvar%20Maciel.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2015.
- [38]. NATURA. Relatório Natura 2014. Disponível em: <http://natu.infoinvest.com.br/ptb/5302/RA%20Natura%202014.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [39]. _____. Relatório Natura 2015. Disponível em: <http://www.natura.com.br/relatorio-anual/2015/relatorio-anual-2015>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- [40]. PEREIRA, D. A. C. Relato integrado: Utopia ou realidade. Tese. 89f (Doctoral dissertation em Contabilidade e Finanças), Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais. 2016 Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/14349>. Acesso em: 21 jun. 2017.
- [41]. PRICEWATERHOUSECOOPERS. Implementação do relato integrado.2015 Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/as>

sets/auditoria/pwc-implementacao-relato-integrado-15.pdf. Acesso em: 20 dez. 2015.

[42]. QSR International Pty Ltd. NVivo qualitative data analysis Software for Windows (Versão 11.3.2.779) [Software]. QSR International Pty Ltd. 2017.

[43]. RIVERA-ARRUBLA, Y. A.; ZORIO-GRIMA, A.; GARCÍA-BENAU, M. A. El concepto de informe integrado como innovación en reporting corporativo. *Journal of Innovation & Knowledge*, v.1, n.3, p.44-155, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jik.2016.01.016>. Acesso em: 20 jul. 2017.

[44]. ROTH, H. P. Is integrated reporting in the future? *The CPA Journal*, v.84, n.3, p.62-67, 2014. Disponível em: <http://search.proquest.com/openview/bf2e09b0c0aa60f813abb567c6de6d6b/1?pq-origsite=gscholar>. Acesso em: 20 jun. 2016.

[45]. SERAFEIM, G. Integrated reporting and investor clientele. *Journal of Applied Corporate*

Finance, v.27, n.2, p.34-51, 2015. Acesso em: 23 fev. 2015.

[46]. SOYKA, P. A. The International Integrated Reporting Council (IIRC) integrated reporting Framework: Toward better sustainability reporting and (way) beyond. *Environmental Quality Management*, v.23, n.2, p.1-14, 2013. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tqem.21357/full>. Acesso em: 15 mai 2017.

[47]. VOTORANTIM CIMENTOS. Relatório integrado. 2014. Disponível em: http://vcimentos.com.br/extras/pdf/relatorio/VC_RI_2014_PT.pdf. Acesso em: 01 jul. 2016.

[48]. VOTORANTIM CIMENTOS. Relatório integrado. 2015. Disponível em: http://www.votorantimcimentos.com/Shared%20Documents/VC_RelatoIntegrado_2014.pdf. Acesso em: 01 jul. 2016.

Capítulo 15

RESPONSABILIDADE SOCIAL: UM ESTUDO DE CASO DO PROJETO BAIRRO DO FUTURO DA FUNDAÇÃO PEDRO PAES MENDONÇA EM SERRA DO MACHADO – SE

Alessandra Cabral Nogueira Lima

Jefferson David Araujo Sales

Luciana Cristina Andrade Franco

Resumo: Essa pesquisa tem como objetivo identificar no Projeto Bairro do Futuro desenvolvido pela Fundação Pedro Paes Mendonça, em Serra do Machado/SE características de ações voltadas para Responsabilidade Social. Buscou-se conhecer e apresentar o Projeto Bairro do Futuro, e analisar a visão de seus beneficiários. Desenvolveu-se uma pesquisa com abordagem quantitativa-qualitativa de caráter descritivo e exploratório, em que foi utilizado como estratégia o estudo de caso, classificando-se como pesquisa bibliográfica, documental e de campo, o instrumento de coleta de dados utilizado foi a entrevista semiestruturada. Quanto à análise dos dados coletados, os resultados mostram que na operacionalização do projeto, a FPPM seguiu todas as etapas necessárias na elaboração de um projeto além de avaliar junto aos beneficiários se os objetivos traçados foram alcançados. Portanto, a Fundação Pedro Paes Mendonça através do Projeto Bairro do Futuro, está realizando uma ação de Investimento Social Privado, no entanto o mesmo possui indicadores de uma ação de Responsabilidade Social Empresarial, porém precisa ganhar maiores proporções para ser considerado como ação de Responsabilidade Social Empresarial.

Palavras-chaves: Filantropia Corporativa; Investimento Social Privado; Responsabilidade Social; Projetos Sociais.

1 INTRODUÇÃO

Tem-se observado que as organizações empresariais estão se preocupando cada vez mais em atrelar sua imagem a de organizações socialmente responsáveis, que não visam somente a maximização do lucro, como também os fins sociais e ambientais, com isso estas empresas estão mudando de comportamento e buscando a construção de uma sociedade mais justa e solidária. Em consonância, as pessoas estão mais exigentes e cientes de seus direitos, valorizando as ações éticas, sociais e levando os executivos a pensarem Responsabilidade Social não como um custo para a empresa, mas como um investimento que irá gerar vantagens competitivas e por consequência a preferência dos consumidores.

Neste contexto existem formas diferenciadas de ações sociais, entre elas estão a Filantropia e o Investimento Social Privado (ISP). Melo Neto e Brennand (2004), conceituam Filantropia como uma doação assistencialista, onde a figura dominante é o doador que ajuda aos excluídos socialmente, sendo esta doação esporádica. Já ainda segundo os autores o ISP, difere da Filantropia porque é uma ação de investimento em projetos sociais, de caráter permanente baseada num compromisso social, com ênfase no planejamento, monitoramento e avaliação.

Desta forma, as empresas estão desenvolvendo diversas ações, como à criação de projetos direcionados ao apoio social e que contribuem para o bem estar da comunidade. Os investimentos em ações sociais trazem benefícios tanto para a sociedade, melhorando a qualidade de vida das pessoas, quanto para as empresas, pois causa a valorização da imagem institucional e da marca, ganha a lealdade do consumidor.

Entretanto não só grandes multinacionais, investem em ações sociais, empresas genuinamente brasileiras também estão engajadas nessas ações, como é o caso do Grupo João Carlos Paes Mendonça - JCPM, sediado em Recife/PE, considerado um dos maiores empreendedores do nordeste atuando nos setores de Comunicação, Shopping Centers e Imobiliário (GJCPM, 2012), este mantém desde 1989 em Serra do Machado – Ribeirópolis/SE a Fundação Pedro Paes Mendonça, uma entidade de direito privado sem fins lucrativos, através da qual investe em vários projetos e ações sociais,

entre elas o Projeto Bairro do Futuro, que tinha como objetivo melhorar as condições de moradia, desenvolver o comércio local, como também proporcionar lazer e qualidade de vida a população.

O presente estudo tem como objetivo analisar até que ponto o Projeto Bairro do Futuro, desenvolvido pela Fundação Pedro Paes Mendonça em Serra do Machado/SE, se configura como uma ação de Responsabilidade Social. Uma vez que, no Nordeste, existem muitas pessoas que se encontram em condições precárias de sobrevivência, vivendo na extrema pobreza, sem alimentação, moradia, saúde, educação e lazer. Ribeiro (2012) menciona que, segundo dados do Censo 2010 divulgados pelo IBGE essa região tem o maior percentual de pessoas que vivem em extrema pobreza, concentrando 59,1% (9,61 milhões) dos brasileiros extremamente pobres. Por isso muitas organizações diante dessa realidade, estão escolhendo como foco essa região para seus investimentos em ações sociais que buscam minimizar essa situação.

Diante desse cenário, surge à curiosidade em saber como esses projetos estão sendo elaborados, monitorados e avaliados, será que estes estão mesmo contribuindo para o desenvolvimento sustentável, ou não passam apenas de ações meramente filantrópicas. Uma vez que os resultados desta pesquisa junto com outros estudos já realizados poderão servir como um elemento favorável à reflexão das empresas que desejem praticar ações de Responsabilidade Social, como também pode propiciar uma nova base de dados para novos estudos, estimulando investigações teóricas e gerando novos conhecimentos sobre o tema.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste item serão discutidos assuntos relacionados à Filantropia, Filantropia Corporativa, Investimento Social Privado (ISP), Responsabilidade Social, Responsabilidade Social Empresarial e Projetos Sociais.

2.1 FILANTROPIA, FILANTROPIA CORPORATIVA E INVESTIMENTO SOCIAL PRIVADO (ISP)

A palavra Filantropia segundo Holanda (2004), tem o significado de amor à humanidade ou ainda amor a caridade. Para

Kisil (2006), a Filantropia é consequência de um valor inerente aos seres humanos resultante da solidariedade, que consiste no fato de a necessidade de um indivíduo provocar uma reação ou uma ação em outro, que se justifica pelo simples fato de que há alguém com uma necessidade que deve ser atendida.

Atrelado a esse conceito individual, surgiu o termo Filantropia Corporativa, que tem como característica a ação social caridosa de natureza assistencialista sendo predominantemente provisória e realizada através de doações de recursos empresariais que podem ser financeiros ou materiais, tendo como beneficiada a comunidade (TENÓRIO, 2006).

Melo Neto e Brennand (2004), inferem que esse termo tem como ação social

predominante a doação, onde o doador é na maioria das vezes um empresário com grande senso social e adepto a causas humanitárias que auxilia aos excluídos socialmente. No entanto há um conceito que vai além deste, que é o de Investimento Social Privado (ISP), neste a empresa aloca recursos de maneira mais planejada e não são só ações assistencialistas como as de Filantropia.

Afirmam ainda que o modelo de Investimento Social Privado é essencialmente diferente dos modelos de Filantropia, começando pela característica de investimento em oposição à doação, que é característica da filantropia. Para eles o Investimento Social Privado é de difícil gerenciamento e sua ênfase está no planejamento, controle, monitoramento e avaliação do impacto social. O quadro 1 ilustra melhor a diferença entre esses dois conceitos segundo os autores.

Quadro 1 - Comparativo entre Filantropia e Investimento Social Privado

Filantropia x Investimento Social Privado		
Fatos	Filantropia	Investimento Social Privado
Tipo de ação	Benemerente	Promoção e investimento social
Volume de recursos	Baixo	Alto
Dimensão de serviço prestado	Estreita	Ampla
Grau de compromisso	Baixo	Alto
Grau de envolvimento dos beneficiários	Baixo	Alto
Uso de mecanismos gerenciais	Nenhum	Elevado

Fonte: Melo Neto e Brennand (2004, p. 56)

Desse modo, a Filantropia é uma ação benemerente, onde os recursos doados na maioria das vezes são baixos; a dimensão do serviço prestado pela entidade que recebe a doação é estreita, devido à baixa quantidade de recurso recebida; o grau de compromisso social da empresa é nenhum ou se reduz ao mínimo; as pessoas beneficiadas não se envolvem com a empresa, ou até mesmo nem a conhece; não existem práticas gerenciais. Já no Investimento Social Privado, tudo é dependente, dando início pelo tipo de ação que é de investimento e promoção social; caracteriza-se por grandes aplicações de recursos, com foco em problemas periféricos; tem ampla dimensão, pois demanda programas e projetos que se revelam em ações de infraestrutura, informativas e de serviços; o grau de compromisso social da empresa é elevado; possuem um processo de gerenciamento das ações sociais; o grau de envolvimento dos beneficiários é alto, tanto os

primários como os secundários, estes são consultados a respeito de suas prioridades (MELO NETO; BRENNAND, 2004).

Assim, o Investimento Social Privado está sendo cada vez mais praticado pelas empresas, ele tem como finalidade que o setor privado atue na sociedade de forma diferente das ações de Filantropia Corporativa que são ações assistencialistas. Capovava (2010, p. 11) cita que “[...] o ISP ganhou força na década de 90, com a expansão e diversificação da sociedade civil organizada [...]”. No Brasil há algumas organizações sem fins lucrativos que têm como objetivo disseminar o conceito de Investimento Social Privado e estimular a sua prática, dando apoio à criação de institutos ou fundações, como o Instituto de Desenvolvimento do Investimento Social - IDIS e o Grupo de Institutos, Fundações e Empresas - GIFE.

Para o GIFE (2011), o Investimento Social Privado define-se pela alocação voluntária de recursos privados, feita de maneira planejada, monitorada e ordenada, atingindo projetos sociais, ambientais e culturais de interesse público. Já o IDIS (2011), conceitua o Investimento Social Privado como a utilização voluntária e estratégica de recursos da organização, que podem ser financeiros, em espécie, humanos, técnicos ou gerenciais, beneficiando a todos, sendo este a evolução da simples doação. Assim o ISP vai além da simples doação, pois esta tem caráter meramente assistencialista tendo como princípio a caridade.

O GIFE (2011), relata que para diferenciar o Investimento Social Privado das ações assistencialistas como as de Filantropia Corporativa, alguns elementos são fundamentais como:

Ter a preocupação com planejamento, monitoramento e avaliação dos projetos;

A estratégia deve ser voltada para resultados sustentáveis de impacto e transformação social;

A comunidade deve estar envolvida no desenvolvimento da ação.

Desse modo, o Investimento Social Privado se refere à atuação social das empresas, contemplando por sua vez uma única dimensão da Responsabilidade Social Empresarial sendo, portanto uma evolução do conceito da caridade e Filantropia Empresarial. Então, uma empresa que aloca recursos para investimentos sociais não necessariamente pode ser denominada socialmente responsável, pois esta é somente uma forma de atuação social, não deixando de ser importante para sociedade.

Outro ponto a destacar é que segundo o IDIS (2011), O Investimento Social Privado quando realizado de maneira estratégica permite:

- - Tornar a empresa sujeito do processo de transformação social do país;
- - Valorizar a imagem institucional e da marca;
- - Aumentar a lealdade do consumidor;
- - Incrementar a capacidade de recrutar e manter talentos;
- - Melhorar o clima organizacional.

Além disso, as fundações e institutos estão vendo que o desenvolvimento do setor está

passando do simples assistencialismo à tecnologia social e vem caminhando para o reconhecimento da existência de inteligência social na busca do consciente coletivo (ALBRECHT, 2006), assim o ISP está sendo cada vez mais estratégico para a empresa e proporcionando uma melhor qualificação de suas próprias ações haja vista que ela se preocupa com seu entorno e se conecta com a sociedade contagiando-a com seus valores. (CAPOAVA, 2010).

2.2 RESPONSABILIDADE SOCIAL X RESPONSABILIDADE SOCIAL CORPORATIVA OU EMPRESARIAL (SER)

O papel das empresas na sociedade vem sendo debatido há muito tempo. Nesse contexto, “a Responsabilidade Social Corporativa surge com a mudança de valores proposta pela sociedade pós-industrial: a valorização do ser humano, o respeito ao meio ambiente, a busca de uma sociedade mais justa e uma organização empresarial de múltiplos objetivos” (TENÓRIO, 2006, p. 45). Desse modo, os empresários começaram a compreender que além da maximização do lucro as organizações têm outras obrigações para com o ambiente onde está inserida e também com as partes interessadas ligadas a empresa assumindo novos compromissos e adotando valores que possam ser defensáveis publicamente, tornando-se uma agente de mudança social e sendo influenciada pela sociedade. (CAPOAVA, 2010; KARKOTLI; ARAGÃO, 2010)

Nesse sentido é indispensável ultrapassar ao entendimento de que a Responsabilidade Social Corporativa está voltada somente às estratégias e práticas identificadas com o engajamento da organização através de ações como a caridade ou investimentos em projetos sociais. Segundo Karkotli e Aragão (2010), a Responsabilidade Social que a empresa tem por obrigação vai além e pode ser identificada através de vários aspectos como:

- Gerar valor para seus agentes internos (proprietários, investidores e colaboradores), para que primeiramente os recursos financeiros, humanos e materiais da empresa sejam justificados;
- Gerar valor para a sociedade, nela identifica-se o governo, consumidores e todo o mercado, oferecendo bens ou serviços

adequados e seguros que de alguma maneira melhore a vida das pessoas;

- - Prestar informações confiáveis;
- - Promover comunicação eficaz e transparente para com os colaboradores e agentes externos;
- - Recolher tributos devidos;
- - Reduzir, ao máximo possível o uso de recursos naturais e tomar medidas que preservem e protejam ao meio ambiente;
- - Estimular a participação de diretores e colaboradores, na forma de cidadãos, para a solução de problemas da comunidade;
- - Desenvolver parcerias com outros organismos, de governos e da sociedade civil, para identificar deficiências e promover o desenvolvimento da comunidade onde está inserida;
- - Fazer transação de forma ética em toda a cadeia de relacionamento e outras partes interessadas como fornecedores, colaboradores, clientes, entidades associativas e representativas, governos, entre outros.

Atrelado a isso, Tenório (2006), afirma que quando as organizações agem de forma responsável, por seus próprios princípios, diminuem os riscos de greves, de eventualidades ambientais e fiscais, como também a vinculação da imagem da empresa

a escândalos, sendo que esses investimentos em ações de Responsabilidade Social são de fundamental importância para o negócio e para o sucesso da companhia no longo prazo.

Assim, cada vez mais as empresas estão conscientes de seu papel e se comprometem em diminuir a exclusão social, investindo recursos em projetos e ações sociais. Além disso, as empresas socialmente responsáveis precisam se preocupar com o meio ambiente, como também investir na educação, na saúde, e dar melhores condições a seus funcionários, onde suas ações possam atender a todos seus *stakeholders*.

Outro ponto a destacar é que apesar dos termos Responsabilidade Social (RS) e Responsabilidade Social Empresarial (RSE) estarem bem disseminados, muitos ainda os utilizam como sinônimos, no entanto a Responsabilidade Social Empresarial (RSE) é bem mais ampla do que a Responsabilidade Social (RS).

Segundo Melo Neto e Brennand (2004), a Responsabilidade Social está limitada a ações sociais que se voltam somente para o público interno (funcionários) e público externo (comunidade) da empresa, já a Responsabilidade Corporativa é mais ampla, porque envolve além das ações sociais, métodos e modelos de gestão ética e socialmente responsável. O quadro 2 apresenta as diferenças básicas entre esses dois conceitos:

Quadro 2 - Comparativo entre Responsabilidade Social e Responsabilidade Corporativa

Responsabilidade Social x Responsabilidade Corporativa	
Responsabilidade Social	Responsabilidade Corporativa
É restrito à prática de ações sociais internas e externas.	É mais abrangente, pois envolve, além de prática de ações sociais, a adoção de um modelo de gestão ética.
Seu foco principal é a comunidade.	Seu foco principal é o modelo de gestão empresarial.
Seus beneficiários são os funcionários, seus dependentes e os membros da comunidade.	Seus beneficiários são os clientes, fornecedores, acionistas, parceiros, governo, mídia, funcionários, membros da comunidade e sociedade em geral.

Fonte: Melo Neto e Brennand (2004, p. 32).

Portanto, entende-se que a Responsabilidade Social está dentro da Responsabilidade Social Corporativa, sendo uma dimensão desta. Na segunda as empresas não se preocupam apenas com ações sociais para seu público interno e externo, estas ações são destinadas a todos seus *stakeholders* (empregados,

fornecedores, clientes, comunidade local, sociedade em geral, governo etc.), as empresas estão envolvidas também com questões éticas e com a preservação do meio ambiente.

3 OS MODELOS DE SER

3.1 MODELO DA PIRÂMIDE DA RESPONSABILIDADE SOCIAL DE CARROLL

De acordo com Carroll (1991 *apud* BARBIERI e CAJAZEIRA, 2009), a Responsabilidade Social da empresa abrange as dimensões:

econômicas, legais, éticas e discricionárias (ou filantrópicas). A Figura 1 apresenta o modelo, onde as responsabilidades são ordenadas da base para o topo em função de sua magnitude relativa. A seguir são apresentados os conceitos referentes a cada uma das dimensões citadas pelo autor:

Figura 1 - Pirâmide da Responsabilidade Social de Carroll

Fonte: Adaptado de Carroll (1991, p. 42 *apud* BARBIERI e CAJAZEIRA, 2009, p. 54)

Responsabilidades econômicas: estão localizadas na base da pirâmide, pois é o principal tipo de responsabilidade social da empresa, sendo os lucros a maior razão pela qual as empresas existem, produzindo bens e serviços de que a sociedade necessita e vendê-los a um preço que possa garantir a sobrevivência da empresa;

Responsabilidades legais: é a segunda responsabilidade da empresa, sendo o que a sociedade considera importante com relação à conduta adequada das empresas. Ou seja, espera-se que elas atendam às metas econômicas dentro de uma estrutura legal e das exigências legais;

Responsabilidade ética: é a terceira dimensão do modelo de Carroll e compreende comportamentos ou atividades que a sociedade espera das empresas, mas que não estão codificados na lei e podem não servir aos interesses econômicos diretos da empresa. Ser ético significa fazer o que é correto e justo, procurando não ocasionar danos às pessoas;

Responsabilidades discricionárias ou filantrópicas: é a última dimensão do modelo e acontece sem o sinal preciso da sociedade,

ficando a escolha individual da empresa. Abrange o comprometimento em ações que venham a promover o bem-estar da sociedade. Para o autor é a menos importante das dimensões, mas não deixa de ser admirada e esperada.

Assim, a Responsabilidade Social Empresarial estabelece que as empresas cumpram concomitantemente as responsabilidades econômicas, legais, éticas e filantrópicas, onde ela deve de maneira simultânea ser lucrativa, obedecer às leis, responder as expectativas da sociedade e ser uma boa cidadã, promovendo o bem-estar humano (CARROLL, 1991 *apud* BARBIERI; CAJAZEIRA, 2009). Mas, Apesar do sucesso que foi o modelo, Carrol continuou a se questionar, suas dúvidas eram a respeito da dimensão filantrópica da Responsabilidade Social, pois mesmo com o sucesso do modelo das quatro dimensões, ele prosseguiu estudando e procurando novos conceitos, anos mais tarde ele desenvolveu um novo modelo aperfeiçoando o anterior, sendo denominado de modelo dos três domínios da Responsabilidade Social Empresarial.

3.2 MODELO DOS TRÊS DOMÍNIOS DA RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL

O modelo dos três domínios da Responsabilidade Social Empresarial surgiu depois das críticas encontradas no modelo das quatro dimensões de Carroll, representado na Figura 1. Segundo Schwartz e Carroll (2003 *apud* BARBIERI e CAJAZEIRA, 2009), o uso da pirâmide pode causar confusões ou ser usado de maneira inadequada. Entre as várias críticas, pode-se destacar a sua configuração em forma de pirâmide sugerindo a existência de uma hierarquia e graus de importância entre as

responsabilidades, além de não mostrar a interação entre as quatro responsabilidades.

Foi então proposto um novo modelo onde utilizados círculos, como mostra a Figura 2, agora com três campos, a Filantropia deixou de ser uma dimensão específica porque os autores veem que em muitos casos é complexo diferenciar entre atividades éticas e filantrópicas, onde esta última pode vir a ser praticada apenas por questões econômicas (BARBIERI; CAJAZEIRA, 2009). Desta forma, ações filantrópicas podem ser enquadradas no campo das responsabilidades éticas e/ou econômicas, motivo pelo qual os autores preferiram retirar este campo, passando a estar integrado nos dois domínios citados.

Figura 2 - Modelo dos Três Domínios da Responsabilidade Social Empresarial

Fonte: Schwartz e Carroll (2003, p. 509 *apud* BARBIERI e CAJAZEIRA, 2009, p. 57)

Portanto, o novo modelo das três dimensões da RSE abrange as responsabilidades nos campos: econômico, legal e ético e indica que nenhum dos três domínios deve ser mais importante do que os outros. Então a proposta de Carroll é que a empresa possa alcançar o perfil, localizado no centro da Figura 2, onde os três campos da Responsabilidade Social estão presentes ao mesmo tempo (BARBIERI; CAJAZEIRA, 2009). Desta forma a empresa não deve estar focada só nos segmentos isolados, como por exemplo, o que é exclusivamente econômico, onde a preocupação é apenas com a maximização do lucro ou do valor das ações, deixando os outros campos fora dos objetivos da empresa.

4 PROJETOS SOCIAIS: CONCEITOS E CLASSIFICAÇÕES

Por meio de um conjunto integrado de atividades, um projeto social procura modificar uma parcela da realidade, para diminuir ou eliminar um déficit, ou ainda resolver um problema, com o intuito de atender as necessidades de grupos que não têm elementos para resolvê-los por intermédio do mercado (NOGUEIRA, 1998 *apud* COUTINHO *et al.*, 2006). Assim um projeto social busca por meio de suas ações, melhorar a vida da comunidade ou de grupos de pessoas denominadas de população-alvo.

De acordo com Stephanou *et al.* (2003, p. 24), “Projetos sociais são iniciativas de grupos, instituições ou setores governamentais que estejam relacionados a uma ampla possibilidade de ações e objetivos”. Ainda segundo os autores, os projetos sociais são uma maneira de estabelecer ações com o objetivo de mudar uma determinada realidade social ou institucional, esses projetos são ferramentas ou instrumentos de trabalho, formuladas com o intuito de melhorar as ações e resultados realizados por uma determinada organização.

Desta forma um projeto social é uma maneira das empresas investirem em ações sociais ajudando a comunidade carente, sendo que só com esta ação a empresa não pode ser considerada socialmente responsável. Como afirma Grajew (2002 *apud* MELO NETO e BRENNAND, 2004, p. 38), “não adianta ajudar apenas uma obra social se a empresa trata mal seus funcionários, sonega impostos, joga lixo no rio, se mete em corrupção ou engana o consumidor”.

4.1 RESPONSABILIDADE SOCIAL E SUSTENTABILIDADE: UMA TIPOLOGIA DE PROJETOS SOCIAIS

De acordo com Melo Neto e Brennand (2004), as empresas foram evoluindo para ações mais duráveis em termos sociais, como os projetos sociais, pois antes o modelo usado era o da filantropia centrado no viés caritativo, no qual tinha como característica fundamental as doações a entidades sociais. Ainda

segundo os autores, desse viés caritativo passou-se para o viés do investimento social empresarial.

Desta forma surge um novo paradigma da Sustentabilidade-Responsabilidade Social que Melo Neto e Brennand (2004, p. 116) denominaram de viés do empreendedorismo social que tem como principais características:

- Geração de valor nas dimensões econômica, ambiental, social, política e cultural;
- Atuação em resposta às demandas da sociedade;
- Contribuição para o autodesenvolvimento das comunidades;
- Fazer com que a população e, sobretudo, as gerações futuras possam gerar as condições econômicas, materiais e institucionais, para o seu próprio sustento;
- Desenvolvimento das potencialidades da comunidade.

Melo Neto e Brennand (2004), mencionam que um projeto social sustentável abrange a união dos conceitos de Responsabilidade Social e Sustentabilidade, para eles se um determinado projeto compreende ações de empreendedorismo e busca a solução de problemas sociais têm a junção desses dois conceitos, configurando assim alguns tipos de projetos com base no binômio da Sustentabilidade-Responsabilidade Social, conforme pode-se observar na figura 3.

Figura 3 – Tipos de projetos sociais

Fonte: Melo Neto e Brennand (2004, p. 117).

Desse modo os projetos de filantropia pura compreendem apenas a dimensão da Responsabilidade Social (viés caritativo) e os projetos ambientais voltados para a Sustentabilidade sob a ótica do viés da preservação do meio ambiente, encontram-se nos dois extremos da figura, já na parte central estão os projetos de empreendedorismo social que focam de forma igualitária nos campos da Responsabilidade Social e da Sustentabilidade, nos níveis intermediários destacam-se os projetos de filantropia de alto rendimento com foco maior na Responsabilidade Social do que na Sustentabilidade, e os projetos de auto-gestão e cogestão que correspondem a “nova economia solidária” e dão maior ênfase na Sustentabilidade do que na Responsabilidade Social (MELO NETO; BRENNAND, 2004).

Para a elaboração de um projeto começa com o diagnóstico de uma realidade social, e compreensão das relações institucionais,

grupais e comunitárias, para que finalmente se faça o planejamento da intervenção, respeitando os limites e as oportunidades para a transformação social (STEPHANOU *et al.*, 2003). Outro aspecto levantado pelos autores é que, em resumo a formulação de um projeto social ultrapassa sua dimensão financeira ou econômica, este envolve essencialmente a seleção de caminhos por onde a população envolvida e as organizações percebem ser mais adequado trabalhar.

Na visão de Tenório *et al.* (2010a), a elaboração de um projeto possibilitará que as atividades convertam os dados e informações colhidas na comunidade em um documento (projeto) que indique a situação (diagnóstico), as intervenções necessárias e os resultados a serem alcançados. O autor destaca que a elaboração de um projeto está dividida em quatro etapas: identificação, viabilidade, projeto e análise, conforme o processo demonstrado na figura 4.

Figura 4 - Etapas básicas na elaboração de projetos

Fonte: Tenório *et al.* (2010a, p. 15)

Como descrito por Tenório *et al.* (2010a), a primeira fase é a identificação, nela com a existência de uma situação potencial, dar-se início a organização preliminar de dados e informações do projeto. Nesta etapa as atividades a serem desenvolvidas de acordo com Tenório *et al.* (2010a, p. 19) são:

- Levantar dados e informações preliminares, a fim de caracterizar o problema a ser estudado, por exemplo: número de famílias, crianças, unidade hospitalar, escolas, produtos cultivados;
- Especificar a área urbana ou rural na qual o projeto será realizado, isto é, localizar dentro do bairro, município

ou estado o local onde o projeto será implementado;

- Identificar a importância das necessidades a serem atendidas dentro da área especificada;
- Definir os objetivos a serem alcançados;
- Identificar os beneficiários do projeto;
- Identificar os recursos necessários: financeiros, humanos, materiais, tecnológicos, por exemplo.

A segunda etapa, de acordo com o mesmo autor consiste em verificar a viabilidade do projeto, nela examina-se qual das alternativas da fase anterior (identificação) terá mais

efetividade em termos técnicos, financeiros, econômicos, gerenciais, ecológicos e sociais. As duas primeiras etapas também são chamadas segundo Tenório *et al.* (2010a), de anteprojeto. Já na terceira etapa que é o prognóstico do projeto, faz-se a programação das atividades e dos recursos que serão indispensáveis para a implementação do mesmo, esta fase também indica o que deve conter o documento definitivo.

Na análise, que é a última etapa do processo de elaboração, é feito um estudo crítico para analisar se o projeto irá atender as necessidades inicialmente identificadas na comunidade (TENÓRIO *et al.*, 2010a). Na figura 4, podemos observar que a análise também pode ser desenvolvida nas etapas de identificação e elaboração, pois dependendo da magnitude do projeto esse método pode acontecer de forma simultânea. Para Tenório *et al.* (2010a, p. 31), o processo para a análise no final da elaboração do projeto deverá ser o seguinte:

- Estudar os antecedentes do projeto: a ideia ou problema identificado;
- Ler o diagnóstico a fim de observar o nível de aprofundamento dos dados e informações levantados;
- Pré – avaliação: das informações sobre os benefícios, clientela ou público – meta; dos objetivos; da justificativa; da programação; da metodologia; dos órgãos, direta e indiretamente envolvidos; dos recursos (humanos, materiais, financeiros e tecnológicos); da metodologia de acompanhamento; da administração do projeto.

Já de acordo com Ávila (2001), a primeira etapa de um projeto corresponde à análise do contexto, que pode ser chamada também de diagnóstico da situação, análise situacional ou análise do cenário. A autora ainda explica que é necessário descrever, analisar, como também entender a realidade local, social e institucional na qual se deseja interferir.

Assim, após a primeira etapa, o segundo passo para elaboração de um projeto será a escolha de seus objetivos, sendo que é de fundamental importância que esses sejam formulados de maneira clara, pois será em função dos objetivos traçados que todas as ações serão pensadas, executadas e avaliadas, por isso é preciso que todos: equipe do projeto, parceiros e beneficiários

da ação, os compreendam bem, permitindo uma linguagem e um entendimento comum do que está sendo proposto e dos resultados desejados (ÁVILA, 2001).

Em seguida, é hora de planejar as atividades do projeto, para a autora nesta fase o importante não é só definir quais as ações e métodos serão indispensáveis para alcançar os resultados desejados, mas também programar o tempo e a sequência em que cada uma dessas atividades serão desenvolvidas. Enfatiza-se que para cada atividade prevista no projeto é indispensável que sejam apontados de forma clara quais os recursos físicos, financeiros e humanos necessários, porque só assim o orçamento será elaborado de maneira realista, diminuindo as surpresas na fase de implementação do projeto.

A última etapa na elaboração do projeto para Ávila (2001), é a preparação do documento escrito, onde este é a sistematização, a concretização de todo o processo de planejamento, tornando-se num instrumento importante na captação de recursos, a qual, se não é o fim de nossa ação, é condição indispensável para a sua viabilização.

Portanto, nota-se que os autores citados enfatizam a importância do planejamento na elaboração de um projeto, sendo que todas as pessoas envolvidas no mesmo devem participar desse processo, com seus conhecimentos específicos, com suas práticas diferenciadas e suas diferentes leituras da realidade. Por exemplo, a participação dos beneficiários é essencial, pois estes conhecem a realidade social e podem ajudar com sugestões de soluções para o determinado problema.

Dando seguimento, precisa-se avaliar o projeto, nesse sentido o objetivo de avaliar são os de conhecer a direção do projeto, averiguar se os objetivos estão sendo atingidos e se o problema em questão está sendo modificado.

Na concepção de Tenório *et al.* (2010b, p. 17), a avaliação de projetos é definida como “um processo de interação social no qual os diferentes atores (população beneficiada, agentes comunitários, financiadores etc.) negociam os saberes, isto é, colocam-nos “sobre a mesa” visando ao bem comum da comunidade”.

A avaliação é um processo que está relacionado de forma direta com o futuro

(antes), com o presente (durante) e com o passado (depois), onde esses três períodos correspondem às fases do processo de avaliação, que são a análise (futuro), o

acompanhamento (presente) e a avaliação final (passado) (TENÓRIO *et al.*, 2010b). Conforme a figura 5.

Figura 5 – Processo de avaliação de projetos

Fonte: Tenório *et al.* (2010b, p. 23)

O Autor preceitua que a análise, é a primeira fase do processo de avaliação, deve ser feita logo após a elaboração do projeto, ela contribui e guia as outras etapas do processo, fornecendo informações específicas para o desenvolvimento do projeto, de acordo com os objetivos já instituídos, também indica quais variáveis serão acompanhadas e avaliadas.

O acompanhamento é a etapa em que levanta os dados durante a execução do projeto, nela verifica-se o que está acontecendo no presente, com a intenção de observar se as atividades que foram programadas estão sendo implantadas como o planejado, garantindo que os objetivos estabelecidos serão alcançados. É contínuo e dinâmico ligando as etapas de análise e avaliação final, de modo geral o acompanhamento está dividido em 04 fases: Planejamento, Coleta e registro dos dados, Comparação e interpretação e Produção de novas informações.

A última etapa do processo de avaliação de projetos é a avaliação final ou de impacto, esta é feita após o término das atividades planejadas anteriormente, sendo esta, uma técnica de gerenciamento que visa o retorno permanente das informações que serão usadas no aperfeiçoamento das ações. Sua finalidade é conhecer como o projeto foi executado para que se possam tomar decisões sobre o prosseguimento ou suspensão das ações.

Já conforme São Paulo (2005), o processo de avaliação deve ocorrer periodicamente e de forma constante em todo o ciclo do projeto, esta avaliação pode acontecer internamente, sendo que é realizada pelos membros da instituição, externamente, quando os avaliadores não fazem parte da instituição, ou ainda mista, quando realizada por avaliadores internos e externos. Para esse autor o Plano

de Avaliação compõe-se de diferentes etapas, e estas podem mudar dependendo das exigências do agente financiador ou dos apoiadores.

Portanto entende-se que o melhor sentido para a avaliação, é que esta seja utilizada como forma de melhorar os projetos existentes, aperfeiçoando o conhecimento sobre sua execução, como também contribuindo para seu planejamento futuro, minimizando os erros e melhorando sua eficácia na resolução da situação potencial identificada no início na elaboração do projeto.

5 METODOLOGIA

Sendo o objetivo deste estudo o de confirmação de uma proposta, essa pesquisa se caracterizou como exploratória e descritiva. Uma vez que não se verificou a existência de estudos realizados que abordem a visão das pessoas assistidas pelo Projeto Bairro do Futuro desenvolvido pela Fundação, e descritiva porque visa descrever e analisar não só a operacionalização do projeto como também, a percepção dos moradores de Serra do Machado – Ribeirópolis/SE, assistidos pelo Projeto Bairro do Futuro desenvolvido pela Fundação Pedro Paes Mendonça. Adotou ainda

Já quanto aos meios, a pesquisa foi traçada também como bibliográfica, documental e de campo. Bibliográfica porque para a construção da fundamentação teórica foi necessário um estudo com base em dados publicados em livros, artigos, teses. A pesquisa foi classificada também como documental porque se vale de documentos internos da FPPM que dizem respeito ao objeto de estudo. E se configurou como pesquisa de campo uma vez que os dados

foram coletados onde os fenômenos acontecem.

A estratégia utilizada nessa pesquisa foi o estudo de caso que de acordo com Yin (2005), é a mais indicada quando são sugeridas as questões como e por que, no momento em que o pesquisador não tem muito controle sobre o fenômeno. O autor ainda afirma que o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa para os estudos onde se pretende analisar fenômenos sociais complexos, de forma que se permite uma investigação que possibilita reter as características holísticas e expressivas dos acontecimentos em seu ambiente real. Então esta pesquisa se delineou com um estudo de caso realizado na Fundação Pedro Paes Mendonça, situada na Serra do Machado no município de Ribeirópolis/SE.

No que concerne em relação a abordagem este estudo assumiu um caráter quantitativo e qualitativo. Uma vez que os dados coletados do perfil socioeconômico das pessoas assistidas pelo projeto foram tratados de forma estatística e a abordagem qualitativa foi adotada para os dados coletados com as entrevistas feitas com o responsável pelo projeto e com os beneficiários do mesmo.

Neste sentido o universo desta pesquisa foram os habitantes de Serra do Machado atendidos pelo Projeto Bairro do Futuro que é composto por 65 (sessenta e cinco) casas. Essa pesquisa utilizou a amostra não probabilística por acessibilidade, que para Vergara (2008) não utiliza nenhum processo estatístico e os elementos escolhidos serão

aqueles que estiverem mais acessíveis. Desse modo a amostra dessa pesquisa foi de 20 (vinte) moradores mais acessíveis assistidos pelo Projeto Bairro do Futuro e a gestora do mesmo.

Para a execução dessa pesquisa, foi utilizada uma técnica de coleta de dados: a entrevista. A entrevista foi realizada com o gestor do projeto para obter informações sobre a operacionalização e os objetivos do projeto, também foi usada com a finalidade de identificar a percepção das pessoas assistidas pelo projeto. Com isso optou-se pelo uso da entrevista semiestruturada, pois esta permite ao pesquisador perceber melhor as manifestações dos entrevistados. Todas as respostas das entrevistas foram registradas de forma escrita pelo autor, para futuras consultas.

Assim para a compreensão dos dados levantados com a entrevista, foi utilizada a técnica de análise interpretativa do conteúdo, conforme orienta Minayo (2004). Com relação aos dados sobre o perfil socioeconômico dos beneficiários, esses foram tratados estatisticamente com realização da tabulação dos dados presentes nas respostas das entrevistas, por intermédio da construção de planilha eletrônica via aplicativo Excel, de onde foram gerados gráficos para a interpretação.

As categorias de análise utilizadas nesta pesquisa e seus indicadores encontram-se dimensionadas no quadro 3 e estão baseadas na taxinomia proposta por Kerlinger (1980).

Quadro 3 - Categorias de análise

Categorias	Variáveis (elementos)	Indicadores	Detalhamento
Classificação da Ação	Filantropia ou Investimento Social Privado (ISP)	Tipo de ação	A filantropia é caracterizada pela doação. Já o ISP pelo investimento e promoção social.
		Volume de recursos	Na filantropia o volume de recursos doados é geralmente baixo, enquanto o ISP é caracterizado por elevadas aplicações de recursos.
		Dimensão do serviço prestado	Na filantropia o serviço prestado pela entidade receptora do recurso é baixo, devido aos poucos recursos que esta recebe. No ISP esta dimensão é ampla, pois há um elevado volume de recursos.
		Grau de compromisso	Na filantropia o grau de compromisso é nenhum ou bastante reduzido, ao contrário do ISP que é elevado, pois há um processo de gerenciamento da ação.
		Grau de envolvimento dos beneficiários	Não há envolvimento dos beneficiários com a empresa na filantropia, estes podem até desconhecer-la. Já no ISP o envolvimento é alto, os beneficiários são consultados e atuam em parceria com a empresa.
		Uso de mecanismos gerenciais	Inexistem práticas gerenciais na filantropia, ao contrário do ISP que tem ênfase no planejamento, monitoramento e avaliação das ações.
	Responsabilidade Social Empresarial (RSE)	Abrangência	A RSE é mais abrangente porque envolve além da prática de ações sociais, a adoção de um modelo de gestão ética.
		Modelo de gestão	O modelo de RSE se caracteriza por um conjunto de princípios, estratégias e ações, onde suas características fundamentais são: a regularidade, a intensidade e a qualidade.
		Público-alvo	Na RSE há uma preocupação com os clientes, fornecedores, acionistas, governo, funcionários, membros da comunidade e sociedade em geral.

(continuação)

Categorias	Variáveis (elementos)	Indicadores	Detalhamento
Composição do projeto	Elaboração e desenvolvimento do projeto	Diagnóstico	No diagnóstico há a identificação da situação potencial, dando início à organização preliminar de dados e informações do projeto, como também verificar a viabilidade do mesmo.
		Prognóstico	No prognóstico faz-se a programação das Atividades e dos recursos que serão indispensáveis para a implementação do projeto.
	Tipologia do projeto	Sustentabilidade	Um projeto social sustentável compreende a união de ambos os conceitos de RSE e Sustentabilidade.
		RSE	Um projeto pode ter base na RSE, porém não leva a Sustentabilidade.
	Avaliação do projeto	Análise	A análise é a primeira fase do processo de avaliação e deve ser feita logo após a elaboração do projeto.
		Acompanhamento	O acompanhamento é a etapa onde se levanta os dados durante a execução do projeto, nela verifica-se o que está acontecendo no presente, momento em que o projeto está sendo realizado.
		Avaliação final	A avaliação final ou de impacto é feita após o término das atividades planejadas anteriormente, sendo esta uma técnica de gerenciamento que visa o retorno permanente das informações que serão usadas no aperfeiçoamento das ações.
Visão dos Usuários	Perfil Socioeconômico	Sexo, idade, escolaridade, estado civil, renda familiar e quantidade de filhos	Levantamento de dados socioeconômicos dos beneficiários do projeto.
	Resultados	Visão	Entendimento dos beneficiários quando as ações do projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A Fundação Pedro Paes Mendonça (FPPM) é uma entidade de direito privado sem fins lucrativos, mantida pelo Grupo JCPM – João Carlos Paes Mendonça e atua em Serra do Machado - SE com a finalidade de desenvolver ações de investimento social, promovendo à população local: saúde, educação, cultura, lazer, formação profissional, geração de renda, acolhida a idosos e inclusão digital. É administrada por um grupo de profissionais formado por técnicos, educadores, além do corpo administrativo que contribui para o bom funcionamento das atividades.

Seus beneficiários são toda a população de Serra do machado e povoados vizinhos, sua missão é atuar na comunidade da Serra do Machado, contribuindo para o seu desenvolvimento humano sustentável, através da educação, cultura, saúde e geração de renda. Sua visão é de promover melhorias sociais, atuando em projetos de educação, saúde, cultura, lazer, habitação e geração de renda, através de um modelo de gestão profissionalizado e com envolvimento da comunidade. A Fundação tem como valores: compromisso social; ética; paixão pelo que faz; profissionalismo; solidariedade; trabalho em equipe e excelência.

No primeiro ano de atividades da Fundação em 1989, foi inaugurado o Lar Dona Conceição, para acolher idosos, onde estes recebem assistência médica, além de acompanhamento de nutricionista e fisioterapeuta, tudo custeado pela Fundação. Em 1990, adquiriu o primeiro ônibus escolar para transportar estudantes do ensino médio de Serra do Machado para Ribeirópolis. No ano de 1998, reivindicou ao Governo Albano Franco a pavimentação da rodovia ligando Serra do Machado a Ribeirópolis, e esta recebeu o nome de Rodovia Pedro Paes Mendonça. Em 1999, proporcionou à comunidade a oportunidade de interagir com o mundo, através da internet com uma sala toda equipada, onde eles podem fazer pesquisas, conversar com pessoas nas redes sociais. Depois construiu a Casa Paroquial e reconstruiu a Igreja Matriz.

Para que a população tivesse acesso à assistência médica, foi aberta em 2002 a Clínica Médica Dona Dudu, onde uma equipe de médicos, psicólogos e dentistas atendem toda a comunidade. A clínica conta ainda com uma ambulância que fica a disposição para o transporte de pacientes, além disso, os medicamentos são distribuídos 90% de forma subsidiada.

Outra forma de atuação da FPPM é na educação de crianças, jovens e adultos com o Centro de Educação Básica Auxiliadora Paes Mendonça, são mais de 300 (trezentos) alunos que tem uma jornada integral que vai das 7 às 16 horas, onde eles recebem todas as refeições. À noite, o Centro Educacional oferece curso de alfabetização para adultos. Há também atividades culturais para que os jovens da comunidade possam desenvolver suas aptidões artísticas, tendo aulas de balé, teatro, capoeira e música.

A Fundação apoia também uma Cooperativa de Artesanato composta por cerca de 60 artesãs, onde dispõem de uma loja sem custos no Shopping Jardins em Aracaju/SE, para que possam expor e vender seus produtos. Mais uma forma de geração de renda apoiada pela Fundação é a Cooperativa de Confeções que é composta por um grupo de pessoas capacitadas pelo SENAI em corte e costura, a prioridade é a confecção de fardamentos profissionais. Para incentivar ainda mais o desenvolvimento econômico local, a FPPM cedeu dois galpões para a instalação da Fábrica Estrela que absorve a mão de obra local gerando empregos diretos.

Além de atuar nessas áreas já citadas, acolhida a idosos, educação, saúde, cultura e geração de renda, a FPPM ainda criou os projetos sociais de: Coleta Seletiva de Lixo, Ginástica para Comunidade, Saúde Preventiva e o Projeto Bairro do Futuro analisado nesta pesquisa.

A ideia do Projeto Bairro do Futuro surgiu depois que a Fundação Pedro Paes Mendonça, solicitou a Universidade Federal de Sergipe (UFS) um diagnóstico para saber quais os problemas sociais existentes na comunidade de Serra do Machado - SE. O resultado do diagnóstico foi que havia um déficit habitacional na região, com isso a FPPM resolveu criar o Projeto Bairro do Futuro, tendo como objetivos: melhorar as condições de moradia, ampliar o comércio local e proporcionar a população lazer e qualidade de vida. Para isso a FPPM contou com o apoio da Caixa Econômica Federal, que financiou aproximadamente 20% do projeto apenas e a Fundação investiu cerca de 80% do mesmo.

O projeto é composto por 65 (sessenta e cinco) casas, uma galeria com 13 (treze) pontos comerciais, praça de eventos e campo de futebol. Seus beneficiários (público-alvo) foram às pessoas que moravam em casa de taipa, que não possuíam casa própria e pagavam aluguel, além das pessoas que moravam em casas com mais de uma família, nessa ordem.

No ano da inauguração do projeto em 2009, cada casa estava avaliada no valor de R\$ 17.000,00 (dezesete mil reais), entretanto os beneficiários estão pagando o financiamento relativo à apenas R\$ 3.600,00 (três mil e seiscentos reais) divididos em 6 (seis) anos, totalizando 72 (setenta e duas) parcelas de R\$ 50,00 (reais).

Conforme as categorias de análise se encontram definidas no capítulo da metodologia utilizada neste trabalho, apresentaremos a seguir os dados coletados durante a pesquisa, através das entrevistas feitas com os sujeitos do estudo, que foram 20 (vinte) beneficiários do projeto e a gestora do mesmo, tendo a finalidade de responder as questões propostas.

6.1 CATEGORIA CLASSIFICAÇÃO DA AÇÃO

No que se refere à variável Filantropia e Investimento Social Privado a partir da análise dos indicadores, percebe-se que o tipo de

ação no Projeto Bairro do Futuro se caracteriza como investimento e promoção social, pois não se trata de uma simples doação de recursos como é característico nos modelos de Filantropia. Há um elevado volume de recursos privados, investidos em toda infraestrutura do projeto, com uma ampla dimensão do serviço prestado. O grau de compromisso social da Fundação é elevado, uma vez que esta teve a preocupação com causas sociais como no caso o déficit habitacional existente na região.

Com relação ao indicador grau de envolvimento dos beneficiários, estes participaram de todas as etapas de desenvolvimento do projeto, através de reuniões sendo informados e consultados

sobre vários aspectos referentes ao projeto, como ressalta a entrevistada “[...] a gente participou de tudo, foram 8 (oito) meses de reunião, eles pediam opinião sobretudo da casa, o nome do bairro [...]” (ENTREVISTADA 13). Além disso, há um elevado uso de mecanismos gerenciais por parte da Fundação, que constitui num processo de gerenciamento da ação social com foco no monitoramento e avaliação da mesma, pois mesmo depois da entrega das casas, a Fundação ainda mantém diálogo com os beneficiários, frequentemente, eles passam pelo bairro observando se está tudo bem, se as pessoas estão mantendo seus quintais limpos. A síntese da análise desses indicadores pode ser observada no quadro 4.

Quadro 4 - Análise da variável Filantropia e Investimento Social Privado

Variável	Indicadores	Resultados
Filantropia e Investimento Social Privado	Tipo de ação	Investimento e promoção social.
	Volume de recursos	Alto.
	Dimensão do serviço prestado	Ampla.
	Grau de compromisso	Alto, preocupação com causas sociais.
	Grau de envolvimento dos beneficiários	Alto, os beneficiários Participaram de todo o desenvolvimento do projeto.
	Uso de mecanismos gerenciais	Elevado, com o monitoramento da ação.

Fonte: Pesquisa de campo, 2012.

Infere-se assim, que a Fundação Pedro Paes Mendonça através do Projeto Bairro do Futuro está realizando uma ação que se caracteriza como Investimento Social Privado, através da aplicação de recursos de forma planejada, monitorada e ordenada, havendo um gerenciamento da ação, diferente de uma simples doação de forma assistencialista como na Filantropia.

Quanto à variável RSE, observa-se que o Projeto Bairro do Futuro possui ações sociais

responsáveis, como o fato de melhorar a qualidade de vida das pessoas, proporcionando moradia com toda infraestrutura de água, esgoto, energia, etc., além de estimular o desenvolvimento do comércio local através da galeria com as lojas, preocupando-se com o meio ambiente, com a coleta seletiva do lixo em todo o bairro, dando o destino correto a esse lixo. Os indicadores dessa variável estão demonstrados de forma sucinta no quadro 5.

Quadro 5 - Análise da variável Responsabilidade Social Empresarial (RSE)

Variável	Indicadores	Resultados
Responsabilidade Social Empresarial (RSE)	Abrangência	Presente.
	Modelo de gestão	Implementação de um modelo para gerir o projeto.
	Público-alvo	Comunidade local.

Fonte: Pesquisa de campo, 2012.

Portanto após a análise das variáveis da categoria classificação da ação, podemos perceber que com relação ao Projeto Bairro do Futuro a Fundação Pedro Paes Mendonça está realizando uma ação de Investimento Social Privado, pois todos os indicadores desta variável foram atingidos de forma satisfatória como observou-se no quadro 4 do item 5.1.1. No entanto, também é perceptível a presença dos indicadores de uma ação de Responsabilidade Social Empresarial, como o fato de melhorar a qualidade de vida da comunidade e incentivar o desenvolvimento do comércio local, preocupação com o meio ambiente, porém ainda necessita de uma evolução destes indicadores para que ela se torne uma ação de Responsabilidade Social Empresarial e deixe de ser um Investimento Social Privado.

Outro ponto percebido que fez não classificá-la como RSE, foi à constatação de que muitos moradores da comunidade idolatram o responsável por essas ações sociais, como pode ser observado no depoimento de uma moradora do Bairro do Futuro “[...] minha filha todo dia quando eu acordo coloco o joelho no chão, rezo e peço a Deus que dê muitos anos de vida a seu João Carlos, porque eu não sei o que vai ser desse lugar quando ele morrer [...]” (ENTREVISTADA 04). Assim, a presença da personificação na pessoa do curador, infere-se a necessidade ainda de tornar-se uma ação a nível empresarial.

6.2 CATEGORIA COMPOSIÇÃO DO PROJETO

A partir do ponto que Tenório *et al.* (2010a), afirma que a elaboração de um projeto social

parte da existência de uma situação potencial, dando início à organização de dados e informações do projeto. A FPPM deu início à elaboração do Projeto Bairro do Futuro depois do resultado de um diagnóstico da realidade social na região, onde se observou como situação potencial um déficit habitacional. Como ressalta a gestora:

Foi feito um diagnóstico pela Universidade Federal de Sergipe e o resultado desse diagnóstico foi um déficit habitacional que ocorria aqui em Serra do Machado, e aí a Fundação Pedro Paes Mendonça junto com o seu presidente seu João Carlos Paes Mendonça resolveu criar o bairro [...] (GESTORA A)

Assim a idéia do projeto foi de construir um bairro totalmente estruturado, composto por 65 (sessenta e cinco) casas, uma galeria com 13 (treze) pontos comerciais, praça de eventos e campo de futebol, tendo como objetivos: melhorar as condições de moradia, ampliar o comércio local e proporcionar a população lazer e qualidade de vida. Seus beneficiários (público-alvo) são pessoas que moravam em casa de taipa, pessoas que não possuíam casa própria e pagavam aluguel, pessoas que moravam em casas com mais de uma família, sendo estes também os critérios de seleção para participar do projeto.

Já com relação aos recursos necessários, que para Tenório *et al.* (2010a), é no prognóstico que se programa o quanto será necessário para a implementação do projeto, a FPPM contou com a parceria da Caixa Econômica Federal que financiou cerca de 20% do projeto e a Fundação investiu 80% do mesmo. O quadro 6 demonstra de forma sintética esses indicadores.

Quadro 6 - Análise da variável elaboração e desenvolvimento do projeto

Variável	Indicadores	Resultados
Elaboração e desenvolvimento do projeto	Diagnóstico	Identificação da situação potencial, um déficit habitacional na região
	Prognóstico	Programação dos recursos necessários, parceria com a Caixa Econômica Federal

Fonte: Pesquisa de campo, 2012.

Desta forma, nota-se que houve a preocupação com o planejamento do projeto, partindo do diagnóstico da situação potencial, seguido da definição de seus objetivos, da

escolha dos beneficiários e dos recursos necessários para o projeto, fazendo este parte do prognóstico. Assim compreende-se a

presença satisfatória da variável elaboração e desenvolvimento do projeto.

Com base na tipologia de projetos sociais proposta por Melo Neto e Brennand (2004), um projeto social sustentável contempla ações de empreendedorismo e é voltado para a solução de problemas sociais, portanto temos um projeto social baseado no binômio Sustentabilidade - Responsabilidade Social. Assim no que se concerne ao Projeto Bairro do Futuro, observa-se que este possui elementos para os dois conceitos, pois com

relação à Responsabilidade Social o projeto preocupa-se com a solução do problema social que é a falta de moradia na comunidade, já com relação à Sustentabilidade o mesmo por meio da galeria com as lojas, incentiva os moradores a abrirem novos negócios, desenvolvendo o comércio local. Desta forma, o Projeto Bairro do Futuro configura-se como um projeto de empreendedorismo social, onde este tem ênfase na Responsabilidade Social e Sustentabilidade. O quadro 7 mostra a síntese desses indicadores.

Quadro 7 - Análise da variável tipologia do projeto

Variável	Indicadores	Resultados
Tipologia do projeto	Sustentabilidade	Estímulo ao empreendedorismo com as lojas na galeria para o desenvolvimento do comércio local.
	RSE	Solução de um problema social, a falta de moradia na comunidade.

Fonte: Pesquisa de campo, 2012.

A avaliação de um projeto social é muito importante, de forma que é através dela que se pode averiguar se o problema social escolhido como situação potencial no diagnóstico do projeto está sendo solucionado e se os objetivos do mesmo foram alcançados. No ponto de vista de

Tenório *et al.* (2010b), o processo de avaliação ocorre antes, durante e depois do projeto. Então os indicadores análise, acompanhamento e avaliação final, foram observados com relação ao Projeto Bairro do Futuro e estão analisados resumidamente no quadro 8.

Quadro 8 – Análise da variável avaliação do projeto

Variável	Indicadores	Resultados
Avaliação do projeto	Análise	Realizada em todo o processo de diagnóstico do projeto.
	Acompanhamento	Realizado através de reuniões durante o desenvolvimento do projeto.
	Avaliação final	Realizada, através de reuniões depois da entrega das casas.

Fonte: Pesquisa de campo, 2010.

Assim para avaliação do projeto, a Fundação Pedro Paes Mendonça utilizou-se de reuniões para saber a opinião dos moradores como se pode observar na seguinte citação “houve reunião com a comunidade para saber o que eles tinham achado das casas e o próprio desenvolvimento do local é uma avaliação positiva do projeto” (GESTORA A). Com relação aos moradores quando questionados se a FPPM fazia alguma avaliação para saber o que eles tinham achado do projeto, uma

moradora fala “sim depois que eu recebi a casa eles faziam reuniões, perguntavam o que a gente tinha achado da casa, falava pra gente deixar o quintal limpo [...]” (ENTREVISTADA 06).

Então, após a análise de todas as variáveis da categoria composição do projeto, observa-se que a FPPM fez todo o planejamento necessário para que o Projeto Bairro do Futuro tornasse realidade, contemplando

todas as etapas do processo de elaboração partido da identificação da situação potencial, escolha de objetivos, critérios para escolha do público-alvo, recursos necessários, além da avaliação do projeto junto aos beneficiários, vale destacar que estes participaram de todo o processo. Pois o envolvimento dos potenciais beneficiários é muito importante para o sucesso de qualquer projeto social.

6.3 CATEGORIA VISÃO DOS USUÁRIOS

Com relação ao perfil socioeconômico, foram entrevistados 20 (vinte) beneficiários do Projeto Bairro do Futuro desenvolvido pela Fundação Pedro Paes Mendonça, com o propósito de descrever os indicadores sexo, faixa etária, escolaridade, estado civil, renda familiar e quantidade de filhos.

Os resultados apontam no quesito sexo a predominância feminina, com 80% do total de entrevistados e apenas 20% do sexo masculino, constatou-se também que todas as 16 (dezesesseis) entrevistadas têm o imóvel em seu nome e somente 1 (um) dos 4 (quatro) entrevistados declarou que o imóvel está em seu nome, os outros afirmaram que a casa está em nome de suas esposas.

Esse dado só vem confirmar uma particularidade do projeto, onde a Fundação Pedro Paes Mendonça resolveu que a prioridade para ter a propriedade das casas no caso de casais, seria da mulher que segundo eles é uma segurança para a esposa caso haja separação quem deverá sair da casa é o homem, deixando a casa para a esposa com os filhos. Com é descrito pela moradora “[...] eles não colocaram não as casas no nome dos homens, só no das mulheres, as que tá no nome dos homens é porque a mulher era menor de 18 (dezoito) anos, ou estava com o nome sujo no SPC” (ENTREVISTADA 14).

Constatou-se que, no que diz respeito à idade dos beneficiários, a maioria está na faixa etária entre 30 a 39 anos que é representada por 45% dos entrevistados. Outra faixa representativa compõe-se de beneficiários que possuem entre 25 e 29 anos, com 25% de participação. A faixa etária representada por 50 anos ou mais obteve 15% do percentual, já os beneficiários com idade entre 40 e 49 anos representam 10%. E com menor percentual ficou a faixa etária que vai de 18 a 24 anos, com apenas 5% dos entrevistados.

Quanto à escolaridade, há predominância de beneficiários com Ensino Fundamental Incompleto sendo 45% do total, já 35% ainda estão cursando Ensino Médio. Somente 10% já possuem o Ensino Médio Completo e 5% dos entrevistados cursaram apenas o Ensino Fundamental, o mesmo percentual foi verificado para aqueles que declararam nunca terem estudado. Com relação ao Ensino Superior, nenhum dos entrevistados está cursando ou já cursaram.

Com relação ao estado civil, os beneficiários do projeto são, em sua maioria, casados com um percentual de 75%, apenas 25% declararam estarem separados, pois já tiveram experiência conjugal anterior, o percentual para solteiro e outros foi de 0%. Não foram levantadas, no presente estudo, se essas pessoas são casadas com registro civil ou apenas pessoas com união consensual.

Quanto ao quesito renda familiar mais da metade dos entrevistados 60% deles, declararam que a família obtém até 1 (um) salário mínimo, já 25% afirmaram ter renda familiar de 1 (um) a 2 (dois) salários mínimos, somente 15% dos beneficiários possuem renda maior que 2 (dois) salários mínimos.

Infere-se então que os beneficiários do Projeto Bairro do Futuro, em sua maioria são pessoas de baixa renda, que fazem parte de uma parcela populacional que não possuem condições econômicas de comprar uma casa própria, mostrando assim que o projeto melhorou a qualidade de vida dessas pessoas, modificando assim uma realidade social.

Quanto ao número de filhos dos beneficiários, constatou-se que o maior percentual foi de 1 (um) filho com 35% do total, outro percentual representativo foi de entrevistados com 3 (três) filhos igual a 25%, 2 (dois) e 4 (quatro) filhos obtiveram o mesmo percentual de 15%, já entrevistados que não tem filhos totalizou 10%. Nenhum entrevistado possui mais de 4 (quatro) filhos tendo um percentual de 0%.

Ao relacionar o quesito sexo com a renda familiar dos beneficiários, entende-se que o fato da maioria das famílias possuírem apenas um salário mínimo, isso pode estar acontecendo porque só o marido trabalha e as mulheres ficam tomando conta da casa, esta percepção se deu, porque as entrevistas foram realizadas durante o dia e a maioria dos entrevistados foi do sexo feminino.

Já ao cruzarmos os percentuais obtidos com relação à renda e a escolaridade dos beneficiários, percebe-se que a maioria não possui o ensino médio completo 90% deles, isso explica o fato de 60% dos entrevistados terem apenas renda familiar de até um salário mínimo, pois não possuem nenhuma formação por consequência, não recebem uma remuneração maior.

Assim, infere-se que os beneficiários entrevistados do Projeto Bairro do Futuro em geral são do sexo feminino (80%); estão situados na faixa etária entre 30 e 39 anos (45%); possuem baixo nível de escolaridade, com 45% tendo somente o ensino fundamental incompleto; são em sua maioria casados (75%); com relação renda familiar recebem apenas até 1 (um) salário mínimo (60%) e possuem 1 (um) filho.

Os resultados com relação à visão dos beneficiários entrevistados foram em sua totalidade positivos. As perguntas feitas referentes a esse quesito foram sobre o que eles achavam que tinha melhorado na comunidade, o que não tinham gostado no projeto, se faltou alguma coisa. Então para melhor entendimento segue algumas citações dos entrevistados: “melhorou tudo porque ninguém tinha casa para morar, até pra alugar não tinha, valorizou o povoado, saneamento básico, o comércio que não tinha e agora tem mercadinho, pizzeria, restaurante” (ENTREVISTADO 03). Na opinião de outro morador “melhorou tudo, até a saúde por causa da estrutura do bairro com rede de esgoto, água encanada” (ENTREVISTADO 01). Do mesmo modo outro beneficiário responde “melhorou tudo 100%, água encanada nas casas, desenvolveu a comunidade [...]” (ENTREVISTADO 05).

Quando perguntados sobre o que faltou no projeto e se algo não os agradou, a entrevistada responde:

Pra mim ta tudo bom, não faltou nada o projeto é completo, quem falar que ta alguma coisa ruim é mentira, a pessoa ter uma casa dessa e dizer que ta ruim merece o que? Até o parquinho que não era cercado e os cachorros ficavam perto das crianças, agente pediu pra cercar e eles cercaram [...] (ENTREVISTADA 13).

Portanto conclui-se que para todos os beneficiários entrevistados, o projeto atingiu todas as suas expectativas, pois melhorou moradia, desenvolveu a comunidade, o comércio, melhorou a saúde. Dessa forma

percebe-se que os objetivos do projeto foram alcançados com a melhoria na qualidade de vida dos moradores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve como principal objetivo analisar até que ponto o Projeto Bairro do Futuro desenvolvido pela Fundação Pedro Paes Mendonça em Serra do Machado/SE, se configura como uma ação de Responsabilidade Social. Para isso traçou-se os seguintes objetivos: conhecer e apresentar o Projeto Bairro do Futuro; verificar a operacionalização do projeto; identificar o perfil das pessoas assistidas pelo projeto e identificar a visão das pessoas assistidas pelo projeto.

Assim, o Projeto Bairro do Futuro foi criado com o objetivo de melhorar as condições de moradia da comunidade, ampliar o comércio local e proporcionar lazer e qualidade de vida. Para isso construiu-se um bairro com 65 (sessenta e cinco) casas, uma galeria com 13 (treze) pontos comerciais, praça de eventos e campo de futebol.

Os resultados mostram que quanto à operacionalização do projeto, a Fundação Pedro Paes Mendonça seguiu todas as etapas necessárias na elaboração de um projeto com todo o planejamento, identificando a situação potencial, definindo os objetivos a serem alcançados, a escolha dos beneficiários e dos recursos necessários, além de avaliar junto aos beneficiários se os objetivos traçados foram alcançados.

Com relação aos resultados obtidos sobre o perfil socioeconômico dos beneficiários do projeto, conclui-se que são em sua maioria mulheres casadas com idade entre 30 (trinta) e 39 (trinta e nove) anos, com baixo grau de escolaridade, renda familiar de apenas até um salário mínimo e a maioria somente com 1 (um) filho.

Já no que diz respeito à visão dos beneficiários, identificou-se que estes possuem opiniões positivas quanto ao projeto, pois estão satisfeitos com os benefícios que esse trouxe para comunidade, como o desenvolvimento do local, melhoria na qualidade de vida com as novas condições de moradia e com toda estrutura do bairro.

Portanto, fica evidente que a Fundação Pedro Paes Mendonça através do Projeto Bairro do Futuro, está realizando uma ação de

Investimento Social Privado, no entanto o mesmo possui indicadores de uma ação de Responsabilidade Social Empresarial, contudo estes, ainda se encontram incipientes, o que nos leva a colocar o objeto da pesquisa em um continuum onde seus dois extremos são o ISP e a RSE.

Outro ponto a destacar, houve a constatação de que muitos moradores da comunidade idolatram a figura do curador, e o nomeiam como o único responsável por essas ações sociais, de tal modo que com a existência da personificação, infere-se a necessidade ainda de tornar-se uma ação a nível empresarial.

É importante ressaltar que a finalidade desse estudo foi de analisar a ação realizada pela FPPM através do Projeto Bairro do Futuro e não de identificar se o Grupo João Carlos Paes Mendonça é uma empresa socialmente

responsável ou não, pois para isso seria necessário analisar a interação do GJCPM com todos seus *stakeholders*, no entanto só foi analisado o relacionamento com a comunidade através da FPPM.

Realizadas as conclusões que se pretendiam com esse estudo, apresenta-se, a partir de agora, algumas implicações ocorridas e sugestões para outras pesquisas que podem ser realizadas a partir desta.

O fato desta pesquisa ter analisado somente um projeto, fica como sugestão para outros estudos a análise dos demais projetos da Fundação. Sugere-se ainda um estudo que verifique se o Grupo João Carlos Paes Mendonça que mantém a Fundação Pedro Paes Mendonça pode ser considerado uma empresa socialmente responsável.

REFERÊNCIAS

- [1]. ALBRECHT, K.. Inteligência Social: a nova ciência do sucesso. São Paulo: M Books, 2006.
- AVILA, C. M. de. Gestão de projetos sociais: Coleção gestores sociais. 3. ed. São Paulo: AAPCS – Associação de Apoio ao Programa Capacitação Solidária, 2001. Disponível em: <http://stoa.usp.br/alex/files/2339/16979/gestaoProjSociais.pdf>. Acesso em: 14/05/2011.
- [2]. BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. R.. Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática. São Paulo: Saraiva, 2009.
- [3]. CAPOAVA, G. A.. Responsabilidade Social Empresarial: por que o guarda-chuva ficou pequeno? GIFE, 2010. Disponível em: http://www.gife.org.br/arquivos/publicacoes/21/alianca_capoava_2010.pdf. Acesso em: 06/11/2011.
- [4]. COUTINHO, R. B. G.; MACEDO-SOARES, T. D. L. V. A.; SILVA, J. R. G.. Projetos Sociais de empresas no Brasil: arcabouço conceitual para pesquisas empíricas e análises gerenciais. *Rev. Adm. Pública* [online]. 2006, vol. 40, n.5, p. 763-787. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v40n5/a02v40n5.pdf>. Acesso em: 07/11/2011.
- [5]. GRUPO DE INSTITUTOS FUNDAÇÕES E EMPRESA. II Congresso Nacional sobre Investimento Social Privado. Disponível em: <http://www.gife.org.br>. Acesso em: 25/10/2011.
- [6]. GRUPO JOÃO CARLOS PAES MENDONÇA. Disponível em: <http://www.jcpm.com.br/>. Acesso em: 14/05/2012.
- [7]. HOLANDA, A. B. de. Minidicionário Aurélio Eletrônico da Língua Portuguesa. 7. ed. Positivo, 2004.
- [8]. INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO INVESTIMENTO SOCIAL. Investimento Social Privado executado de maneira estratégica. Disponível em: <http://www.idis.org.br/>. Acesso em: 25/10/2011.
- [9]. KARKOTLI, G.; ARAGÃO, S. D.. Responsabilidade Social: uma contribuição à gestão transformadora das organizações. 4. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2010.
- [10]. KERLINGER, F. N.. Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual. São Paulo: EPU/EDUSP, 1980.
- [11]. KISIL, M.. Uma “nova filantropia” na sociedade brasileira: o Investimento Social Privado. 2006. Disponível em: <http://www.idis.org.br/biblioteca/artigos/nova-filantropia.pdf/view>. Acesso em: 03/01/2012.
- [12]. MELO NETO, F. P. de; BRENNAND, J. M.. Empresas Socialmente Sustentáveis: o novo desafio da gestão moderna. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.
- [13]. MINAYO, M. C. de S.. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.
- [14]. RIBEIRO, G.. Brasil tem mais de 16 milhões de pessoas vivendo em condições de extrema pobreza. Disponível em: <http://mtv.uol.com.br/memo/brasil-tem-mais-de-16-milhoes-de-pessoas-vivendo-em-condicoes-de-extrema-pobreza>. Acesso em: 09/07/2012.

- [15]. SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. Manual para Elaboração, Administração e Avaliação de Projetos Socioambientais. São Paulo: SMA / CPLEA, 2005. Disponível em: http://www.ecoar.org.br/web/files/files/Manual_para_Elaboracao_Administracao_e_Avaliacao_de_Projetos_Socioambientais.pdf. Acesso em: 05/03/2012.
- [16]. STEPHANOU, L.; MULLER, L. H.; CARVALHO, I. C. M.. Guia para elaboração de projetos sociais. 2. ed. São Leopoldo, RS: Sinodal; Porto Alegre/RS: Fundação Luterana de Diaconia, 2003.
- [17]. TENÓRIO, F. G.; BERTHO, H.; CARVALHO, H. F. de. Elaboração de Projetos Comunitários: uma abordagem prática. 7. ed. São Paulo: Loyola, 2010a.
- [18]. ENÓRIO, F. G.; MENDES, E. L.; LEAL, J. K.; ARRUDA, J. M.; MACEDO, M. E.;
- [19]. JUNIOR, S. M.; CORRÊA, V. L. de A.. Avaliação de Projetos Comunitários: uma abordagem prática. 5. ed. São Paulo: Loyola, 2010b.
- [20]. TENÓRIO, F. G.. Responsabilidade Social Empresarial. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006. VERGARA, S. C.. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [21]. YIN, R. K.. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE A

TERMOS E CONCEITOS UTILIZADOS NESTE DOCUMENTO

Aquecimento global: o aumento gradual progressivo da temperatura da superfície da Terra que se pensa ser causado pelo efeito estufa e responsável por mudanças nos padrões climáticos globais (Convenção do Clima).

Crédito de carbono: a medida de redução de emissões de GEE foi padronizada em toneladas de carbono equivalente, sigla tCO₂e. Cada tonelada de CO₂e equivale a um crédito de carbono.

Contribuição nacionalmente determinada: meta de redução de emissões de GEE. Cada Parte da UNFCCC estabeleceu suas metas para combater o aquecimento global que foram validadas durante a CoP 21 em 2015 e vão valer a partir de 2020. Também conhecida pela sigla NDC, em inglês *Nationally Determined Contribution*.

Nota: Até as NDCs serem validadas havia a palavra 'pretendida' na sua sigla. Após validação as metas são reais, não mais pretendidas, e esta palavra saiu da sigla.

Efeito estufa: é a captura e acúmulo de calor na atmosfera (troposfera) perto da superfície da terra. Parte do calor flui de volta para o espaço a partir da superfície da Terra e é absorvido pelo vapor de água, dióxido de carbono, ozônio, e vários outros gases na atmosfera e, em seguida, é novamente irradiado de volta para a superfície terrestre. Se as concentrações atmosféricas desses gases de efeito estufa aumentarem, a temperatura média da atmosfera irá aumentar gradualmente (UNFCCC).

Fonte: qualquer processo ou atividade que libere um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de gás de efeito estufa na atmosfera (UNFCCC).

Gases de Efeito Estufa (GEE): constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha (UNFCCC).

Os gases de efeito estufa são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e trifluoreto de nitrogênio (NF₃). Este último foi incluído no quinto relatório de avaliação sobre as mudanças climáticas globais do IPCC, de 2013. Os demais são citados no Anexo A do Protocolo de Quioto.

Mudança climática: qualquer alteração no clima que possa ser atribuída direta ou indiretamente à atividade antrópica que altere a composição atmosférica global e seja adicional à variabilidade climática natural, ambas observadas em um período de tempo comparável (UNFCCC).

Sumidouro: unidade física ou processo que remove um GEE da atmosfera.

Capítulo 16

UMA REFLEXÃO ACERCA DA RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL

Leandro da Silva Nascimento

Resumo: Com o crescimento do consumo generalizado e os avanços globais conduzidos pelas inovações tecnológicas, surgem preocupações acerca da manutenção da vida no planeta. Assim, a sustentabilidade ganha força nas esferas social, governamental e empresarial. Dessa forma, as organizações estão atentas para suas ações e seus impactos nas dimensões da sustentabilidade, surgindo uma tendência de integração das práticas de sustentabilidade na estratégia organizacional. Neste estudo, desenvolve-se uma reflexão crítica acerca da integração da sustentabilidade na estratégia, por meio da seguinte questão: Afinal de contas, é prejudicial que os concorrentes consigam imitar práticas de sustentabilidade? Para desenvolver os argumentos acerca dessa indagação, analisa-se uma relação econômica e socioambiental acerca do objeto de estudo - integração da sustentabilidade na estratégia. Portanto, o objetivo deste estudo é estimular um processo reflexivo crítico acerca da relação entre sustentabilidade e estratégia. Metodologicamente, caracteriza-se o estudo como um ensaio teórico, gerando questionamentos reflexivos sobre o objeto de estudo. Abordam-se questões epistemológicas – positivismo e interpretativismo – relativas à estratégia e sua relação com a sustentabilidade, demonstrando-se que a relação entre esses campos precisa considerar um nível de criticidade, pois as práticas socioambientais podem ser utilizadas como meros recursos estratégicos com fins puramente econômicos, impedindo o desenvolvimento efetivo da sustentabilidade.

Palavras-chave: Estratégia; Sustentabilidade; Epistemologia; Análise crítica.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento do consumo generalizado e os avanços globais conduzidos pelas inovações tecnológicas, surgem preocupações acerca da manutenção da vida no planeta. Com isso, a sustentabilidade ganha força nas esferas social, governamental e empresarial. Dessa forma, as organizações estão atentas para suas ações e seus impactos nas dimensões da sustentabilidade - social, ambiental e econômica. Além disso, muitos consumidores estão mais atentos para os processos, serviços e produtos sustentáveis (INSTITUTO AKATU, 2013), buscando consumir de organizações comprometidas com a sustentabilidade.

Diante dessas mudanças no mercado, as ações socioambientais gerenciadas pelas empresas passam a se integrar à estratégia organizacional, de forma que possam surtir efeitos em curto e longo prazo. Essa relação entre sustentabilidade e estratégia organizacional além de contribuir para a preservação e manutenção de recursos para as gerações futuras, auxilia na construção de uma estratégia diferenciada, auxiliando no desenvolvimento de vantagem competitiva (SOUZA FILHO et al., 2010) com base no aumento da rentabilidade (DELIBERAL et al., 2016).

As teorias acerca da estratégia organizacional prezam pela vantagem competitiva e pela diferenciação, seja por produtos ou processos, em comparação aos dos concorrentes (PORTER, 1989, 1999). Assim, as organizações passam a aprimorar as práticas de gestão em caminhos estratégicos, que as auxiliam a lidar com as demandas socioambientais (KUZMA; DOLIVEIRA; SILVA, 2017) por meio da diferenciação. Logo, há um consenso crescente de que a integração da sustentabilidade na estratégia organizacional deva existir (COUTINHO; MACEDO-SOARES, 2002; MUNCK; GALLELI; CORRÊA, 2015; NASCIMENTO; MELO; WANDERLEY, 2014) como fator de eficácia para o bom desempenho da sustentabilidade em curto e longo prazo (BANSAL; DESJARDINE, 2014; CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008).

Entretanto, essa relação entre estratégia e sustentabilidade deve ser analisada por uma lente crítica, visto que o campo da estratégia é tradicionalmente positivista e assim, as práticas socioambientais podem ser usadas como meros recursos estratégicos com fins

puramente econômicos, o que impede o desenvolvimento efetivo da sustentabilidade em longo prazo.

Neste estudo, aborda-se uma reflexão crítica acerca da integração da sustentabilidade na estratégia, por meio da seguinte questão: Afinal de contas, é prejudicial que os concorrentes consigam imitar práticas de sustentabilidade? Para desenvolver os argumentos acerca dessa indagação, analisa-se uma relação econômica e social acerca do objeto de estudo - integração da sustentabilidade na estratégia organizacional. Por conseguinte, o objetivo deste ensaio é estimular um processo reflexivo crítico acerca da relação entre sustentabilidade e estratégia organizacional.

Metodologicamente, caracteriza-se o estudo como um ensaio teórico, visto que aborda um processo reflexivo que busca estabelecer relacionamentos e propor discussões (SILVA; CÂNDIDO, 2014) que clarificam e embasam o debate crítico acerca do relacionamento entre sustentabilidade e estratégia. Logo, “no ensaio teórico a orientação é dada não pela busca das respostas e afirmações verdadeiras, mas pelas perguntas que orientam os sujeitos para as reflexões mais profundas” (MENEGETTI, 2011, p. 321).

Estruturalmente, além desta introdução, o estudo se inicia com uma revisão narrativa da literatura (seções 2 e 3) para melhor compreensão da estratégia organizacional e da sustentabilidade, passando por um processo de discussão reflexiva acerca das epistemologias - positivismo e interpretativismo - que embasam o campo da estratégia e da sustentabilidade (seção 4), ao ponto que suscita considerações acerca do objeto de estudo de forma crítica (seção 5) e acaba por gerar conclusões dos argumentos expostos (seção 6). Ademais, é importante enfatizar que todas as citações provenientes de língua inglesa aqui utilizadas foram livremente traduzidas para português.

2 ESTRATÉGIA – UM DOS PILARES DA ECONOMIA DAS ORGANIZAÇÕES

Dentro do campo das teorias organizacionais, a análise das organizações possui ênfase no entendimento do funcionamento das empresas, contribuindo para a melhoria dos processos a fim de que suas marcas se mantenham fortes no mercado. Dentro da análise das organizações, “a economia das

organizações distingue-se de outros tipos de análises organizacionais por sua crença em análises de equilíbrio, suas hipóteses de gestores maximizadores de lucro e o uso de modelos e pressupostos abstratos” (BARNEY; HESTERLY, 2004, p. 131).

Dessa forma, a economia das organizações foca a diminuição dos custos e o aumento da rentabilidade, por meio de modelos de gestão eficientes e eficazes, apresentando-se como um grupo relevante de abordagens teóricas para a análise organizacional.

Para Barney e Hesterly (2004), a economia das organizações tem dois aspectos em comum com outras formas de pensar sobre a análise organizacional: a primeira é um contínuo interesse nas organizações ou firmas, onde o foco dos economistas se concentra na estrutura, no funcionamento e nas consequências para a firma; a segunda ressalta o foco dos economistas das

organizações na relação entre competição e organizações.

Mediante esses aspectos, a literatura acerca da economia das organizações pode ser convenientemente dividida em quatro principais correntes: economia dos custos de transação; teoria da agência; administração estratégica; e economia da cooperação (BARNEY; HESTERLY, 2004). Neste ensaio, o foco de análise concentra-se na estratégia organizacional e na sua importância dentro do campo de estudos organizacionais.

Existem muitas definições e conceitos acerca do que seja a estratégia no campo organizacional. Essas definições podem ser compreendidas como um avanço da análise e da maturidade do campo, sendo complementares ou não. A Tabela 1 cita algumas definições de estratégia disseminadas na literatura organizacional.

Tabela 1: Definições para Estratégia

Autoria	Definição
Drucker (1994)	A estratégia de uma empresa é compreendida como sua teoria de obtenção de vantagem competitiva.
Barney (1997, p. 27)	A estratégia “[...] neutraliza ameaças e explora oportunidades, enquanto capitaliza as forças e evita ou repara as fraquezas”.
Chandler (1998, p. 11)	Estratégia “é a definição dos principais objetivos ao longo de uma empresa, bem como a adoção de linhas de ação e alocação de recursos tendo em vista esses objetivos”.
Mintzberg (1998)	Estratégia é compreendida como um padrão de ações ao longo do tempo.
Grant (1999, p. 03)	Estratégia é uma proposição que “traz coerência e direção às ações e decisões de uma [...] organização”.
Porter (1999, p. 63)	“Estratégia é criar uma posição exclusiva e valiosa, envolvendo um diferente conjunto de atividades”.
Andrews (2001, p. 58)	“O padrão de decisões em uma empresa que determina e revela seus objetivos, propósitos ou metas, produz as principais políticas e planos para obtenção dessas metas e define a escala de negócios em que a empresa deve se envolver, o tipo de organização econômica e não-econômica que pretende proporcionar aos seus acionistas, funcionários e comunidades”.
Ronda-Pupo e Guerras-Martin (2012, p. 180)	“A essência do conceito de estratégia é a dinâmica da relação da empresa com seu ambiente para o qual as ações necessárias são tomadas para alcançar seus objetivos e / ou aumentar o desempenho por meio do uso racional dos recursos”.

Fonte: Elaboração Autoral.

Percebe-se que a maioria das definições descritas na Tabela 1 esta intrinsecamente ligada a uma perspectiva econômica - alcance de vantagem competitiva por meio de recursos, por mais que muitos estudiosos

venham pregando uma maior reflexão no campo da estratégia – principalmente para os aspectos sociais. Assim, é evidente que o entendimento da administração estratégica como um dos pilares da Economia das

Organizações (BARNEY; HESTERLY, 2004) ainda persiste fortemente no desenvolvimento de abordagens positivistas e de visões econômicas para o campo.

Conforme Vasconcelos e Cyrino (2000, p. 21), “a evolução do pensamento sobre estratégia empresarial se fundamenta em dois temas: a vantagem competitiva e a mudança organizacional e estratégica”. Para Porter (1989) é por meio da diferenciação que uma empresa procura ser única em sua indústria, ao longo de algumas dimensões amplamente valorizadas pelos compradores.

Logo, a vantagem competitiva foca a importância da diferenciação para que os produtos ou serviços se sobressaiam em comparação aos ofertados pelos concorrentes. E a mudança embasa a ideia de transformações intraorganizacionais, para apoiar as estratégias que visam adequação para atender as demandas de mercado, com foco no desenvolvimento de vantagem competitiva.

Os estudos acerca da origem da vantagem competitiva nas teorias de estratégia empresarial são destacados em dois casos: a) as teorias que consideram a vantagem competitiva como um atributo de posicionamento, exterior à organização, derivado da estrutura da indústria, da dinâmica da concorrência e do mercado e b) as que consideram a performance superior como um fenômeno decorrente primariamente de características internas da organização (VASCONCELOS; CYRINO, 2000, p. 22).

Seja por uma abordagem interna ou externa, a estratégia é compreendida como uma construção de defesas contra as forças competitivas ou como uma descoberta de posições no setor onde as forças são mais fracas (PORTER, 1999). Com uma abordagem que foque as questões internas e externas, “[...] as empresas obtêm vantagens competitivas sustentadas, implementando estratégias que exploram seus pontos fortes internos, respondendo às oportunidades ambientais, enquanto neutralizam ameaças externas e evitam a fraqueza interna” (BARNEY, 1991, p. 99).

Portanto, a estratégia organizacional deve analisar não apenas as características externas, como o setor e o mercado, mas também os aspectos internos, como a estrutura organizacional a fim de que possa identificar o que o mercado necessita e como pode melhorar o funcionamento

organizacional para atender às demandas desse mercado.

Para isso, a estratégia de diferenciação constitui por meio de processos criativos e da inovação, um trunfo que garante a vantagem competitiva nos setores acirrados, principalmente com o advento da tecnologia que aumenta gradativamente a concorrência, inclusive, entre empresas de setores distintos. Assim, compreende-se que “o lema da estratégia competitiva é ser diferente” (PORTER, 1999, p. 52).

A diferenciação pode ocorrer de várias formas, podendo ser alterada conforme o setor de atuação organizacional. Logo, “a diferenciação pode ser baseada no próprio produto, no sistema de entrega pelo qual ele é vendido, no método de marketing e em uma grande variedade de outros fatores” (PORTER, 1989, p. 12).

Contudo, o âmago da vantagem competitiva e da diferenciação esta na criação de valor. Consequentemente, espera-se que uma empresa obtenha vantagem competitiva quando implementa estratégias de criação de valor que não sejam simultaneamente utilizadas por concorrentes atuais ou potenciais (BARNEY, 1991). Corroborando, Porter (1989, p. 111) afirma que “uma empresa diferencia-se da concorrência se puder ser singular em alguma coisa valiosa para os compradores”.

Assim, é compreensível que a estratégia organizacional busca inovar por meio da análise de mercado e da própria mudança estrutural a oferta de produtos e serviços que agreguem maior valor para os consumidores em comparação com os ofertados pelos concorrentes. Esse foco esta alicerçado na vantagem competitiva, onde a posição de destaque seja sustentável e baseada na diferenciação para alcançar essa vantagem.

Contudo, cabe analisar na seara estratégica o aspecto da sustentabilidade, que permeia as discussões no campo organizacional e cuja consideração cresce consideravelmente ao longo dos anos. Como a estratégia organizacional foca em sua maioria a busca por vantagem competitiva, a adoção de práticas de sustentabilidade nas empresas estão se enquadrando dentro de uma visão econômica – incorporadas nas metas e objetivos, sendo direcionadas para melhoria da imagem organizacional, conquista de consumidores ecologicamente conscientes e, assim, contribuindo para a geração de valor

de mercado e de lucratividade como um diferencial competitivo – a sustentabilidade.

Dessa forma, ao abordar a sustentabilidade, as empresas continuam com o pensamento funcionalista tradicional, no qual o papel mais importante que uma empresa pode fazer para a sociedade é contribuir com a prosperidade econômica (PORTER; KRAMER, 2006), ao ponto que também contribuem para a melhoria dos aspectos sociais e ambientais – sem perder o foco econômico.

3 SUSTENTABILIDADE – VALORIZAÇÃO DE ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS NA ESTRATÉGIA

A sustentabilidade faz parte de uma cultura global, onde cada vez mais consumidores buscam adquirir produtos ou contratar serviços que não ofereçam danos para o meio ambiente. Diante dessa consciência ecológica, as empresas buscam mitigar seus impactos negativos para os ecossistemas e fazem uso de novas tecnologias para isso.

Mas o que vem a ser sustentabilidade? Para Frank (2017), existem diversos debates que discutem e contestam as origens e o entendimento acerca da sustentabilidade. Para alguns pesquisadores (por exemplo, CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008; OMETTO; BULGACOV; MAY, 2015), sustentabilidade pode ser definida como desenvolvimento sustentável. Sendo que, “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p. 46).

Analisando historicamente, esse “termo se originou da conscientização crescente, durante a década de 1980, de que os países precisavam descobrir maneiras de promover o crescimento de suas economias sem destruir o meio ambiente ou sacrificar o bem estar das futuras gerações” (SAVITZ; WEBER, 2007, p. 02).

Entretanto, há um entendimento de que o termo desenvolvimento sustentável vem sendo substituído por sustentabilidade (BARBIERI; SILVA, 2011). Não apenas substituído, mas sendo diferenciado. Defende-se que há um uso equivocado dos conceitos complementares, mas conceitualmente divergentes – sustentabilidade e desenvolvimento

sustentável – na literatura acerca dos estudos organizacionais.

Não faz parte deste ensaio o objetivo de aprofundar a discussão entre estes conceitos, visto que essa distinção é vastamente detalhada no trabalho de Feil e Schreiber (2017). Contudo, aborda-se aqui uma breve descrição dessa distinção para melhor compreensão da sustentabilidade que é explorada em profundidade neste ensaio.

A sustentabilidade é um termo que expressa a preocupação com a qualidade de um sistema que diz respeito à integração indissociável (ambiental e humano), e avalia suas propriedades e características, abrangendo os aspectos ambientais, sociais e econômicos. Essa avaliação realiza-se em determinado ponto estático, como em uma fotografia do sistema, ou seja, sua qualidade naquele instante, apesar de o sistema ser dinâmico e complexo. Assim, a avaliação é operacionalizada por meio de indicadores e/ou índices, e resulta em informações quantitativas, possibilitando o estabelecimento de objetivos ou metas a serem alcançados por meio de estratégias de longo prazo (FEIL; SCHREIBER, 2017, p. 674).

Já o desenvolvimento sustentável é entendido como uma forma de acesso para o atingimento da sustentabilidade; sendo que, o desenvolvimento sustentável busca conciliar o paradoxo existente entre a característica ambiental (sustentabilidade) e a econômica (desenvolvimento) (FEIL; SCHREIBER, 2017). Assim, a sustentabilidade possui caráter mais amplo que o desenvolvimento sustentável, sendo necessária a consideração de ações de longo prazo associadas com medidas de desempenho para sua efetividade.

Ampliando a discussão acerca da sustentabilidade, percebe-se que não apenas o poder público deve atuar para que a sustentabilidade seja alcançada, mas as próprias sociedades e as organizações são essenciais nesse processo. Principalmente as organizações, que por meio de processos produtivos contribuem para que haja degradação e poluição, afetando o meio ambiente e a vida dos seres humanos. Além disso, as empresas são essenciais para a circulação do capital, sendo primordiais para o estudo da sustentabilidade em sua dimensão econômica.

Dessa forma, a sustentabilidade foca a responsabilidade das organizações e seus impactos ambientais, sociais e econômicos,

com o intuito de identificar práticas nocivas nessas dimensões e propor melhorias para o bem estar das comunidades e para a manutenção dos ecossistemas. Assim, “[...] a sustentabilidade, como o desempenho dos negócios, é vista através da integração de responsabilidade financeira, social e ambiental, que é através do uso racional dos recursos naturais e financeiros, bem como o respeito pelas pessoas e todas as criaturas vivas” (AHMIĆ; ŠUNJE; KURTIĆ, 2016, p. 881).

As organizações, por meio de seus processos produtivos e produtos, geram impactos indesejáveis no âmbito da sustentabilidade. Mas quando as empresas integram a sustentabilidade como parte da missão organizacional, esses impactos tendem a ser mensuráveis e prevenidos.

Desse modo, os dejetos podem ser tratados para não poluir o meio ambiente; áreas podem ser reflorestadas para compensar a utilização da madeira; há integração dos habitantes locais com relação ao trabalho e geração de renda; ações sociais são desenvolvidas para estimular o desenvolvimento educacional e profissional desses habitantes; e a própria geração de lucros que permite com que o mercado se sustente e as pessoas possuam melhores condições de vida.

É importante fazer uma analogia acerca da sustentabilidade:

A maioria das pessoas quer viver tanto quanto seus pais e eles querem que seus filhos desfrutem de oportunidades semelhantes. A mesma lógica se aplica aos negócios - muitos gerentes querem que seus negócios sejam pelo menos tão lucrativos como no passado e, idealmente, que os lucros cresçam. Com base nessa lógica, a sustentabilidade do negócio pode ser definida como a capacidade das empresas de responder às suas necessidades financeiras de curto prazo, sem comprometer a capacidade sua (ou de outros) de atender às suas necessidades futuras. Assim, o tempo é fundamental para a noção de sustentabilidade (BANSAL; DESJARDINE, 2014, p. 03).

Para Porter (1989, p. 111) “as fontes de diferenciação podem originar-se em qualquer parte na cadeia de valores de uma empresa” e a sustentabilidade surge tanto nos processos organizacionais quanto na cadeia de produção, sendo dessa forma, um atributo

de diferenciação para a estratégia das organizações socioambientais.

Logo, a sustentabilidade requer tempo para que suas ações sejam implementadas e produzam efeitos (BANSAL; DESJARDINE, 2014). Como a noção de tempo é compatível com a visão de longo prazo desenvolvida nas estratégias – principalmente por meio do planejamento estratégico, compreende-se que muitos estudiosos (por exemplo, COUTINHO; MACEDO-SOARES, 2002; MUNCK; GALLELI; CORRÊA, 2015; NASCIMENTO; MELO; WANDERLEY, 2014;) defendam que a sustentabilidade precisa estar imbricada na estratégia organizacional para sua efetividade.

Contudo, a associação entre sustentabilidade e estratégia pode ser analisada por duas óticas: i) essa relação auxilia na eficiência e eficácia das ações em prol da sustentabilidade, visto que estarão integrando as metas e objetivos, sendo estimuladas em todos os departamentos com foco no curto e longo prazo – como foi apresentado até este momento; ii) a adoção da sustentabilidade pode ser utilizada como um mero recurso estratégico com fins puramente econômicos, focando ações de curto prazo que se tornam insustentáveis ou improdutivas – a ser discutido nas próximas seções.

Mas para aprofundar essa discussão, faz-se necessário compreender certos aspectos epistemológicos acerca da estratégia e da sustentabilidade para melhor compreensão desses termos e sua inter-relação no campo organizacional.

4 CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS

Historicamente, os estudos no campo da administração são voltados para uma abordagem que busca a estruturação, a manutenção, o crescimento e o reconhecimento das empresas em seus respectivos setores, sempre focando a diminuição dos custos em paralelo ao aumento da lucratividade – típico da ciência taylorista.

Essa abordagem é fortemente identificável nas teorias da administração científica, sendo analisadas e discutidas por vários pensadores ao longo dos anos e por meio de diversas teorias organizacionais. Diferentes discursos abordam uma mudança na estrutura e na forma de se administrar, distanciando as

práticas atuais das descritas pela corrente da administração científica.

Mas será que essa mudança ocorreu de fato? O foco das empresas hoje é diferente do das existentes naquele período do processo de industrialização? Essas questões são complexas e requerem uma reflexão acerca da ideologia e da visão de mundo para serem compreendidas, não sendo o propósito deste ensaio gerar respostas aceitáveis ou não para estas, e sim, estimular o pensamento crítico do leitor.

Diante desses argumentos, considera-se que a investigação acerca das associações entre questões organizacionais, humanas e a própria estratégia em um contexto que requer novas orientações para a gestão, agora atinente às premissas da sustentabilidade, mostra-se não só pertinente, mas também, exigente de novos olhares paradigmáticos e epistemológicos (MUNCK; GALLELLI; CORRÊA, 2015).

Mesmo considerando o processo reflexivo que se estimula na seara organizacional atualmente, é notório que a lógica econômica tem sido a base para o desenvolvimento dos estudos em administração. Acompanhando essa lógica, fluem as teorias acerca da estratégia organizacional. Para Porter (1999, p. 41) “a estratégia é vista como a construção de defesas contra as forças competitivas ou como a descoberta de posições no setor onde as forças são mais fracas”.

Porter é um dos precursores dos estudos em estratégia e nitidamente, defensor da lógica econômica nos estudos organizacionais. Em sua visão, a empresa precisa ser competitiva e não apenas isso, precisa superar os concorrentes e se destacar no mercado, alcançando maior visibilidade e reconhecimento pelos consumidores, por meio do planejamento estratégico. A estratégia de diferenciação é evidente nos estudos de Porter.

Claramente, não apenas Porter, mas muitos outros estrategistas se baseiam em uma abordagem epistemológica funcionalista (positivista) e metódica para impulsionar o crescimento organizacional. Vasconcelos e Cyrino (2000, p. 21) acerca desse entendimento, argumentam que:

No campo da Estratégia Empresarial, os trabalhos de pesquisa costumam basear-se em fundamentos econômicos, focalizando o conteúdo das estratégias. Esses trabalhos

normalmente utilizam abordagens metodológicas estruturadas dirigidas à verificação empírica de hipóteses generalizáveis. [...] seu objetivo principal costuma ser identificar os fatores responsáveis pelo sucesso ou fracasso das empresas em diferentes contextos.

Assim, o empirismo é utilizado para verificar a veracidade de hipóteses e constatar a assertividade ou não de um argumento. Logo, é perceptível que em meio ao processo de desenvolvimento industrial, o objetivo dos empresários seria a maximização dos lucros e as ‘certezas’ adquiridas com as práticas funcionalistas seriam o melhor caminho para alcançar essa meta.

Partindo dessa lógica, o foco em estratégia organizacional é o de criação de um curso de ações diferenciadas que não possa ser imitado pelos concorrentes. O modelo das cinco forças de Porter (1999) foca bem esse requisito para uma estratégia forte e competitiva. E assim, é possível inferir que toda ação estratégica no âmbito organizacional busca gerar maior valor econômico do que os concorrentes, ou seja, busca por maior lucratividade.

Contudo, tendo em vista a relação entre estratégia e sustentabilidade que se desenvolve nos estudos organizacionais, acredita-se que “uma análise focada na relação entre benefícios e custos é incompatível com a ideologia da ciência da sustentabilidade e não deve ser usada para avaliar soluções propostas para problemas de sustentabilidade” (ANDERSON et al., 2015). Assim, parte-se do pressuposto de que as três dimensões que compõem a sustentabilidade devem ser consideradas para sua efetividade nas organizações e na sociedade e não apenas a mensuração do retorno econômico que as práticas de sustentabilidade irão gerar para tais empresas.

Para Nascimento, Melo e Wanderley (2014, p. 766) “a concorrência é uma barreira para o aumento da participação de mercado de muitas empresas, mas uma estratégia focada em cenários econômicos, políticos, sociais e ambientais garante uma posição proeminente para as organizações”. Com a sustentabilidade em alta, é comum que grandes empresas queiram criar novas tecnologias produtivas que não poluam o meio ambiente e contribuam para a

manutenção dos recursos para a vida das próximas gerações.

Contudo, admitindo a visão funcionalista que se instaurou no campo estratégico, se faz necessária uma reflexão. Assim, pressupondo a abordagem positivista que acompanha os estudos em estratégia, se as práticas de sustentabilidade desenvolvidas por meio do planejamento estratégico fossem imitadas pelos concorrentes, seria prejudicial do ponto de vista econômico?

Sim! Seria prejudicial do ponto de vista puramente econômico desenvolvido e dissipado por uma epistemologia positivista, na qual a regra que dita a condução dos negócios é a lucratividade, baseada na diferenciação que tanto se busca na estratégia. Por essa lente, todo processo tecnológico e/ou inovador que fosse desenvolvido para auxiliar no alcance das metas de sustentabilidade deveria ser exclusivo, pois geraria valor de marcar e prestígio - consequentemente, retorno financeiro.

Avançando a discussão acerca da epistemologia no campo da estratégia, novas perspectivas começam a tomar forma e força. Para Mantere (2013, p. 02) “as estratégias organizacionais ocorrem em ações coletivas por membros organizacionais.” Isso demonstra como a mudança organizacional, com base em processos construtivistas pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias organizacionais. Conforme Vasconcelos e Cyrino (2000, p. 21),

tanto o campo das Ciências Sociais quanto da Sociologia têm contribuído para a natureza da mudança organizacional e os processos internos de adaptação, inovação e aprendizagem, utilizando, preferencialmente, métodos qualitativos com o objetivo de entender e explicar, no seu contexto, a natureza e a dinâmica dos processos de mudança organizacional. [...] Daí surge uma forte motivação para compreender e influenciar os processos de mudança organizacional, estabelecendo uma interface entre a estratégia como fenômeno intencional e o comportamento organizacional como fenômeno emergente.

Assim, a mudança organizacional sofre influência dos stakeholders internos e externos, e dessa forma, é construída por meio da visão de mundo desses atores - interpretativismo. Não se pode negar que a estratégia, baseada em diretrizes da cúpula

organizacional, não seja atuante no processo de mudança organizacional. Mas a visão de mundo dos indivíduos possui forte formação nas relações fora da organização e torna-se essencial para moldar o comportamento organizacional e para influenciar o funcionamento das estratégias.

Segundo Saccol (2009, p. 262), “a perspectiva Interpretativista enfatiza a importância dos significados subjetivos e sociopolíticos, assim como, ações simbólicas na forma como as pessoas constroem e reconstróem sua própria realidade”. Essa construção da realidade ocorre também nas organizações, por meio do interacionismo entre os colaboradores.

De certa forma, as organizações não criam estratégias que requeiram uma mudança na visão de mundo dos colaboradores, até porque esse processo geraria uma alta dissonância cognitiva, capaz de enfraquecer os laços que unem os atores na organização e consequentemente, ocasionaria a ineficiência das ações estratégicas. Diante dessa visão interpretativista que vem aumentando acerca da estratégia organizacional, pode-se inferir que a sustentabilidade é desenvolvida também por uma epistemologia construtivista?

É difícil apontar uma resposta para esta questão, visto que a sustentabilidade é uma disciplina emergente, e como tal, seus estudiosos ainda não desenvolveram completamente uma ontologia, epistemologia, ideologia ou metodologia coerentes (ANDERSON et al., 2015). Logo, pode-se inferir que a sustentabilidade aplicada aos estudos organizacionais tende a replicar os métodos e epistemologias comuns no campo da administração, sejam positivistas ou interpretativistas.

Ao menos, sabe-se que tanto a sociedade quanto o próprio Estado estão tomando consciência acerca da importância da sustentabilidade em suas dimensões e buscando formas de contribuir para a preservação socioambiental. Na sociedade, as ações de cada indivíduo se analisadas em conjunto, possuem grande impacto para a manutenção dos recursos naturais e a qualidade de vida, possuindo também, força e influência nas ações das corporações.

Já o Estado, contribui por meio da força regulamentadora representada pela legislação em suas diversas esferas, que orientam e punem as empresas que não se

adequem às ações em prol da sustentabilidade. E as próprias empresas que por livre e espontânea vontade, desenvolvem ações para manutenção e desenvolvimento da sustentabilidade.

Abordando uma análise intraorganizacional, há uma tendência de que tanto a abordagem positivista quanto a interpretativista permeiem o campo de estudos da estratégia organizacional, levando a uma convergência entre a fundamentação econômica e a descrição sociológica (VASCONCELOS; CYRINO, 2000). Dessa forma, não apenas a busca por maior lucratividade ocuparia o cerne da estratégia desenvolvida nas empresas, mas também, as questões sociais e conjuntamente, as ambientais.

Destarte, pressupondo a abordagem interpretativista que se desenvolve nos estudos em estratégia, se as práticas de sustentabilidade desenvolvidas por meio do planejamento estratégico fossem imitadas pelos concorrentes, seria prejudicial do ponto de vista social e ambiental?

Não! Numa análise socioambiental embasada por uma lente construtivista, toda forma de produção ou processo tecnológico em prol da sustentabilidade desenvolvidos nas empresas deveriam ser dissipados e compartilhados com as demais organizações, pois essa ação aumentaria tanto a eficiência quanto a eficácia das práticas de sustentabilidade para melhorar condições sociais, ambientais e econômicas para as sociedades, para o meio ambiente e para as próprias empresas.

Não esgotando a discussão acerca das bases epistemológicas que envolvem a relação sustentabilidade-estratégia, destaca-se a necessidade de uma visão sistêmica, de um pensamento holístico e da importância da interdisciplinaridade como estratégias epistemológicas da atualidade para essa relação (LEFF, 2005).

Logo, nada impede que as empresas se utilizem das ações tecnológicas por elas desenvolvidas para aumentar o prestígio e até mesmo o valor de marca e a rentabilidade, mas ao invés de ser vista como um recurso estratégico com fins puramente econômicos, a sustentabilidade deve ser compreendida como parte de um sistema que deve estar em paridade com a estratégia organizacional!

5 POR FIM, É IMPRESCINDÍVEL O USO DE UMA ÓTICA CRÍTICA PARA ANALISAR A RELAÇÃO SUSTENTABILIDADE-ESTRATÉGIA NAS EMPRESAS

Com o avanço das discussões acerca da sustentabilidade mundialmente, muitas organizações passam a se preocupar com problemas como a poluição ocasionada por seus processos produtivos, e assim, começam a reavaliar esses processos, buscando desenvolver tecnologias limpas e formas de reaproveitamento de resíduos (CLARO; CLARO; ARAKI, 2008). Assim, “algumas organizações brasileiras estão dirigindo seu P&D para descobrir produtos, embalagens, matérias-primas, fontes energéticas e processos produtivos que não causem danos ao meio ambiente” (SOUZA, 1993).

Esse processo de criação e inovação tecnológica para a sustentabilidade ocorre como uma forma reativa de atender às demandas de diversos agentes - como o governo, ou como uma ação proativa focada na valorização de marca e consecutivamente, na agregação de valor aos produtos e no aumento da lucratividade. E para a eficiência desse processo tecnológico inovador, as organizações passam a integrar essas metas na estratégia organizacional.

Contudo, como em qualquer ramo de atuação, o processo de criação acaba por gerar uma tecnologia patenteada ou por vezes, difícil de imitar pelos concorrentes. Analisando essa compreensão pela dimensão ambiental da sustentabilidade, compreende-se que o produto criado nas empresas resulta de um conjunto de rotinas administrativas que integram habilidades dependentes da cultura organizacional, que os concorrentes acham difícil de replicar (DELIBERAL et al., 2016).

Assim, desde a formação, as tecnologias pró-sustentabilidade desenvolvidas nas organizações são planejadas, em grande maioria, como recursos para alcance da vantagem competitiva, e não como um processo criativo para auxiliar no desenvolvimento socioambiental numa rede interconectada entre empresas, meio ambiente e sociedade.

Ao criar essas novas tecnologias, as empresas ganham reconhecimento e consequentemente, valor de marca, que acarretará em maior lucratividade. Mas será que as empresas estão dispostas a contribuir com a sustentabilidade de tal forma que a

patente dessas tecnologias inovadoras seja compartilhada com os concorrentes ou apenas a empresa idealizadora poderá usufruir dessa inovação?

Na visão positivista, esse compartilhamento de tecnologias para a sustentabilidade nem chega a ser considerado, visto que irá desencadear uma partilha da lucratividade com os concorrentes. Mas na visão construtivista, é o curso de ação ideal para o alcance efetivo da sustentabilidade, visto que uma ação desenvolvida por uma organização em determinado local ou região poderá ter um alcance global, contribuindo para o desenvolvimento socioambiental em diversas nações.

6 CONCLUSÃO

O avanço nos estudos sobre estratégia organizacional claramente se alicerçam em diferentes abordagens epistemológicas, principalmente o positivismo e o interpretativismo. É notório que o avanço no campo da estratégia - tanto prescritiva quanto descritiva - tende a confluir para uma aproximação integrativa dessas diferentes abordagens epistemológicas com a finalidade de ampliar a visão acerca das ações e práticas que influenciam na sobrevivência e na atuação das empresas.

A sustentabilidade vem tomando posição de destaque quando se trata de sobrevivência organizacional. E como tal, passa a ser um fator integrante da estratégia organizacional, se espalhando em diversos níveis estratégicos - corporativo, de negócios, operacional, etc. Logo, as preocupações socioambientais vêm ocupando considerável espaço na missão e na visão de muitas organizações. Contudo, a sustentabilidade ainda não possui padrões epistemológicos próprios, sendo estes conduzidos de forma similar aos adotados no campo estratégico.

Assim, a integração da sustentabilidade na estratégia organizacional passa por diferentes abordagens epistemológicas e consecutivamente, acompanha a tendência de confluência entre essas distintas abordagens que se desenvolve no campo da estratégia. Porém, não há uma forma exata de mensuração ou de constatação que comprove a efetividade da sustentabilidade discursada em muitas organizações. Logo, muitos consumidores se perguntam se as práticas de sustentabilidade elencadas por

distintas empresas são verdadeiras ou falaciosas. E essa discussão percorre diversas áreas de estudos dentro da administração.

Este ensaio buscou elencar pontos importantes para o desenvolvimento reflexivo acerca da relação entre sustentabilidade e estratégia organizacional, não focando na assertividade do que seja certo ou errado, mas estimulando o progresso do pensamento crítico sobre estes conceitos e sua inter-relação comumente difundida nos estudos organizacionais.

Principalmente, acerca da criação e do desenvolvimento tecnológico para a sustentabilidade nas empresas, onde novas tecnologias que possibilitam o alcance do desenvolvimento sustentável devem ser repensadas não como recursos estratégicos para aumento de lucratividade, mas como um bem comum cujo compartilhamento ultrapassa os limites da visão positivista, alcançando as necessidades das sociedades e dos ecossistemas de forma construtivista. Dessa forma,

um posicionamento favorável às questões envoltas à sustentabilidade leva ao desenvolvimento de competências organizacionais singulares. Estas, numa perspectiva temporal, influenciarão significativamente e sistemicamente os desempenhos econômico, ambiental e social nos níveis estratégico, tático e operacional que condicionarão a organização a responder aos desafios da sustentabilidade (MUNCK; GALLELI; CORRÊA, 2015, p. 01).

Destarte, é imprescindível que toda análise da relação entre sustentabilidade e estratégia seja embasada por uma lente crítica dessa relação, evitando que os fins econômicos positivistas formem a única base de decisão no processo estratégico das empresas. Assim, é necessário que os tomadores de decisão ou estrategistas se baseiem também em visões construtivistas com foco além das metas e objetivos organizacionais - nitidamente a lucratividade - e foquem concomitantemente as necessidades das sociedades e dos ecossistemas em paridade com os da organização para o alcance sistêmico da sustentabilidade em todas as suas dimensões.

Por fim, a compreensão de criação tecnológica para a sustentabilidade nas empresas como um recurso estratégico precisa ser criticamente repensada, visto que

as ações para a sustentabilidade constituem frutos que são de interesse público - sociedades e ecossistemas, e como tal, devem ser disseminadas entre as organizações, com facilidade de replicação. Além do mais, créditos autorais serão sempre concedidos para as empresas pioneiras que criam e compartilham suas tecnologias para a

sustentabilidade com os concorrentes ou parceiros nas redes de relacionamento, o que acaba por contribuir para a valorização da marca de forma estratégica.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDERSON, M.; TEISL, M.; NOBLET, C.; KLEIN, S. The incompatibility of benefit-cost analysis with sustainability science. *Sustain Sci*, v. 10, n. 1, 2015. p. 33-41. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11625-014-0266-4>.
- [2] ANDREWS, K. R. O conceito de estratégia empresarial. In MINTZBERG, H.; QUINN, J. O processo da estratégia. 3. ed., Porto Alegre: Bookman, 2001. p. 58-64.
- [3] AHMIĆ, A.; ŠUNJE, A.; KURTIĆ, E. The Influence Of Top Managers' Personal Values On Sustainability Of Smes In Developing Countries. In: International OFEL Conference on Governance, Management and Entrepreneurship. 4, 2016, Dubrovnik, Croatia. Proceedings. 2016, p. 880-902.
- [4] BANSAL, P.; DESJARDINE, M. R. Business sustainability: It is about time. *Strategic Organization*, v. 12, n. 1, 2014, p. 70-78. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1476127013520265>.
- [5] BARBIERI, J. C. SILVA, D. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. *Rev. Adm. Mackenzie*, v. 12, n. 3, 2011. p. 51-82. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-69712011000300004&script=sci_abstract&tlng=pt.
- [6] BARNEY, J. B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, v. 17, n. 1, 1991. p. 99-120. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/014920639101700108>.
- [7] BARNEY, J. B. Gaining and sustaining competitive advantage. Reading, MA: Addison-Wesley, 1997.
- [8] BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. Economia das organizações: entendendo a relação entre as organizações e a análise econômica. In: CLEGG, S. R.; HARDY, C.; NORD, W. R. (Orgs.). *Handbook de Estudos Organizacionais*. v. 3, cap. 5, São Paulo: Atlas. 2004. p. 131-179
- [9] _____. Administração estratégica e vantagem competitiva, Trad. Midomi Yamamoto, rev. Pedro Zanni, 3. ed. São Paulo: Prentice Hall. 2011.
- [10] CMMAD. Our common future. Fundação Getúlio Vargas: Rio de Janeiro. 1991.
- [11] CHANDLER, A. Introdução a strategy and structure. In: MCCRAW, T. C. (Org.). *Ensaio para uma teoria histórica de grande empresa*. São Paulo: FGV. 1998.
- [12] COUTINHO, R. B. G.; MACEDO-SOARES, T. D. L. V. A. Gestão estratégica com responsabilidade social: arcabouço analítico para auxiliar sua implementação em empresas no Brasil. *RAC – Revista de Administração Contemporânea*, v. 6, n. 3, 2002, p. 75-96. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552002000300005>.
- [13] CLARO, P. B. O.; CLARO, D. P.; AMÂNCIO, R. (Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. *RAUSP – Revista de Administração*, v. 43, n. 4, 2008, p. 289-300. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223417504001>.
- [14] CLARO, P. B. O.; CLARO, D. P.; ARAKI, Y. T. Como o Investimento Socioambiental afeta Desempenho das Empresas em Épocas de Crise Financeira? In: *EnANPAD*. 37, 2013. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Anais, 2013, p. 1-15.
- [15] DELIBERAL, J. P.; TONDOLO, V. A. G.; CAMARGO, M. E.; TONDOLO, R. R. P. Environmental management as a strategic capability: a study on the furniture manufacturing cluster of Southern Brazil. *Brazilian Business Review*, v. 13, n. 40, 2016, p. 118-140. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15728/bbr.2016.13.4.6>.
- [16] DINIZ, E. H., PETRINI, M., BARBOSA, A. F., CHRISTOPOULOS, T. P., & SANTOS, H. M. Abordagens Epistemológicas em Pesquisas Qualitativas: Além do Positivismo nas Pesquisas na Área de Sistemas de Informação. In: *EnANPAD*. 30, 2006. Salvador, BA, Brasil. Anais, 2006, 30.
- [17] DRUCKER, P. The theory of business. *Harvard Business Review*, v. 75, 1994, p. 95-105.
- [18] FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. *Cadernos EBAPE.BR*, v. 14, n. 3, 2017, p. 667-681. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395157473>.
- [19] FRANK, A. K. What is the story with sustainability? A narrative analysis of diverse and

contested understandings. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, v. 7, n. 2, 2017, p. 310-323. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13412-016-0388-3>.

[20] GRANT, R. M. *Contemporary strategy analysis: concepts, techniques, applications*. Oxford: Blackwell. 1999.

[21] INSTITUTO AKATU. *Pesquisa Akatu 2012: rumo à sociedade do bem-estar*. São Paulo: Instituto Akatu. 2013.

[22] KUZMA, E. L.; DOLIVEIRA, L. S. D.; SILVA, A. Q. Competências para a sustentabilidade organizacional: uma revisão sistemática. *Cadernos EBAPE.BR*, v. 15, Edição Especial, 2017, p. 428-444. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395160726>.

[23] LEFF, E. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Trad. Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Vozes. 2005.

[24] MANTERE, S. What is organizational strategy? A Language-Based View. *Journal of Management Studies*, v. 50, n. 8, 2013, p. 1408-1426. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joms.12048/full>.

[25] MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio-teórico? *Revista de Administração Contemporânea*, v. 15, n. 2, 2011, p. 320-332. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552011000200010>.

[26] MINTZBERG, H. A criação artesanal da estratégia. In: MONTGOMERY, C.; PORTER, M. (Orgs.) *Estratégia: a busca da vantagem competitiva*. 2. ed., Cap. 4. Rio de Janeiro: Campus. 1998. p. 419-437

[27] MUNCK, L.; GALLELI, B.; CORRÊA, H. L. Por um olhar multiparadigmático à prática da sustentabilidade em contexto organizacional: aproximando práxis e orientações epistemológicas. In: *Colóquio Internacional de Epistemologia e Sociologia da Ciência da Administração*. 5, 2015, Florianópolis, SC, Brasil. Anais, 2015, 5. Disponível em: <http://coloquioepistemologia.com.br/site/wp-content/uploads/2015/03/ADE1421683234.pdf>.

[28] NASCIMENTO, L. S.; MELO, M. J.; WANDERLEY, L. S. O. The Value of Sustainability in the Organizational Strategy. In: *International OFEL Conference on Governance, Management and Entrepreneurship*. 2, 2014, Dubrovnik, Croatia. Proceedings, 2014. p. 764-778.

[29] OMETTO, M. P.; BULGACOV, S.; MAY, M. R. A efetividade dos estrategistas da responsabilidade social empresarial. *Organizações & Sociedade*, v. 22, n. 74, 2015, p. 423-442. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1984-9230747>.

[30] PORTER, M. E. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior.

Trad. Elizabeth Maria de Pinho Braga. Rev. Tec. Jorge A. Garcia Gomes. Rio de Janeiro: Elsevier. 1989.

[31] _____. *Competição: estratégias competitivas essenciais*. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier. 1999.

[32] PORTER, M. E.; KRAMER, M. R. Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. *Harvard Business Review*, v. 84, n. 12, 2006, p. 78-92.

[33] RONDA-PUPO, G. A.; GUERRAS-MARTIN, L. A. Dynamics of the evolution of the strategy concepts 1962-2008: a co-word analysis. *Strategic Management Journal*, v. 33, n. 2, 2012, p. 162-188. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/smj.948/abstract>.

[34] SACCOL, A. Z. Um retorno ao básico: compreendendo os paradigmas de pesquisa e sua aplicação na pesquisa em administração. *Rev. Adm. UFSM*, v. 2, n. 2, 2009, p. 250-269. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reaufsm/article/view/1555>.

[35] SAVITZ, A. W.; WEBER, K. A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. Trad. Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier. 2007.

[36] SILVA, M. E.; CÂNDIDO, G. A. The business contribution for sustainable consumption: a proposal of theoretical categories and analytical parameters. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, v. 13, n. 1, 2014, p. 74-88. Disponível em: <http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reca/article/view/1619>.

[37] SOUZA, M. T. S. Rumo à Prática Empresarial Sustentável. *Revista de Administração de Empresas*, v. 33, n. 4, 1993, p. 40-52. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901993000400005>.

[38] SOUZA FILHO, J. M.; WANDERLEY, L. S. O.; GÓMEZ, C. P.; FARACHE, F. Strategic corporation social responsibility management for competitive advantage. *Brazilian Administration Review*, v. 7, n. 3, 2010, p. 294-309. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-76922010000300006>.

[39] VASCONCELOS, F. C.; CYRINO, A. B. Vantagem Competitiva: os modelos teóricos atuais e a convergência entre estratégia e teoria organizacional. *Revista de Administração de Empresas*, v. 40, n. 4, 2000, p.20-37. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v40n4/v40n4a03.pdf>.

CAPÍTULO 17

MODELO MULTICRITÉRIO DE DESEMPENHO PARA ESCOLHA DE FORNECEDORES INCLUINDO UMA PERSPECTIVA ECOLÓGICA

Luiz Eduardo Simão

Suzana Quintino Soares

Wagner Antonio Coelho

Resumo: A seleção de fornecedores é uma decisão estratégica de compra que afeta o desempenho total de cada empresa. Essa decisão é um problema multicritério e um processo complexo que requer o uso de vários critérios frequentemente conflitantes. Este artigo tem como objetivo apresentar um modelo analítico multicritério e multiproduto para analisar a decisão de escolha de fornecedores com a estratégia de *outsourcing offshore*, incluindo critérios ecológicos. Para tratar o problema de seleção de fornecedores, propõe-se uma abordagem de solução baseada em modelo multicritério de programação matemática mista com uso do software de otimização solver do excel. Ao final, um caso numérico é apresentado considerando dois produtos com descontos por quantidades com opção de dois fornecedores, sendo que os resultados mostram que a abordagem tem bom potencial de aplicação prática.

Palavras chave. Outsourcing. Programação mista. Emissão CO₂

1. INTRODUÇÃO

O outsourcing ou terceirização pode ser definido como a compra de serviços, produtos semiacabados, componentes ou produtos acabados de empresas externas quando antes esses elementos eram tradicionalmente fornecidos internamente (Domberger et al 2002). O outsourcing exige intenso intercâmbio de informações e coordenação entre os compradores e os fornecedores. O *outsourcing*, *offshore sourcing* ou *offshoring*, se consolidaram como uma tendência irreversível capaz de alterar os padrões de competição global impulsionado pela possibilidade da realização de atividade com menores custos e com pessoal mais qualificado. Representam uma nova tendência semelhante as que ocorreram anteriormente nas atividades de manufatura, com o deslocamento do eixo produtivo para países em desenvolvimento (Dibbern et al., 2004; Jagersma e van Gorp, 2007).

Existe uma confusão frequente entre *outsourcing*, *outsourcing offshore* e *offshoring*. De forma geral, o *outsourcing* (terceirização) ocorre quando um fornecedor está localizado no mesmo país do comprador. Quando um fornecedor está localizado em outro país, a terceirização torna-se *outsourcing offshore*. Em ambos os casos, o comprador move um processo interno para uma empresa externa ou, para simplificar, o processo a ser terceirizado diz respeito a uma parte do sistema de produção ou de um serviço. Por fim, quando um processo empresarial como um todo é transferido para outro país, usamos o termo *offshoring*. Além disso, a terceirização não deve ser confundida com a subcontratação. Subcontratação refere-se a tarefas ou serviços que são simplesmente entregues a uma empresa que tem a habilidade específica e/ou recursos necessários para ser eficiente. Um subcontratado trabalha "para" um comprador, enquanto um "fornecedor" trabalha "com" um comprador.

A seleção de fornecedores é uma decisão estratégica de compra que afeta o desempenho total da empresa. Essa decisão é um problema multicritério e um processo complexo que requer o uso de vários critérios frequentemente conflitantes (AGUEZZOUL, 2012). Para tratar o problema multicritério, este artigo propõe uma abordagem de solução baseada em modelos de programação linear com uso do software de otimização solver do excel.

Para tanto, inicialmente, na seção 2 é apresentado como a literatura trata este tipo de problema. Na seção 3 é descrito o modelo matemático usado para a tomada de decisão que iremos resolver como um caso numérico, apresentado na seção 4. Na seção 4 é feita uma descrição do problema de decisão para escolha de um fornecedor na forma de *offshore outsourcing* para uma empresa, considerando multicritérios, entre eles um critério de seleção baseado na emissão de CO₂. Ao final, o modelo de programação linear é testado na forma do estudo de caso descrito na seção 2 e os resultados são analisados e discutidos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Geralmente, a estratégia de internacionalização das empresas é vista apenas com relação a interface com a demanda da cadeia de suprimentos. Nesse contexto, as abordagens de internacionalização focam no processo de exportação, instalação de unidades de vendas e de manufatura próprias em outros países. Entretanto, a estratégia de internacionalização também pode ser considerada com relação a interface com os fornecedores (Chopra e Meindell, 2013).

Contudo, a internacionalização contínua do comércio e do fenômeno da globalização fizeram o outsourcing disponível e atraente para várias indústrias. Com isso, a necessidade de melhores fornecedores e a investigação sobre as competências e preocupações específicas relacionadas à concorrência internacional, obrigaram as empresas a melhorar a sua capacidade de lidar com fornecedores localizados em diferentes países ao redor do mundo (Golini e Kalchschmidt 2011). Um aspecto importante do outsourcing é a estratégia de outsourcing offshore, e, para (Ghodsypour e O'Brien 2001), o conceito de *outsourcing offshore* representa uma oportunidade para obter produtos e materiais a um custo menor do que no país de origem.

Outsourcing offshore é o processo de contratar fornecedores externos de produtos e serviços para a aquisição de bens ou serviços que eram formalmente supridos internamente fora da área geográfica a que a empresa pertence (Kotabe e Omura 1989; Murray et al, 1995a; Murray et al, 1995b). O *offshore outsourcing* pode ser definido como todo o processo de terceirização de uma empresa

feito fora do país de sua matriz, em que o controle das operações é transferido totalmente a um terceiro no exterior. Dentre os benefícios em investir em *outsourcing offshore*, está a redistribuição do trabalho em escala global e o desenvolvimento de experiências em mercados internacionais. Porém dentre as desvantagens, estão os lotes maiores, grandes estoques e a menor flexibilidade para se adaptar às mudanças de mercado (Nunes 2012).

As duas últimas décadas foram marcadas no cenário internacional pela crescente globalização e competitividade entre as empresas. Várias foram as novas abordagens de gestão propostas para esta realidade, cada uma com seu enfoque específico e seu nível de relevância dependendo de cada caso a ser estudado. O *outsourcing*, vista como uma estratégia moderna de gestão, consiste basicamente na transferência para fornecedores de atividades que agregam competitividade empresarial, baseada numa relação de confiança e respeito mútuo (NUNES, 2012).

Segundo (Bayle et. al 2003), a importância das atividades da área de suprimentos é garantir que o processo de *outsourcing* seja feito de forma adequada, ou seja, a atividade a ser terceirizada vai gerar vantagem competitiva para a empresa e o fornecedor selecionado é o que possui as melhores qualificações para exercer a atividade. Assim, o processo chave em um *outsourcing* é a eficiente seleção dos fornecedores, pois o objetivo deste processo é exatamente reduzir os riscos e maximizar o valor total da negociação para o comprador (Bayle et. al 2003).

Todo processo de *outsourcing* bem estruturado deve constar de algumas etapas que vão desde o surgimento da ideia de terceirizar determinada atividade, até o acompanhamento dos resultados práticos deste *outsourcing* no dia a dia. Conforme (Faria e Vanalle, 2006), pode-se dividir estas etapas em três:

Definição da atividade a ser terceirizada: Discutir a ideia da terceirização como estratégia, definir o *core business* da empresa, estudar a viabilidade econômica de se terceirizar a(s) atividade(s) pretendida(s), e discutir a terceirização com os empregados que serão afetados por ela;

Seleção dos fornecedores: Determinar critérios de seleção de fornecedores, realizar

levantamento de potenciais fornecedores e selecionar de acordo com os critérios pré-estabelecidos, e elaborar o contrato para regulamentar a parceria.;

Avaliação e acompanhamento da parceria: Definir indicadores de desempenho da parceria, e avaliar a parceria periodicamente através do acompanhamento dos indicadores de desempenho.

Faria e Vanalle (2006) destacam ainda que se deve levar em conta o impacto significativo das diferenças culturais entre as empresas prestadoras e contratantes. As questões culturais tendem a se constituir na principal barreira para o sucesso da atividade especialmente com relação às dificuldades de comunicação ocasionadas por estas diferenças.

A avaliação e seleção de fornecedores requer a consideração de múltiplos objetivos e critérios (Bhutta e Huq, 2002). A pesquisa tem sido robusta neste campo com estudo e inclui a adoção de abordagens e implementação de uma ampla gama de práticas matemáticas e metodologias. Conseqüentemente, inúmeras ferramentas de suporte a decisões multicritérios foram desenvolvidas para estruturar e apoiar tais decisões (Wu et al., 2010).

O primeiro trabalho na área foi apresentado por Wind e Robinson (1968), com o desenvolvimento do método de ponderação linear usada para classificar e selecionar os fornecedores com base em seu desempenho em múltiplas medições. Pesquisas posteriores ampliaram essa abordagem clássica ao longo de outras dimensões. Por exemplo, Gregory (1986) introduziu a representação matricial de dados neste esquema e classificou diferentes fornecedores para suas alocações de quotas de fornecimento. Monozka e Trecha (1988) propuseram critérios múltiplos para avaliação de fornecedores com diferentes fatores de avaliação e um índice geral de desempenho de fornecedores.

Em comparação com os métodos de ponderação linear, normalmente utilizados na seleção de fornecedores, a programação matemática oferece uma ferramenta mais eficaz para lidar com o problema de seleção do fornecedor devido à capacidade do último de otimizar explicitamente algum objetivo declarado (Degraeve et al. 2005). Os modelos comumente usados incluem programação linear (LP), programação mista (MILP), processo analítico hierárquico (AHP), análise

de envolvimento de dados (DEA), lógica fuzzy e programação de objetivos (GP).

As metodologias variam, mas também o problema. Por exemplo, Murthy et al. (2004) desenvolveram um modelo de LP para itens de fabricação sob encomenda em uma situação que envolve custos fixos, restrições de capacidade compartilhada e descontos baseados em volume. O objetivo foi minimizar o abastecimento total e custos de compra. Dahel (2003), por sua vez, estudou um problema com múltiplos fornecedores, múltiplos produtos, em um ambiente de suprimento competitivo. Ele desenvolveu um modelo de programação mista (MILP) para determinar o número de fornecedores e a alocação de produtos para cada um deles. O método AHP foi utilizado em Handfield et al. (1999) para gerar pesos para o problema de seleção do fornecedor. Já Ghodspour e O'Brien (2001) ofereceram um sistema integrado de apoio à decisão que combina o método AHP com LP.

Há muitos outros estudos que se concentram no aspecto multicritérios do problema de seleção do fornecedor (preço, qualidade, flexibilidade e tempo de entrega). Por exemplo, o modelo de negociação em Zhu (2004), o modelo DEA utilizado por Liu et al. (2000) e Weber et al. (2000), o modelo de GP com Sharma et al. (1989) e o modelo de GP misto com fuzzy com Kumar et al. (2004).

Apesar da existência de uma grande e crescente corpo de literatura para avaliação e seleção de fornecedores, com diferentes metodologias, a literatura sobre a avaliação de fornecedores verdes que considera fatores ambientais são ainda relativamente limitadas (Govindan et al., 2015). Pesquisa recentemente estabelecida utilizou a seleção de fornecedores mecanismos que consideram problemas de proteção ambiental (Humphreys et al., 2003; Yeh e Chuang, 2011). Um potencial na forma efetiva de gerenciar a política ambiental de uma empresa é ligando-a de perto com atividades de função de compra ou suprimentos, ou seja, através de seleção de fornecedores (Humphreys et al., 2003). Os critérios ambientais são geralmente estruturados em relação ao produto ou serviço que está sendo comprado ou ao fornecedor que os produz ou fornece (Govindan et al., 2015).

Recentemente Govindan et al. (2015) apresentaram uma extensa revisão bibliográfica indicando as diferentes

abordagens individuais e integradas com *analytical hierarchy process* (AHP), *analytic network process* (ANP), programação matemática, fuzzy, entre outros. Além disso, os autores apresentam também os diferentes critérios utilizados na seleção de fornecedores como gerenciamento de sistemas ambientais, imagem verde, desempenho ambiental, entre outros.

Por isso, nesse artigo, estudamos o processo de usando um modelo multicritério de seleção de fornecedores usando programação linear (LP), incluindo um critério ecológico de seleção pela emissão de CO₂ no processo de manufatura e transporte. Assume-se que o cliente tem informações prévias sobre os fornecedores.

A partir dos avanços teóricos aqui expostos, será desenvolvida a investigação numérica, cuja formulação do modelo é apresentada a seguir.

3. FORMULAÇÃO DO MODELO

Como mencionado acima, selecionar e avaliar o fornecedor é um problema multicritério, sendo que alguns critérios escolhidos podem ser conflitantes [Dolgui e Proth, 2008]. Por exemplo, a redução dos custos pode levar a uma deterioração da qualidade ou aumento do lead time. No modelo apresentado nesta seção, são levados em conta quatro critérios: qualidade, consistência de entregas com demandas, lead time e custo.

Assumimos que um comprador tem como objetivo selecionar um fornecedor entre um conjunto de fornecedores e que todos os valores dos parâmetros necessários para tomar uma decisão são conhecidos.

3.1. PARÂMETROS DO MODELO

Esta seção é dedicada à introdução dos parâmetros do problema [Dolgui e Proth, 2008].

- $pt=1,...,PT$ são os tipos de produtos a serem terceirizados.

- $v=1,...,V$ são os candidatos (fornecedores) para a seleção.

- d é a demanda de produtos do tipo pt . Esta demanda é suposto ser estável ou porque estamos no nível de projeto do sistema e as demandas são previstas, ou estamos monitorando o sistema e as demandas são conhecidas.

- $l_{v,pt,i}$, $pt = 1, \dots, PT$; $v = 1, \dots, V$; $i = 0, 1, \dots, n_v - 1$. Este parâmetro é a quantidade mínima de tipo de produto pt a ser pedido ao vendedor v para começar a pagar o $(i+1)$ ésimo preço unitário para $i < n_v$. Definimos $n_{v,pt,0} = 0$. Aqui, n_v é o número de diferentes níveis de preços para o tipo de produto pt quando comprado do vendedor v .

- $C_{v,pt,i}$, $pt = 1, \dots, PT$; $v = 1, \dots, V$; $i = 0, 1, \dots, n_v - 1$. É o custo por unidade quando i comprando uma quantidade $l_{v,pt,i} \leq q_{v,pt} < l_{v,pt,i+1}$ do tipo de produto pt do vendedor v . Note-se que $l_{v,pt,n} = C_{v,pt,0}$ que significa que o último limite superior de um intervalo é igual à capacidade de produção. Observe que $C_{v,pt,i} \geq C_{v,pt,i+1}$.

- Su_v , $v = 1, \dots, V$, são os custos fixos associados ao monitoramento do fornecedor v .

- $\theta_{v,pt}$, $v = 1, \dots, V$; $pt = 1, \dots, PT$, é o tempo de espera dos produtos do tipo pt quando fornecidos pelo fornecedor v .

- $def_{v,pt}$, $v = 1, \dots, V$; $pt = 1, \dots, PT$, é o percentual de defeitos para produtos do tipo pt quando fornecidos pelo fornecedor v .

- $em_{v,pt}$, $v = 1, \dots, V$; $pt = 1, \dots, PT$, é a quantidade de emissão em g de CO_2 por unidade de produtos do tipo pt quando fornecidos pelo fornecedor v .

- $inc_{pt,v} = 1, \dots, V$; $pt = 1, \dots, PT$, é a relação entre o número de inconsistências sobre o número de entregas de produtos do tipo pt quando entregues pelo fornecedor v . Mais precisamente:

$$inc_{v,pt} = \frac{\sum_{d \in \bar{D}} \{\text{numero de produtos na entrega } d\}}{\sum_{d \in D} \{\text{número de produtos na entrega } d\}}$$

Onde $\bar{D}$ é o conjunto de entregas de produtos do tipo pt do fornecedor v que são inconsistentes com a demanda, e d é todo o conjunto de entregas de produtos do tipo pt do fornecedor v .

- $C_{p,pt,v}$, $v = 1, \dots, V$; $pt = 1, \dots, PT$, é a capacidade de produção do fornecedor v em relação aos produtos do tipo pt .

Além dos parâmetros usados no modelo de seleção de fornecedores, é necessário também identificar as variáveis de decisão usadas no modelo.

3.2 VARIÁVEIS DE DECISÃO

Duas variáveis de decisão serão utilizadas neste modelo. A compensação entre os cinco

critérios apresentados abaixo será alcançada através dos valores atribuídos às variáveis de decisão.

$x_{v,pt,i}$ é o número de produtos do tipo pt fornecidos pelo vendedor v e pagos em preço do i -ésimo nível de preços.

$y_{v,pt} = 1$ se o fornecedor v for selecionado para proporcionar produtos do tipo pt e $y_{v,pt} = 0$, se o fornecedor v não for selecionado.

Como mencionado no início da Seção 4, o modelo leva em conta cinco fatores: a qualidade, consistência das entregas com demandas, o lead time, a emissão de CO_2 e os custos. Podemos expressar esses cinco critérios matematicamente conforme fórmulas 1 a 7, apresentadas a seguir.

3.2.1. QUALIDADE

A medida da qualidade (QAL) é expressa conforme a fórmula 1.

O segundo membro da igualdade é a soma do percentual de defeitos ponderada pelas

quantidades encomendadas. Quanto menor o QAL, melhor a qualidade global resultante da terceirização.

$$QAL = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} \sum_{i=0}^{n_i-1} def_{v,pt} \times x_{v,pt,i} = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} [def_{v,pt} (\sum_{i=0}^{n_i-1} x_{v,pt,i})] \quad (1)$$

3.2.2. CONSISTÊNCIA DE ENTREGAS

Considerando que o parâmetro $inc_{v,pt}$ refere-se as quantidades de produtos individuais, e

não a demanda dos produtos. Como consequência, o critério que mede a consistência (CONS) é semelhante ao QAL:

$$CONS = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} \sum_{i=0}^{n_i-1} inc_{v,pt} \times x_{v,pt,i} = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} [inc_{v,pt} (\sum_{i=0}^{n_i-1} x_{v,pt,i})] \quad (2)$$

Quanto menor o critério consistência de entrega, melhor a consistência da entrega com as exigências da demanda dos produtos.

3.2.3. LEAD TIME

Para medir o tempo de resposta total do sistema (LT), usamos o seguinte critério:

$$LT = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} \sum_{i=0}^{n_i-1} \theta_{v,pt} \times x_{v,pt,i} = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} [\theta_{v,pt} (\sum_{i=0}^{n_i-1} x_{v,pt,i})] \quad (3)$$

O objetivo do modelo é reduzir o *lead time* tanto quanto possível.

3.2.4. EMISSÃO DE CO₂

Para medir emissão de CO₂ total do sistema (EM), usamos o seguinte critério:

$$EM = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} \sum_{i=0}^{n_i-1} em_{v,pt} \times x_{v,pt,i} = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} [em_{v,pt} (\sum_{i=0}^{n_i-1} x_{v,pt,i})] \quad (4)$$

O objetivo do modelo é reduzir a emissão de CO₂ tanto quanto possível.

3.2.5. CUSTO TOTAL

O custo total é a soma de um custo variável que depende da quantidade comprada:

$$VC = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} \sum_{i=0}^{n_i-1} c_{v,pt} \times x_{v,pt,i} \quad (5)$$

Mais um custo fixo para o monitoramento e controle do fornecedor:

$$CC = \sum_{v=1}^V \sum_{pt=1}^{PT} \sum_{i=0}^{n_i-1} Su_v \times (\sum_{pt=1}^{PT} y_{v,pt}) \quad (6)$$

Assim, o custo total de compra é:

$$CT = VC + CC \quad (7)$$

O objetivo do modelo é reduzir o custo total de compra, tanto quanto possível, considerando as restrições de qualidade, consistência de entrega, lead time e emissão de CO₂ de cada tipo de produto.

3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Uma cadeia de suprimentos nacional de um grande fabricante de produtos têxteis decidiu terceirizar a fabricação de alguns produtos

fabricados internamente para fornecedores internacionais (*offshore outsourcing*). Após um levantamento dos possíveis produtos e fornecedores, dois tipos de produtos P1 e P2 e dois fornecedores F1 e F2 foram pré-selecionados.

Os dados de capacidade, em unidades por mês, dos dois fornecedores para a o fornecimento dos dois produtos estão resumidos na tabela 1.

Tabela 1 – Capacidade em unidades dos fornecedores

Produtos/Fornecedores	Fornecedor 1	Fornecedor 2
Produto 1	800	600
Produto 2	900	700

Além disso, dois níveis de custos variáveis para cada tipo de produto, com base no volume máximo e mínimo foram identificados

para cada fornecedor, conforme descrito na tabela 2.

Tabela 2 – Custos variáveis e quantidades

Fornecedores	Fornecedor 1		Fornecedor 2	
Produtos	Quantidade (Max-Min)	Custo Variável	Quantidade (Max-Min)	Custo Variável
Produto 1 (Max.)	100	\$10	900	\$7
Produto 1 (Min.)	80	\$12	800	\$8
Produto 2 (Max.)	100	\$11	700	\$7
Produto 2 (Min.)	50	\$14	600	\$9

Além do custo variável unitário de compra de cada produto, existem também um custo fixo por unidade associado com o monitoramento

de cada fornecedor que é de \$200 para o fornecedor 1 e de \$150 para o fornecedor 2.

Sabe-se que a demanda total de cada produto, em unidades é $d_1 = 600$ e $d_2 = 1000$, e que o tempo de entrega, em horas por

unidades dos produtos (P1 e P2) fornecidos de cada fornecedor (F1 e F2) são resumidos na tabela 3.

Tabela 3 – Tempo de entrega de cada produto

Produtos/Fornecedores	Fornecedor 1	Fornecedor 2
Produto 1	1	3
Produto 2	2	4

O índice de qualidade com base no percentual de defeitos de cada produto de cada fornecedor está resumido na tabela 4.

Tabela 4 – Percentual de Qualidade por produto e fornecedor

Produtos/Fornecedores	Fornecedor 1	Fornecedor 2
Produto 1	94%	95%
Produto 2	90%	94%

A consistência de entregas em relação a demanda dos fornecedores baseado no percentual de consistência da entrega em

relação ao pedido para cada produto estão resumidas na tabela 5.

Tabela 5 – Consistência de entrega por produto e fornecedor

Produtos/Fornecedores	Fornecedor 1	Fornecedor 2
Produto 1	95%	94%
Produto 2	98%	97%

Além dos quatro critérios de seleção de fornecedores tradicionais apresentados acima, também foi considerado um critério ecológico relacionado à emissão de g CO₂ por unidade de produtos na manufatura e

transporte dos produtos de cada fornecedor até o comprador. Os valores de emissão em g de CO₂ por unidade, estão resumidos na tabela 6.

Tabela 6 – Emissão g de CO₂ por unidade de produto

Produtos/Fornecedores	Fornecedor 1	Fornecedor 2
Produto 1	3%	3%
Produto 2	4%	2%

A partir dos dados dos critérios apresentados acima, e, usando o modelo analítico multicritério para seleção de fornecedores desenvolvido na seção 3, foi possível determinar a quantidade para cada um dos produtos a serem adquiridos de cada

fornecedor, conforme apresentado na seção 5.

5. PARÂMETROS E RESULTADOS DO CASO

Considerando os dados apresentados na seção 4 e o modelo matemático multicritério introduzido na seção 3, podemos modelar o problema como segue.

Considerando que os valores dos parâmetros de capacidade dos fornecedores para cada produto são:

$Cp_{1,1} = 800$ unidades

$Cp_{2,1} = 600$ unidades

$Cp_{1,2} = 900$ unidades

$Cp_{2,2} = 700$ unidades

Os parâmetros de custo variável (c), baseado a quantidade máxima e mínima (l), considerando que $l_{v,pt,0} = 0$ tanto faz v e pt :

$l_{1,1,1} = 100$ $c_{1,1,1} = \$10$ $l_{2,1,1} = 900$ $c_{2,1,1} = \$7$

$l_{1,1,2} = 80$ $c_{1,1,2} = \$12$ $l_{2,1,2} = 800$ $c_{2,1,2} = \$8$

$l_{1,2,1} = 100$ $c_{1,2,1} = \$11$ $l_{2,2,1} = 700$ $c_{2,2,1} = \$7$

$l_{1,2,2} = 50$ $c_{1,2,2} = \$14$ $l_{2,2,2} = 600$ $c_{2,2,2} = \$9$

Os valores dos parâmetros de custo fixo monitoramento para cada fornecedor são:

$Su_1 = \$200$ e $Su_2 = \$150$

Os parâmetros de valores da demanda de cada produto é:

$d_1 = 600$ unidades e $d_2 = 1000$ unidades

Já os parâmetros do lead time dos fornecedores para cada tipo de produto são:

$\Theta_{1,1} = 1$ hora $\Theta_{2,1} = 3$ horas

$\Theta_{1,2} = 2$ horas $\Theta_{2,2} = 4$ horas

Os parâmetros dos índices de defeitos de qualidade dos fornecedores para cada produto são:

$def_{1,1} = 6 \%$ $def_{2,1} = 5 \%$

$def_{1,2} = 10 \%$ $def_{2,2} = 6 \%$

Os índices de inconsistência dos fornecedores para cada produto são:

$inc_{1,1} = 5 \%$ $inc_{2,1} = 6 \%$

$inc_{1,2} = 2 \%$ $inc_{2,2} = 3 \%$

Os índices de emissão de CO_2 dos fornecedores para cada produto são:

$em_{1,1} = 3 \%$ $em_{2,1} = 3 \%$

$em_{1,2} = 4 \%$ $em_{2,2} = 2 \%$

Com base nos dados acima, com relação ao critério da qualidade a equação para o modelo será:

$$\text{Min QAL} = 6(x_{1,1,1} + x_{1,1,2}) + 10(x_{1,2,1} + x_{1,2,2}) + 5(x_{2,1,1} + x_{2,1,2}) + 6(x_{2,2,1} + x_{2,2,2})$$

Quanto menor o valor desse critério melhor é o resultado.

Com relação ao critério de consistência de entrega em relação a demanda a equação para o modelo será:

$$\text{Min COS} = 5(x_{1,1,1} + x_{1,1,2}) + 2(x_{1,2,1} + x_{1,2,2}) + 6(x_{2,1,1} + x_{2,1,2}) + 3(x_{2,2,1} + x_{2,2,2})$$

Assim como no critério da qualidade, quanto menor o valor desse critério melhor é o resultado.

Com relação ao critério do lead time a equação para o modelo será:

$$\text{Min LT} = 1(x_{1,1,1} + x_{1,1,2}) + 2(x_{1,2,1} + x_{1,2,2}) + 3(x_{2,1,1} + x_{2,1,2}) + 4(x_{2,2,1} + x_{2,2,2})$$

Quanto menor o valor desse critério melhor é o resultado.

Com relação ao critério de emissão de CO₂ a equação para o modelo será:

$$\text{Min EM} = 3(x_{1,1,1} + x_{1,1,2}) + 4(x_{1,2,1} + x_{1,2,2}) + 3(x_{2,1,1} + x_{2,1,2}) + 2(x_{2,2,1} + x_{2,2,2})$$

Quanto menor o valor desse critério melhor é o resultado.

A equação que minimiza o custo total para o modelo será:

Min TC =

$$10x_{1,1,1} + 12x_{1,1,2} + 11x_{1,2,1} + 14x_{1,2,2} + 7x_{2,1,1} + 8x_{2,1,2} + 7x_{2,2,1} + 9x_{2,2,2} + 200(y_{1,1} + y_{1,2}) + 150(y_{2,1} + y_{2,2})$$

Quanto menor o valor desse critério melhor é o resultado.

As restrições de capacidade são:

$$x_{1,1,1} + x_{1,1,2} \leq 800. y_{1,1}$$

$$x_{1,2,1} + x_{1,2,2} \leq 900. y_{1,2}$$

$$x_{2,1,1} + x_{2,1,2} \leq 600. y_{2,1}$$

$$x_{2,2,1} + x_{2,2,2} \leq 700. y_{2,2}$$

As restrições de demanda são:

$$x_{1,1,1} + x_{1,1,2} + x_{1,2,1} + x_{1,2,2} \geq 600$$

$$x_{2,1,1} + x_{2,1,2} + x_{2,2,1} + x_{2,2,2} \geq 1000$$

As condições de contorna das variáveis de decisão são:

$$x_{1,1,1}; x_{1,1,2}; x_{1,2,1}; x_{1,2,2}; x_{2,1,1}; x_{2,1,2}; x_{2,2,1}; x_{2,2,2} > 0$$

As variáveis binárias são:

$$y_{1,1}; y_{1,2}; y_{2,1}; y_{2,2} \begin{cases} 1, & \text{se o produto pt for designado para o fornecedor } v \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Para resolução do problema multicritério temos que, primeiro, converte-lo em um problema de critério único, tratando todos os critérios, exceto um, como restrições. Para o caso foi considerado o critério de custo como o critério principal e os demais critérios como restrições. Os valores de restrição dos demais

critérios (qualidade, consistência de entrega, lead time e emissão CO₂) foram limitados em 100 unidades, 100 unidades, 5000 horas e 5000 gCO₂, respectivamente.

A seguir o modelo foi transformado em modelo de programação mista no solver excel, conforme figura 1.

Figura 1 – Modelo Programação Mista Solver Excel

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para: ☐ Máx. ☒ Mín. ☐ Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

\$N\$22:\$N\$23 = binário
\$Q\$14 <= \$S\$14
\$Q\$15 <= \$S\$15
\$Q\$16 <= \$S\$16
\$Q\$17 <= \$S\$17
\$Q\$20 >= \$S\$20
\$Q\$21 >= \$S\$21
\$U\$24 <= \$W\$24
\$U\$25 <= \$W\$25
\$U\$26 <= \$W\$26
\$U\$27 <= \$W\$27

☒ Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Método de Solução
 Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares.
 Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Os resultados do solver do excel indicam que o custo mínimo da decisão é de R\$13.600, sendo que a empresa deverá comprar apenas 283 unidades do produto 1 ao preço de \$10 por unidade e de 300 unidades do produto 1 ao preço de \$11 por unidade do fornecedor 1. Já do fornecedor 2 o modelo recomenda a

compra de 317 unidades do produto 1 ao preço de \$7 por unidade e de 700 unidades do produto 2 também ao preço de \$7 por unidade. Ou seja, como o modelo tem como objetivo minimizar o custo total, ele escolheu o menor preço de cada produto/fornecedor, conforme descrito na figura 2.

Figura 2 – Resultado do solver excel para o modelo

Variáveis de Decisão:		Restrições:			
		Capacidade			
P111	283	P111+P112	283	<=	800
P112	0	P121+P122	300	<=	900
P121	300	P211+P212	317	<=	600
P122	0	P221+P222	700	<=	700
P211	317				
P212	0				
P221	700				
P222	0				
Y11+Y12	1				
Y21+Y22	1				
		Demanda			
		P111+P112+P211+P212	600	=	600
		P121+P122+P221+P222	1000	=	1000
		Critérios			
Qualidade		$6(x_{1,1,1}+x_{1,1,2})+10(x_{1,2,1}+x_{1,2,2})+5(x_{2,1,1}+x_{2,1,2})+6(x_{2,2,1}+x_{2,2,2})$	100	<=	100
Consistência		$5(x_{1,1,1}+x_{1,1,2})+2(x_{1,2,1}+x_{1,2,2})+6(x_{2,1,1}+x_{2,1,2})+3(x_{2,2,1}+x_{2,2,2})$	60	<=	100
Lead Time		$1(x_{1,1,1}+x_{1,1,2})+2(x_{1,2,1}+x_{1,2,2})+3(x_{2,1,1}+x_{2,1,2})+4(x_{2,2,1}+x_{2,2,2})$	4617	<=	5000
Emissão		$3(x_{1,1,1}+x_{1,1,2})+4(x_{1,2,1}+x_{1,2,2})+3(x_{2,1,1}+x_{2,1,2})+2(x_{2,2,1}+x_{2,2,2})$	3147	<=	5000
Função Objetivo					
Minimizar Z=		R\$ 13.600,00			

Este resultado se deve ao fato de que as restrições impostas ao modelo. Com relação a capacidade, verifica-se que não foram superadas, assim como a demanda máxima imposta. Com relação aos multicritérios para seleção dos fornecedores e a quantidade comprada de cada um, o modelo proposto foi ajustado para aceitar ao critério de índice de qualidade no máximo de 100 unidades de produtos com defeito e que teve como resultado 100 unidades reprovadas por baixa qualidade do produto. Quanto ao critério de consistência de entrega o máximo aceito também foi de 100 unidade dos produtos não entregues conforme o pedido, sendo que nesse critério o desempenho dos fornecedores foi de 60 unidades não entregues. Já no caso do tempo de resposta do fornecedor (lead time), o mesmo foi limitado a 5.000 horas e alcançou 4.617 horas. Por último, no critério emissão de CO₂, foi delimitado em no máximo 5.000g referentes aos processos de manufatura e transporte até a empresa compradora, sendo

que a emissão máxima com o modelo foi de 3.147 g.

6. CONCLUSÕES

Este artigo tem como objetivo apresentar um modelo analítico multicritério para analisar a decisão de escolha de fornecedores com a estratégia de *outsourcing offshore*, incluindo critérios ecológicos. A principal contribuição do trabalho foi apresentar um modelo para a seleção de fornecedores como uma otimização combinatória de múltiplos critérios de forma simultânea, incluindo o critério ecológico de emissão de CO₂. A contribuição gerencial é prover um modelo de seleção de fornecedores fácil de usar considerando a grande necessidade na prática. Por fim, os resultados mostram que essa abordagem tem bom potencial de aplicação prática considerando a necessidade atual de as empresas tomarem decisões baseadas não somente em critérios tradicionais, mas incluindo também critérios ecológicos.

REFERÊNCIAS

- [1]. AGUEZZOUL, A. (2012). Overview on Supplier Selection of Goods versus 3PL Selection. *Journal of Logistics Management*, 1(3): 18-23
- [2]. BAILY, P., FARMER, D., JESSOP, D., & JONES, D. (1998). *Purchasing Principles & Management* (8th ed.). Prentice Hall.
- [3]. CAO, Q.; WANG, Q. (2007). Optimizing vendor selection in a two-stage outsourcing process. *Computers & Operations Research*, 34:3757 – 3768
- [4]. CHOPRA, S.; MEINDL, P. (2013). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação. In *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação*. Pearson Prentice Hall.
- [5]. DAHEL, N.E. (2003). Vendor selection and order quantity allocation in volume discount environments. *Supply Chain Management*, 8(3/4):35–42.

- [6]. DEGRAEVE, Z., ROODHOOFT, F., VANDOVEREN, B. (2005) The use of total cost of ownership for strategic procurement: a company-wide management information system. *The Journal of the Operational Research Society*, 56(1):51–9.
- [7]. DOLGUI, A.; PROTH, J.M. (2008). *Supply Chain Engineering: Useful Methods and Techniques*. Springer-Verlag London Limited.
- [8]. DOMBERGER S., JENSEN P.H., STONECASH R.E. (2002). Examining the magnitude and sources of cost savings associated with outsourcing. *Public Performance and Management Review*, 26(2):148.
- [9]. FARIA, P.O.; VANALLE, R.M. (2006). Critérios para a Seleção de Fornecedores: Uma Análise das Práticas de Grandes Empresas Industriais do Estado do Espírito Santo. *Anais XXVI ENEGEP*, Fortaleza, CE, 9 a 11 de Outubro de 2006.
- [10]. GHODSYPOUR S.H., O'BRIEN C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International Journal of Production Economics*, 73(1):15–27.
- [11]. GOLINI, R.; KALCHSCHMIDT, M. (2011). Moderating the impact of global sourcing on inventories through supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 86–94.
- [12]. GOVINDAN, K.; RAJENDRAN, S.; SARKIS, J.; MURUGESAN, P. (2015). Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 98, 66–83.
- [13]. GREGORY, R.E. (1986). Source selection: a matrix approach. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 24–9.
- [14]. HANDFIELD R.B., RAGATZ G.L., PETERSEN K.J., MONCZKA R.M. (1999). Involving suppliers in new product development. *California Management Review*, 42(1):59–72.
- [15]. HUMPHREYS, P., MCIVOR, R., CHAN, F., (2003). Using case-based reasoning to evaluate supplier environmental management performance. *Expert Systems with Applications*, 25:141–153
- [16]. KOTABE, M., & OMURA, G. S. (1989). Sourcing strategies of European and Japanese multinationals: A comparison. *Journal of International Business Studies*, 20(1):113–130.
- [17]. KUMAR M., VRAT P., SHANKAR R. (2004). A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, 46(1):69–85.
- [18]. LIU F., DING F.Y., LALL V. (2000). Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(3):143–50.
- [19]. MONCZKA R.M., TRECHA S.J. (1988) Cost-based supplier performance evaluation. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 2–7.
- [20]. MURRAY, J. Y., KOTABE, M., & WILDT, A. R. (1995a). Strategic and financial performance implications of global sourcing strategy: A contingency analysis. *Journal of International Business Studies*, 26(1): 181–202.
- [21]. MURRAY, J. Y., WILDT, A. R., & KOTABE, M. (1995b). Global sourcing strategies of US subsidiaries of foreign multinationals. *Management International Review*, 35(4): 307–324.
- [22]. MURTHY N.N., SONI S., GHOSH S. (2004). A framework for facilitating sourcing and allocation decisions for make-to-order items. *Decision Sciences*, 35(4):609–27.
- [23]. NUNES, M.P; TONDOLO, V. A. G; STREINBRUCH, F. K. (2012). Aprendendo por meio da operação offshore – Uma análise da realidade das empresas brasileiras. *Revista Gestão Contemporânea*, Porto Alegre, 9(11):7–34.
- [24]. SHARMA D., BENTON W.C., SRIVASTAVA R. (1989). Competitive strategy and purchasing decisions. In: *Proceedings of the 1989 annual conference of the decision sciences institute*, 88–90.
- [25]. SNIR E.M., HITT L.M. (2004). Vendor screening in information technology contracting with a pilot project. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 14(1):61–88.
- [26]. WEBER C.A., CURRENT J.R., DESAI A. (2000). An optimization approach to determining the number of vendors to employ. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2(5):90–98.
- [27]. WIND, Y., ROBINSON P.J. (1968). The determinants of vendor selection: the evaluation function approach. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 29–41.
- [28]. YEY, W.C., CHUANG, M.C. (2011). Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems. *Expert Systems with Applications*, 38:4244–4253.
- [29]. ZHU J.A. (2004). buyer-seller game model for selection and negotiation of purchasing bids: extensions and new models. *European Journal of Operational Research*, 154(1):150–6.

CAPÍTULO 18

ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA DE PNEUMÁTICOS APLICADA NO PONTAL DO PARANAPANEMA

Lucas da Silva Pereira

Resumo: Os resíduos sólidos são preocupação constante entre as autoridades e empresas, em especial as que por conta de sua atividade acabam por gerar tais resíduos, diante disso paira o questionamento quanto ao grau de responsabilidade de todos os envolvidos poder público, empresas e sociedade civil. Dentre os resíduos sólidos o presente trabalho estudou os pneumáticos sobre a ótica da logística reversa. Em outras palavras o projeto objetivou estudar o descarte de pneus inservíveis na região do Pontal do Paranapanema. Para atingir tal desígnio usou-se vários procedimentos metodológicos, dentre eles: pesquisa de campo composta por entrevistas e observações, além de uma ampla pesquisa bibliográfica. Ao final de todos os estudos foi possível identificar a aplicação da logística reversa na gestão de pneus inservíveis, bem como compreender a importância e as dificuldades desta política pública, além de ter uma concepção do impacto que tal resíduo causa ao meio ambiente, podendo ser uma pesquisa aplicável as demais regiões do país, visto que a problemática não está restrita exclusivamente a região de estudo.

Palavras-Chave: Logística Reversa, Gestão Ambiental, Descarte de Pneus Inservíveis e Preservação do Pontal do Paranapanema

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Atualmente, no Brasil, grande parte da poluição se deve ao modal de transporte rodoviário, utilizado tanto para transportar pessoas, quanto produtos de modo geral, que consomem substâncias poluidoras como combustíveis, peças e pneus.

Além dos transportes, o uso dos veículos particulares, alavancados nos últimos anos principalmente por conta do aumento do poder aquisitivo dos brasileiros, ocasionam mais poluição e são pouco efetivos, visto que a maioria realiza deslocamento de poucas pessoas por vez.

Estes fatores, segundo a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP) agiram como propulsores do crescimento contínuo do consumo de pneus. A associação estima que em 2013 foram produzidos cerca de 68,8 milhões de unidades, corroborando as informações mencionadas no parágrafo anterior, sendo a maior produção relacionada a veículos de passeios, (46% de toda a produção).

Mediante este cenário, faz-se uma reflexão sobre a destinação destes pneus ao final da vida útil, pois caso não sejam recolhidos e tratados resultarão em problemas ambientais gravíssimos, solucionáveis apenas em longo prazo. Dessa forma, há uma contraposição entre consumo X preservação e entre mobilidade x meio ambiente.

O problema central da pesquisa leva em conta que estes passivos ambientais impactam negativamente a do Pontal do Paranapanema, caracterizada principalmente por sofrer forte devastação florestal a partir de 1950, tornando-a uma grande área de monocultivos (VALLADARES-PADUA et al., 2002).

O objetivo da pesquisa foi analisar o emprego da logística reversa aplicada a pneumáticos no Pontal do Paranapanema com base na resolução 416/2009 do CONAMA, observação dos descartes de pneus inservíveis na região de estudo, entrevista com os geradores deste tipo de resíduo e entrevista com responsáveis pelo único ecoponto da região situado em Presidente Prudente –SP.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 LOGÍSTICA

A logística é abordada por alguns autores como um novo conceito empresarial e elencada como um dos principais fatores responsáveis pela competitividade. Contudo, a essência desta área de conhecimento é antiga. Para Christopher (2009, p. 2) ela data “desde a época da construção das pirâmides” e que “os princípios que fundamentam o fluxo eficiente de materiais e de informação para atender às exigências dos clientes pouco mudaram”. O autor ressalta ainda que “ao longo de toda a história da humanidade, guerras têm sido vencidas e derrotadas pelas forças e pelas capacidades da logística – ou pela falta delas” Christopher (2009, p. 2).

Ballou (2001) define logística como um processo que envolve planejamento, implementação e controle dos fluxos de forma eficiente, bem como eficaz da organização como um todo, envolvendo a gestão de estoque em processo, matérias-primas, produtos acabados e até mesmo de informações, com uma amplitude que envolve desde a origem até o ponto de consumo. De forma resumida o fluxo logístico direto se apresenta da seguinte forma:

Figura 1 - Processo Logístico Direto

Fonte: CHRISTOPHER, 2009

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010) apresenta logística com este mesmo sentido defendido

por Ballou, mas introduz mais uma informação:

é a parte da gestão da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla a frente, eficiente e eficaz e reverte o fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de cumprir exigências de clientes (grifo do autor).

Ou seja, este “reverter o fluxo” refere-se à logística reversa, que atualmente é imprescindível, visto que o ciclo de vida dos produtos está cada vez mais reduzido, transmitindo às organizações a responsabilidade de recolhimento e descarte correto dos resíduos gerados por seus produtos, levando a logística reversa a se tornar também um fator importante na competitividade organizacional.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é vista por muitos autores como uma subárea da logística, tão importante quanto o próprio fluxo tradicional antes defendido, Rogers e Tibben-Lembke (1999), apud Freire e Guedes (2006) como:

o processo de planejamento, implementação e controle eficientes (inclusive em custos) de matérias-primas, materiais em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo para o ponto de origem para atender às

necessidades de recuperação de valor e/ou obter o descarte correto/controlado.

Rezende (2005) elucida uma vertente deste processo, dando a ele além da importância econômica, a ecológica no processo logístico, graças a outros estudiosos citados por ele, que também visualizaram tal prisma e adicionam a este conceito a reciclagem como STOCK (1998) apud LEITE (2003, p.15-16):

Logística reversa: em uma perspectiva de logística de negócios, o termo refere-se ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura.

A evolução dos estudos destes autores serviram de bagagem para Leite (2003) que apresenta o conceito como :

a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Como explicado à logística reversa é um agregado ao processo logístico convencional, logo este processo se apresenta atualmente da seguinte forma:

Figura 2 - Processo Logístico Reverso

Fonte: CHRISTOPHER, 2009

Conforme o autor anterior, a logística reversa é remetida como uma forma, de suma importância, para gerenciar resíduos sólidos gerados, visto que, segundo ele, agrega valor à organização e o meio ambiente a qual a organização está inserida, apresentando

como uma possível solução a dicotomia produção/poluição ou consumo/preservação, com vistas a reduzir o passivo gerado por pneus inservíveis.

2.3 PNEUMÁTICOS

Os pneus merecem destaque em razão dos impactos sanitários e ambientais, pois conforme Morais e Günther (2002) eles foram criados para durarem longos períodos e suportarem impactos constantes, o que os tornam resíduos de difícil eliminação.

De acordo com o Ambiente Brasil (2004b), a produção mundial de pneus novos está estimada em cerca de 2 milhões de pneus por dia, enquanto o descarte de pneus velhos chega a atingir, anualmente, a marca de quase 800 milhões de unidades.

No Brasil a produção anual de pneus novos é da ordem de 40 milhões de unidades das quais quase a metade é descartada no mesmo período gerando passivo ambiental substancial, visto que estes materiais levam em média 600 anos para degradar-se naturalmente.

O pneu possui como viés negativo o aspecto poluidor, visto que em curto espaço de tempo se torna inservível, pois geralmente percorre 50.000km em cerca de 2 anos e permanece no ambiente segundo Andrietta (2002) 600 anos após seu descarte.

Os pneus não possuem metais pesados em sua composição, porém segundo Rodrigues et al. (2004, apud MOTTA, 2008) quando estes são dispostos a céu aberto podem causar sérios problemas de saúde pública e ambientais.

Loyola (2006) chama atenção para os impactos que este resíduo causa e elenca dentre eles: péssimo aspecto visual, contribuição para acúmulo e reprodução de roedores e insetos vetores de diversas doenças, incluindo dengue, febre amarela, leptospirose e malária, além de obstruem a passagem de água facilitando o risco de enchentes.

A complexidade de destinação final deste resíduo fica evidente quando este autor afirma que pneus não podem ser dispostos em aterros sanitários por conta do seu formato e resistência, o que prejudica a compactação, afofando o solo e comprometendo o aterro.

Vale ressaltar que a queima de pneus gera líquidos que poluem as águas por até 100 anos e cada pneu médio queimado libera cerca de 10 litros de óleo no solo (NOHARA et al, 2006).

2.4 LOGÍSTICA REVERSA APLICADA A PNEUMÁTICOS E LEGISLAÇÃO

Motta (2008) salienta os três possíveis destinos dos pneus inservíveis: podem ser destinados para empresas que realizam a laminação e transformação da borracha em artefatos diversos; triturados e depois encaminhados para empresas produtoras de cimento, para queima nos fornos de clínquer, ou para o Processo Petrosix unidade produtiva de Petróleo Brasileiro S.A (PETROBRAS) que processa xisto betuminoso para obtenção de petróleo bruto; ou ainda podem ser encaminhados para empresas regeneradoras de borracha, que os transforma em pó de borracha.

O CONAMA publicou a Resolução nº 258 de 26 de agosto de 1999, obrigando as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos a coletar e dar destinação final apropriada aos pneus inservíveis existentes no território nacional.

Quanto à destinação correta de pneus inservíveis é apresentado pela Resolução nº 416 (2009, p.2), como:

Procedimentos técnicos em que os pneus são descaracterizados de sua forma inicial, e que seus elementos constituintes são reaproveitados, reciclados ou reprocessados por outra técnica admitida pelos órgãos ambientais competentes, observando a legislação vigente e normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (ANIP), entidade que representa os fabricantes de pneus novos instalados no país, para atender a Resolução 258/99 do CONAMA, implementou em 1999, o programa destinado à coleta e à destinação adequada dos pneus que não servem para o uso e para o processo de reforma.

Este programa culminou na implantação de um Ecoponto na região do Pontal, localizado em Presidente Prudente, porém tal ação não se mostra eficaz, visto que o próprio Ministério do Meio Ambiente (2007) reconhece tal problema.

Por outro lado segundo declarações do Sr. Vilien Soares, diretor geral da ANIP:

existem dificuldades naturais de uma logística complexa para coleta de pneus velhos num país de extensão territorial como o nosso, a

preocupação da ANIP em investir no Programa de Coleta e Destinação de Pneus para conquistar novas parcerias que possibilitem o crescimento dos pontos de coleta e o surgimento de novas formas de destinação favoráveis ao meio ambiente (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS, 2007).

3 PROBLEMÁTICAS

A problemática central do projeto é a destinação de pneus inservíveis no Pontal do Paranapanema, o que desencadeia problemas graves como proliferação de vetores de várias doenças, aspecto visual desagradável, propiciam enchentes ao impedir o escoamento de água, provocam afofamento do aterro sanitário e ainda a queima leva a liberação de produtos nocivos ao solo e a água.

4 HIPÓTESES

A inexistência de uma política pública que abranja todo o Pontal, no que diz respeito à destinação correta de pneus.

Ausência de campanhas de conscientização e fiscalização dos fundos de vales e terrenos baldios.

Falta de opção aos pequenos empresários no enquadramento a resolução nº 416/2009 do CONAMA.

Ausência da aplicação da logística reversa de forma eficaz para o recolhimento e a destinação correta dos pneus.

5 METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se pesquisa de caráter exploratória, com vista a possibilitar melhor delineamento do problema (NOHARA; ACEVEDO, 2006). Esta se fundamentou em análises bibliográficas para gerar embasamento conceitual por meio da leitura de revistas, livros e artigos acadêmicos sobre as temáticas, logística reversa de

pneumáticos, gestão integrada de resíduos sólidos, políticas públicas e outras que se mostraram imprescindíveis ao andamento do projeto (LAKATOS; MARCONI, 2001) para compreender os impactos gerados pelo descarte inadequado de pneus inservíveis.

Na etapa subsequente houve a retomada da pesquisa bibliográfica, porém com um viés de desvendar as destinações corretas de pneus inservíveis, bem como compreender como este resíduo pode ser reaproveitado e inserido novamente a cadeia de consumo.

Em seguida se iniciou uma pesquisa de caráter descritiva, que para Goldenberg (2002, p.14) é metodologia utilizada quando a preocupação do pesquisador é com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, ou de uma organização, neste caso específico restrito aos principais envolvidos na cadeia produtiva de pneumáticos.

Portanto, houve a pesquisa de campo nos municípios pertencentes à UGRHI 22 para investigar a destinação dada aos pneus inservíveis. Em um primeiro momento a pesquisa de campo foi conduzida por meio de observação das cidades da região em estudo, com visitas aos municípios.

Posteriormente, foi selecionado o público que possui grande contribuição com a geração deste passivo ambiental, abrangendo borracharias e lojas que comercializam pneus. Para estes atores foi aplicado questionário com questões abertas:

O Senhor (a) conhece a resolução nº 416/2009 do CONAMA que determina a logística reversa de pneus inservíveis?

Os fabricantes de pneus têm oferecido este serviço ao seu estabelecimento?

Qual a destinação dada aos pneus que necessitam ser descartados?

Este questionário foi aplicado no máximo a três estabelecimentos de forma aleatória em cada município listados no mapa abaixo no período de maio a junho de 2017:

Figura 3–Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI-22

Fonte: CBH-PP, 2011.

Para municípios que possuíam menos de três empresas, o questionário foi aplicado apenas as que haviam na cidade, o que foi observado em Piquerobi, Anhumas, Indiana e demais cidades com menor número de habitantes.

Importante ressaltar que durante as visitas houve busca por locais de destinação de pneus inservíveis localizados nas cidades pertencentes a esta abrangência. Por fim, durante a condução do trabalho foi verificada a necessidade de entrevistar o gestor do Eco ponto de Presidente Prudente, visto que esta unidade foi citada diversas vezes pelos profissionais entrevistados.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Todas as literaturas consultadas são unânimes e afirmam que o pneu é um problema tanto pela resistência dos materiais empregados, quanto pela quantidade produzida e que são descartados, na maioria das vezes, de forma incorreta. Todos os autores elencam problemas em comum, que se mostraram presentes na região de estudo.

De acordo com as fontes bibliográficas consultadas, o pneu descartado em sua forma original no meio ambiente gera degradação do aspecto visual e se transforma em criadouros para diversos vetores de doenças que afetam humanos, incluindo dengue, zika, chikungunya, febre tifoide, cólera, leptospirose, disenterias, esquistossomose, hepatite e outras, indicando que além do problema ambiental há também problemas de saúde pública.

O problema pode ser agravado quando os pneus são queimados, posto que o poder poluidor é aumentado, provoca a poluição do ar com emissão de gases tóxicos e o óleo liberado pela queima polui o solo, águas e pode ser espalhado por córregos ou lençol freático.

Quando os pneus são destinados sem o devido tratamento ao aterro sanitário ou aterro controlado, podem comprometer todo o espaço, visto que sua forma impossibilita a correta compactação do solo, reduz a capacidade do aterro e, em alguns casos, leva ao desmoronamento.

Os estudiosos consultados afirmam que a destinações corretas deste resíduo é a reinserção no processo de consumo, atribuindo aos materiais que o compõe, vida mais longa e reduzindo a extração de novas matérias primas, como a borracha. Muitos autores elencam a trituração como processo inicial de qualquer que seja a destinação, podendo ser posteriormente utilizado para produção de calçados, pisos de borracha antiderrapante, pisos para absorção de impactos, composição para grama sintética, etc. Alguns autores com visão social afirmam que estes podem ser utilizados para geração de renda, transformando os pneus em artesanato.

Em visita aos municípios pertencentes à região de estudo foi possível notar que, atualmente, existe preocupação dos geradores dos resíduos em aplicar e seguir uma política pública capaz de solucionar o problema de forma eficaz, porém apenas esta preocupação não tem gerado resultados

expressivos na preservação do Pontal, visto que não há na região local adequado para descarte dos pneus, com exceção de Presidente Prudente. Esta observação confirma a hipótese da inexistência de uma política pública para o Pontal no que diz respeito à destinação correta de pneus.

Por meio da entrevista com os proprietários das empresas, ficou claro que apenas a resolução 416/2009 do CONAMA não se mostra minimamente eficaz para a preservação do meio ambiente local, visto que sua aplicabilidade é inviável a empresários geradores de resíduos de menor expressão, como borracheiros e lojas de pneus de porte pequeno, pelo fato das indústrias não destinarem veículos para realizar coletas e eles não dispõem de recursos financeiros suficientes para realizar a entrega dos resíduos. A única opção que lhes resta é se deslocar ao município de Presidente Prudente para entregar os pneus ao Ecoponto da cidade.

Apesar de muitos lojistas afirmarem realizar tal procedimento o aspecto visual tem mostrado o contrário, visto que é comum nas rodovias, inclusive em espaços ainda urbanos, acúmulos de pneus, o que corrobora a hipótese levantada ao início do trabalho que diz respeito à ausência de campanhas de conscientização e fiscalização. A inviabilidade da entrega dos pneus ao Ecoponto se deve ao fato da distância, visto que há cidades com até 200 quilômetros de distância de Presidente Prudente que pertencem ao Pontal do Paranapanema.

Com o desenvolvimento do trabalho o único local identificado para coleta de pneus no Pontal do Paranapanema é o Ecoponto de Presidente Prudente, atualmente gerido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, que autorizou a entrevista do gestor da unidade com o intuito de obter informações sobre o funcionamento atual desta repartição.

Segundo o entrevistado o Ecoponto atualmente exerce apenas a função do que ele nomeou de “Ecotransbordo”, visto que não há mais a estocagem de pneus, apenas a transferência de um veículo que chega para realizar o descarte, e outro que após carregar o transposta para uma empresa localizada no

município de Campinas-SP, para serem queimados em caldeira.

O gestor corrobora o que foi afirmado por alguns geradores de resíduos das cidades visitadas e afirma que recebe pneus de cidades vizinhas, objetos desta pesquisa (Pontal do Paranapanema), incluindo Sandovalina, Pirapozinho e Tarabai, entre outras. Este recebimento ocorre cerca de uma vez a cada três meses, visto que são poucos os estabelecimentos com conscientização ambiental, o que leva automaticamente a acreditar que a maioria realiza descarte de forma incorreta, conforme também comprovado em visita aos municípios.

O Ecoponto não se responsabiliza pela coleta, cabendo ao empresário contatá-lo para saber qual horário e data o caminhão estará presente para realizar a transferência do resíduo, que mensalmente gira em torno de 12.780 pneus.

7 CONCLUSÃO

Os dados apresentados corroboram a poluição causada pelos pneus, além disso dissipa a dúvida de existência à tentativa da aplicação da logística reversa, porém a retirada deste do meio ambiente não ocorre de forma eficaz por conta da ausência dos gestores públicos e das empresas determinadas como responsáveis pela coleta segundo a resolução 416/2009 do CONAMA.

Os geradores de resíduos mais conscientes têm se empenhado para dar destinação correta aos pneus, porém com a atual destinação há o desperdício de recursos que poderiam ser reaproveitados, e não apenas incinerados em caldeiras.

Mediante a reflexão proporcionada pelo trabalho é possível chegar à percepção da inércia do poder público, e este, quando tenta ajudar acaba por contribuir para o desperdício de recursos, evidenciando do ponto de vista de gestão, a incompetência e despreocupação com o meio ambiente, pois tais recursos poderiam ser reinseridos na cadeia de consumo, dando luz a novos produtos, gerando emprego e renda, reduzindo doenças, bem como mitigação da extração dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- [1]. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR nº 9.896. Glossário de poluição das águas. Rio de Janeiro, Ago, 1993.
- [2]. ALY, O. Pneus Inservíveis. São Paulo: Editora Abes, 2006.
- [3]. AMBIENTE BRASIL. Reciclagem. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&cont_eudo=.residuos/reciclagem/pneus.html>. Acesso em 20 abr. 2017b.
- [4]. ANDRIETTA, A. Pneus e o Meio Ambiente: Um grande problema requer uma grande solução. 2002. Disponível em: <<http://docslide.com.br/download/link/pneus-e-meio-ambiente>>. Acesso em: 28 abr. 2017.
- [5]. ANIP-Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos. Produção da Indústria Brasileira de Pneus em 2013. Disponível em: <http://www.anip.com.br/?cont=conteudo&area=32&titulo_pagina=Produ%E7%E3o> Acesso em: 23 abr. 2017.
- [6]. BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- [7]. CHRISTOPHER, Martin. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- [8]. Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema. Disponível em: <<http://paranapanema.org/ugrh/comites/sp/cbhp/apresentacao/>>. Acesso em: 29 abr. 2017.
- [9]. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 416 de 01 de outubro de 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=616>> Acesso em: 06 mai. 2017.
- [10]. CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 28 abr. 2017.
- [11]. COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. Supply chain and logistics terms and glossary. Disponível em: <<http://www.cscmp.org>>. Acesso em: 26 abr. 2017.
- [12]. CRAIDE, Sabrina. Proposta de política nacional busca agregar valor aos resíduos sólidos. Agência Brasil. Radiobrás. 23 de setembro de 2007. Disponível em: <<http://www.dci.com.br/economia/proposta-de-politica-nacional-busca-agregar-valor-aos-residuos-solidos-id120796.html>>. Acessado em 31 abr. 2017.
- [13]. D. S. Rogers e R. S. Tibben-Lembke. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices – University of Nevada, 1998. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/imagens_intranet/files/logistica_reversa.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.
- [14]. DORNIER, P. P., ERNST, R., FENDER, M., & KOUVELIS, P. 2000. Logística e operações globais. São Paulo: Atlas, 2000.
- [15]. FREIRES, F., G., M.; GUEDES, A., P., S.. A gestão do sistema logístico inverso para pneus-resíduo e sua relação com a eficácia e eficiência. Fortaleza: ABEPRO, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2006_TR450302_8736.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2017.
- [16]. GIL, Antônio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [17]. GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2002.
- [18]. LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- [19]. LEITE, Paulo Roberto. Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- [20]. LOYOLA, Conrado. Descarte inadequado de pneus gera prejuízos à sociedade. Instituto Akatu. 16/08/2006. Disponível em www.akatu.org.br. Acessado em: 24 abr. 2017.
- [21]. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Pneus: um problema ambiental e de saúde pública. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sqa/prorisc/index.cfm?submenu=10>>. Acesso em: 19 abr. 2007.
- [22]. MORAIS, C. M. P., GÜNTHER, W. M. R. Descarte de pneus inservíveis: um problema na grande São Paulo. XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002.
- [23]. MOREIRA, Antônio Cláudio M. L. Conceitos de ambiente e impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano. Disponível em: <<http://lproweb.procempa.com.br>>. Acesso em: 18 abr. 2017.
- [24]. MOTTA, F. G. 2008. A Cadeia de Destinação de Pneus Inservíveis – O Papel da Regulação e do Desenvolvimento Tecnológico. Ambiente & Sociedade, XI (n. 1), 167-184.
- [25]. NOHARA, Jouliana Jordan; ACEVEDO, Claudia Rosa; PIRES, Bely; CURSINO, Renato. Resíduos sólidos: passivo ambiental e reciclagem de pneus. Revista Theseis. Faculdade Cantareira, v.3, n.5, p. 21-57, 2006.
- [26]. REZENDE, A.C.S. Entenda a Logística. Log & MAN Logística, São Paulo, v.26, n.174, p.56-57, mar 2005.

[27]. SILVA, Fabiano Tenutada. O caso dos pneus inservíveis no Brasil. In: I Congresso Acadêmico sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: EBAPE-FGV. Dezembro, 2004.

[28]. VALLADARES-PÁDUA, C. et. al., Módulos Agroflorestais na conservação de fragmentos florestais da Mata Atlântica. Revista Experiências PDA. Brasília, 2002.

APÊNDICE

Figura 1 Foto de pneu descartado no Morro do Diabo

CAPÍTULO 19

TRANSIÇÃO SÓCIOTÉCNICA, VALOR TRANSACIONAL E RELACIONAL NA CADEIA PRODUTIVA

Nilda dos Santos

Resumo: O presente trabalho tem o objetivo de discutir o processo de transição sóciotécnica e a relação de valor transacional e valor relacional na cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia. O processo de transição é uma oposição ao regime dominante para modelos de comportamentos mais sustentáveis, numa perspectiva multinível de ação entre os atores envolvidos. Nas relações interorganizacionais, como as cadeias produtivas o processo de transição sóciotécnica é de contínua aprendizagem e se efetiva a partir do momento que tal relação interorganizacional é capaz de se solidificar e criar valor para cadeia e para os atores envolvidos. Compreendendo o regime sóciotécnico da cadeia produtiva, qual a influência do valor transacional e relacional para o processo de transição da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia? Como a cadeia produtiva da piscicultura está estruturada no estado Rondônia? A partir da aplicação de questionários fechados com escala *Likert*, foi possível constatar que o regime sóciotécnico da cadeia produtiva está fase de consolidação e que os relacionamentos estabelecidos entre os elos da cadeia favorecem o processo de transição.

Palavras-chave: transição sócio-técnica, valor transacional, valor relacional

1 INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados a sustentabilidade, seja no âmbito da academia ou âmbito político tem sido realizado visando reduzir cada vez mais o ceticismo sobre a necessidade de mudanças práticas e a adoção de comportamentos mais sustentáveis. Com isso, percebe-se que se faz necessário a transição para novos modelos de comportamento de maneira a contribuir efetivamente para a sustentabilidade e nesse viés, a inovação pode contribuir diretamente para inserção de soluções numa perspectiva de mudanças.

A busca por um futuro mais sustentável perpassa por um caminho de transição e baseia-se numa perspectiva multinível que considera as influências diretas sobre toda a sociedade (GEELS, 2002; 2011; SMITH; VOB; GRIN, 2010). Em meio a estas discussões, a transição sócio-técnica representa uma forma estável e dominante de se realizar mudanças sistêmicas a partir de um processo contínuo. Os regimes sóciotécnico fazem parte de uma perspectiva de atuação de multi-atores que se envolve na chamada perspectiva multinível (PMN) (GEELS, 2011).

De acordo com Markard, Raven e Truffer (2012) os estudos relacionados a transição sóciotécnica tem ganhado bastante ênfase nos países europeus, mas tem se expandido no seu campo teórico.

Diante dessas considerações, este estudo busca refletir sobre o processo de transição sócio técnica na cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia a fim de verificar as possibilidades de interação entre a temática transição sóciotécnica e cadeia produtiva sob viés de criação de valor relacional e transacional. Enquanto relacionamento interorganizacional, as cadeias produtivas baseiam-se numa perspectiva de valor que serve de base para sua manutenção e solidificação.

Assim, emergem algumas questões importantes, tanto do ponto de vista teórico como prático. Entendendo a cadeia produtiva como regime sóciotécnico, qual a influência do valor transacional e relacional para o processo de transição da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia? Como a cadeia produtiva da piscicultura está estruturada no estado Rondônia?

Procurando responder a estes questionamentos, este artigo visa analisar o

processo de transição do regime sócio técnico da cadeia produtiva da piscicultura por meio dos seus elos de relacionamentos.

Para a realização desta pesquisa foi realizada uma busca no indexador Scielo para verificar a publicação de artigos alinhadas aos termos “transição”, “sóciotécnica”, “cadeia produtiva” e “valor relacional e transacional”, selecionando-se os artigos com as melhores classificações. Por meio do método dedutivo, a pesquisa de caráter qualitativa foi realizada por meio de amostra aleatória durante a realização da sexta edição do evento “Rondonia Rural Show”.

O presente artigo foi dividido quatro etapas, no qual discute-se inicialmente os fundamentos e processo de transição sóciotécnica, seguido dos aspectos relacionados ao valor relacional e transacional na cadeia produtiva, na segunda etapa apresenta-se os procedimentos metodológicos, seguido pela apresentação e discussão dos resultados e por fim as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo visa discutir visões e perspectivas teóricas que embasam a construção do presente artigo. Buscou-se estruturar os tópicos a partir da evolução teórica abordada, delimitando inicialmente os conceitos acerca da transição sóciotécnica com bases nas premissas expostas por GEELS (2002; 2010; 2011) KEMP; ROTMANS (2010), LAWHON e MURPHY (2012), SMITH e STIRLING (2008), MARKAD et al (2012), entre outros. A seguir discute-se a abordagem teórica a respeito do valor transacional e valor relacional na cadeia produtiva tendo por sustentação autores como BEGNIS (2007), BEGNIS et al (2006, 2011), LOWENDAHL E REVANG (1998), PROCHNIK e HAGUENAUER (2002), PORTER (1989), entre outros que discutem o processo de formação de valor na cadeia produtiva.

2.1 TRANSIÇÃO SÓCIOTÉCNICA

A perspectiva de estudo da transição sóciotécnica requer análise multidimensional haja vista que sua concepção ontológica pode ser vislumbrada por meio de ângulos de vários campos de estudo. Em cada área pressupõe-se fundamentos diversos com características e relações distintas, de forma

que o termo transição possa ser aplicado em diversos estudos, incluindo “transições de classes sociais, transições pós-socialistas, transições biológicas e evolutivas e transições para sustentabilidade” (LAWHON e MURPHY, p. 356, 2012).

Segundo Geels (2010) o tema “transições sóciotécnica” relaciona-se com os estudos sobre inovação, caracterizado por Schumpeter (1934) como processo multidimensional. Schumpeter (1934) argumenta que a inovação e o processo de mudança dar-se-á por meio de um espiral de atração mútua (clusters) onde um empreendedor de sucesso atrai outro empreendedor e dessa forma, são multiplicados os efeitos da ação. Para a economia neoclássica, o conceito de transição sóciotécnica está relacionado com as mudanças ocorridas na estrutura econômica. (GEELS, 2010)

Lawhon e Murphy (p. 357, 2012) considera como sistemas sóciotécnicos os sistemas organizados, “transformados e reproduzidos por múltiplos tipos de atores e instituições operando dentro ou fora de uma sociedade e em diferentes níveis”. Ainda na visão do autor, as transições se dá quando há uma interrupção ou uma quebra no sistema transformando-se em uma nova estrutura de sistema.

A transição sóciotécnica pode ser constitutivamente definida como um processo não linear, gradativo e de longo prazo. Tal processo inclui um conjunto de mudanças estruturais, conectadas e multidimensionais em tecnologia, economia, instituições, cultura, comportamentos, ecologia e sistemas, por meio de modos de produção e consumo mais sustentável (SMITH e STIRLING, 2008; GEELS, 2010, 2011, KEMP; ROTMANS, 2010, MARKAD et al 2012,). Smith e Stirling (2008) acresce ainda, que o processo de transição sócio- técnica é um conjunto de processos que levam a uma mudança fundamental nos sistemas sóciotécnicos. Esse é um dos pontos em que as transições sóciotécnicas diferem-se das transições tecnológicas que tendem a ser mais rápidas.

Por ser de longo prazo, o processo de transição passa por fases, desde o seu pré-desenvolvimento, aceleração até chegar a

fase de estabilização, que é a fase que os regimes se transformam, se modificam para formar novos regimes sóciotécnico.

Para Markard, Raven e Truffer (2012, p. 956), “as transições sóciotécnicas diferem da transição tecnológica, pois incluem mudanças nas práticas dos usuários e na estrutura institucional (regulatória e cultural), para além da dimensão tecnológica”. Corroborando com esse pensamento, Smith Voß e Grin (2010), ressaltam que as configurações sóciotécnicas em regimes próprios de mudança são definidos como a forma estável e dominante de efetivar certa função social. Essa definição auxilia na compreensão das transições para a sustentabilidade dentro de uma lógica de mudanças sistêmicas a partir de um processo contínuo (GEELS, 2011).

Os problemas ambientais e discussões acerca do tema principalmente a partir da década de 1980 e 1990, exigiram transições substanciais sobre o modo ser e agir nas décadas subsequentes. Nesse sentido, a transição sóciotécnica ou transição para a sustentabilidade implicou não somente o uso de novas tecnologias (transição tecnológica), mas a alteração de mercados, práticas, políticas e culturas. A transição para a sustentabilidade pode ser entendida como uma nova visão para a solução de problemas e preocupações da sociedade, numa perspectiva multinível e complexa (GEELS, 2010). As reconfigurações sóciotécnica levam ao entendimento de que o todo é resultado do trabalho das partes gerando um novo contexto.

Na perspectiva multinível (PMN) as ações são realizadas por atores diferentes em busca de novos arranjos sóciotécnico e estes impactam a sociedade. O processo de transição contribui para a criação de novos contextos e por isso podem alterar o regime utilizado, conforme pode ser observado na figura 2. Colaborando com esse pensamento, Geels (2002) afirma que a cada nível de transição, seja ele micro, meso ou macro, as configurações sóciotécnicas sinalizam para os regimes reais dentro de um determinado contexto de transição e estas mudanças que ocorrem com a inserção de inovações nas relações, pode ser compreendida pela sociedade.

Figura 2 – Processo de transição sob a perspectiva multinível

Fonte: Traduzido de GEELS (2002)

O regime sócio-técnico é o nível médio da perspectiva multinível e funciona como um elo de comunicação entre os níveis macro (paisagem sócio-técnica) e o nível micro (nichos tecnológicos). Os estudos apresentados por Geels (2002) demonstram que a transição ocorre quando há o alinhamento entre os três níveis, de forma que eles se reforçam mutuamente. A interação entre os níveis deriva em caminhos diferentes de transição, seja pelo processo de aprendizagem, pela mudança na paisagem sócio-técnica ou mesmo pela desestabilização de um regime para criação de outro.

A governança também é um fator de destaque no processo de gestão da transição pois facilita a evolução de nichos, principalmente onde há regimes sócio-técnicos históricos que sofrem pressão para a mudança (GEELS, 2010; SMITH e STIRLING, 2008). Na visão LAWHON e MURPHY (2012), quando há processo decisório compartilhado com ideias pluralistas e visões partilhadas, o processo de transição tende a ter uma gestão melhor.

O processo de gestão de transição impõe uma visão evolucionista, subdividindo-se em quatro estágios: estruturação de problemas e visão de objetivos, percursos de transição e experiências, aprendizagem e adaptação e por fim, a institucionalização da mudança implementada (KEMP e ROTMANS, 2010; SMITH e STIRLING, 2008).

Estruturação de problemas e visão de objetivos: os participantes associados ao regime sócio-técnico existente deliberam sobre os problemas e debatem as opções para estabelecimento das metas de longo prazo, os quais se tornam políticas públicas. Ênfase na aprendizagem mútua, consenso e percepção dos problemas. Construção de cenários para desenvolver metas sustentáveis com base na visão sócio-técnica. As visões são provisórias e abertas a revisão.

Percursos de transição e experiências: identificação das vias para o desenvolvimento de práticas sócio-técnicas. Criação e desenvolvimento contínuo de um portfólio de nichos abrangendo diferentes possibilidades.

Aprendizagem e adaptação: Elos essenciais entre os objetivos a longo prazo, os caminhos sócio-técnicos e ações de curto prazo com experimentos de nichos.

Institucionalização da mudança implementada: reconhecido como mais importante e política e economicamente mais difícil. Trata-se da institucionalização de práticas emergente e sustentáveis de regimes sócio-técnicos e exigem reforma política, investimento em infraestrutura, reestruturação de mercado, cidadão mobilizado e mudança no comportamento do consumidor (SMITH e STIRLING, 2008).

Figura 3 - Estágios do processo de transição

Fonte: SMITH e STIRLING (2008)

A figura 3 apresenta didaticamente as etapas de uma transição sócio-técnica, apontando de forma detalhada os quatro estágios descritos por KEMP e ROTMANS (2010) e SMITH e STIRLING (2008). A mudança nos modos de produção e consumo mais sustentáveis requer estudos sobre como promover e a gerir o processo de transição para a sustentabilidade (MARKARD ET AL, 2012). Sob o aspecto da governança, há vários aspectos que desafiam os processos de transição sócio-técnica, desde a construção de metas viáveis de sustentabilidade, apoio dos vários atores envolvidos (instituições, mercado, sociedade), construção de nichos promissores e processos de aprendizagem contínuo (SMITH e STIRLING, 2008).

O estudo acerca da temática “Transição sócio técnica” pode ser visualizada como forma de reorganizar e reformular as relações interorganizações, como forma de criação de valor nas relações. Para tanto, apresenta-se a relação de valor transacional e valor relacional com foco na cadeia produtiva.

2.2 VALOR TRANSACIONAL E RELACIONAL NA CADEIA PRODUTIVA

As alterações de mercado levam as organizações a repensarem suas práticas e estar em constantes mudanças para se adequar às exigências do meio instituído. As dinâmicas organizacionais ressaltam a importância dos valores tangíveis e intangíveis para a obtenção dos objetivos propostos.

Neste contexto de mudanças e transições, as organizações têm buscado novas formas de configurarem suas estruturas, trazendo a tona a relevância das relações interorganizacionais e da gestão estratégica. As relações interorganizacionais provem da necessidade de novos arranjos com vista a desenvolver ações de cooperação e ao mesmo tempo, competir num ambiente de diversas outras organizações com os mesmos objetivos de mercado (LOWENDAHL E REVANG, 1998).

A noção de cadeia produtiva, na percepção de arranjos interorganizacionais, é a junção de diferentes organizações em prol de um componente relacional. Não há uma teoria única que possa explicar o conceito, os estudos mais aceitos estão relacionados aos processos sequenciais de produção (Commodity System Approach, Filière, cadeias produtivas, agribusiness, Sistema Agroalimentar) e processos logísticos (Supply Chain Management, canais de distribuição) com uma certa atenção ao componente do produto em si (objetivo transacional) e nos custos de transação (PROCHNIK e HAGUENAUER, 2002). Em conformidade com isso, verifica-se que o conceito de cadeia produtiva apoia-se numa visão sistêmica, no sentido de que a produção de bens é representado por um sistema onde os atores se inter-relacionam por meio de fluxo de materiais, de capital e de informação com o objetivo de atingir a necessidade do cliente final.

De acordo com Prochnik e Haguenauer (2002), as cadeias produtivas são resultantes

do processo de divisão de trabalho e maior interdependência entre diversos agentes econômicos. Nesse viés, os autores apresentam duas vertentes para criação de cadeias: a primeira parte da premissa que as cadeias são criadas por meio de um processo de desintegração vertical e especialização técnica e social, e a segunda está relacionada com as pressões sofridas pelos agentes no ambiente competitivo, levando-os a uma maior integração e coordenação entre as atividades, e ao longo da cadeia, essas pressões reforçam as articulações entre esses agentes.

Mentzer et al., (2001) conceitua cadeia como aquela formada por elos que contribuem para o alcance dos mesmos objetivos de desempenho: aqueles valorizados pelos consumidores finais. Na visão dos autores, a gestão de operação de uma cadeia deve ser estratégica e sistemática sob o ponto de vista de processos-chaves do negócio, com vista a contribuir para o aumento contínuo do desempenho de seus elos e da própria cadeia.

As definições encontradas acerca de cadeia produtiva, permite agregar diversas formas de cadeias, constituídas como conjunto de fases consecutivas por onde passam ou são transformados ou transferidos

os diversos insumos (PROCHNIK e HAGUENAUER, 2002). O sucesso ou a visão estratégica e a sustentação de uma vantagem competitiva advém da forma como determinado agente ou determinado elo da cadeia, combina às suas distintas atividades numa cadeia interna de valor (PORTER, 1989).

A concepção de criação de valor ou de valor envolvido nos relacionamentos perpassa toda a cadeia produtiva e se apresenta por vezes problemática. Tal concepção leva a discussão da base transacional e relacional sobre a qual o próprio conceito de cadeia produtiva está construído.

O valor envolvido na cadeia produtiva envolve fatores intangíveis relacionados ao conhecimento, desenvolvimento de produtos e relacionamentos subjetivos entre os elos (valor relacional) além dos aspectos físicos, tangíveis (valor transacional) (BEGNIS et al, 2006). A noção de valor (criado, transferido ou recebido) vai se modificando a medida em que há a transformação dos produtos e estes são transferidos ao longo da cadeia produtiva até chegar ao consumidor final. Em todas as etapas está impregnado o valor transacional e relacional para que os objetivos em comum sejam alcançados (BEGNIS et al, 2006).

Figura 4 - Cadeia Produtiva vista como sistema de formação de valor

Fonte: BEGNIS (2007)

Para Porter (1985), a vantagem competitiva numa cadeia produtiva surge a medida que uma organização é capaz de criar valor para seus consumidores. Sob este aspecto, Porter (1986) reafirma que a capacidade competitiva de uma organização provém da forma como as atividades se configuram e se reforçam mutuamente, de forma que haja o aumento do valor competitivo (apud CARNEIRO et al, 1997). O valor construído na cadeia de produção proporciona maior sustentabilidade do que as atividades isoladas, já que são difíceis de serem replicados. Assim o

processo de formação de valor pode ser percebido sob o viés de duas dimensões: valor transacional e valor relacional.

A primeira dimensão de formação de valor é o valor transacional que possui como particularidade “atributos intrínsecos de baixo nível de abstração e complexidade”, relacionados com as peculiaridades físicas dos bens, seus critérios de qualidade, tais como características técnicas, marca, preço/custo, serviços de apoio, tempo de entrega e qualidade. (BEGNIS et al, p.6,

2011). Tais aspectos são avaliados dentro de uma ótica de percepção cliente/consumidor tendo em vista quesitos como confiabilidade, conformidade, desempenho, durabilidade, utilidade e estética.

Segundo Araújo (2016), o valor transacional está dimensionado numa perspectiva de mercado e baseia-se no uso de contratos rígidos, redutos formais e baixo conteúdo relacional. Na concepção de Porter (1985) o valor transacional refere-se a quantia que os compradores estão dispostos a pagar por aquilo que empresa tem a oferecer (apud ARAÚJO, 2016), ou seja, neste caso o valor é ponderado pela receita total da empresa.

Tal cenário, encontra-se raízes nos estudos acerca da Teoria de Custos Transacionais difundida por Williamson (1979) tendo por base os trabalhos de Ronald Coase (1937) no qual as empresas buscam a redução de incertezas por meio da verticalização como forma de reduzir custos ou quebras de fornecimento, por meio de contratos institucionalizados. Entre outros aspectos, a criação de valor e o fortalecimento da cadeia produtiva visa reduzir as vulnerabilidades na qual a cadeia está exposta num ambiente competitivo e volátil.

Como forma de se reduzir os custos transacionais, a governança se apresenta como meio de se estabelecer regras de interação entre os membros da cadeia, de forma a coordenar o processo transição (WILLIAMSON, 1994).

Para Pereira et al (2010), o “comportamento estratégico de uma firma consiste na identificação e adoção dos padrões de concorrência”, os quais devem estar de acordo com os mercados e com foco na ação estratégica que se estabelece quando se “cria ou recriam-se novos padrões de competição”, de forma que o meio ambiente estabelecido torna-se favorável a si mesmo. O conceito de Porter (1986) é que a competitividade inclui mais que a

comparação de custos de produção, mas também o sistema de comunicação e coordenação de atividades. Nesse sentido, os arranjos institucionais de governança servem como resposta para minimizar os custos de transação e de produção (apud CARNEIRO et al, 1997).

A segunda dimensão é a formação de valor relacional que se dá por meio dos relacionamentos interorganizacionais. A figura de elementos relacionais de criação, transferência e percepção de valor sustenta e solidifica as parcerias de longo prazo formadas ao longo da cadeia produtiva. Segundo Begnis, Pedrozo e Estivalete (2006), “quando não há formação de valor relacional o contato entre estas duas firmas configura-se apenas em uma relação comercial simples”, com base em atributos de baixo nível de valor. Nesse sentido, confirma-se que quanto maior o nível de formação de valor entorno da cadeia, mais fortes serão as parcerias.

Observa-se que a criação de valor relacional é um processo complexo de entrelaçamento e compartilhamento de habilidades, de modo que o valor total percebido na cadeia produtiva seja maior que as habilidades individuais de cada firma. O valor de um relacionamento interorganizacional pode se mostrar diferente de acordo com a perspectiva de quem oferta o valor, de quem recebe ou mesmo de agente externos aos relacionamentos (SIMPSON, SIGUAW e BAKER, 2001).

Várias tipologias de valor são identificadas na literatura. Com base em estudos de Das e Teng (1998), Ulaga (2003), Simpson, Siguaw e Baker (2001) entre outros, BEGNIS, PEDROZO E ESTIVALETE (2006) e BEGNIS (2007) criou um framework que consideram que o processo de formação de valor relacional baseia-se em pelo menos seis elementos: confiança, cooperação, compensação, comunicação, compartilhamento e comprometimento.

Figura 5 - Os Seis C's do Processo de Formação de Valor Relacional

Fonte: BEGNIS (2007, p. 138).

Conforme se observa na Figura 5, os seis C's de formação do valor relacional estão intrinsicamente relacionados e exercem forte influência no processo, mesmo individualmente. Os elementos se comunicam e cada elemento pode ser o ponto de partida para o todo. Neste sentido, eles retroagem seus próprios efeitos e são ao mesmo tempo "complementares e antagônico", cada um pode ser visto como "causa e efeito" no processo de formação de valor relacional (BEGNIS, 2007).

Percebe-se que o valor dos relacionamentos (valor relacional e transacional) se baseia em benefícios e sacrifícios, considerando custos e benefícios decorrente das ações e relações das partes envolvidas

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

A pesquisa foi caracterizada como qualitativa composto por práticas interpretativistas tentando dar sentido as coisas em seus ambientes naturais ou interpretar fenômenos (CRESWELL, 2006). Quanto aos procedimentos caracteriza-se como estudo de campo a partir da aplicação de questionários de campo. Do ponto de vista dos objetivos caracteriza-se como descritiva a medida que busca descrever o processo de transição da Cadeia Produtiva da Piscicultura em Rondônia e exploratória com o objetivo de proporcionar uma maior familiaridade com o problema de pesquisa por meio do levantamento bibliográfico.

A partir de método dedutivo, a revisão da literatura objetivou explicar e aprofundar sobre o tema processo de transição sociotécnica e o valor relacional e transacional na cadeia produtiva, a fim de responder ao problema de pesquisa. A pesquisa foi realizada utilizando a base de dados do google acadêmico tendo por base os critérios de pesquisa: "transição

sociotécnica", "socio-technical transitions", "cadeia produtiva", "valor relacional" e "valor transacional". Dos resultados encontrados utilizou-se critério de corte os artigos publicados em periódicos classificados pelo sistema da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

A pesquisa de campo foi aplicada durante a realização da sexta edição da Rondônia Rural Show (2017) por meio de amostra não probabilística, selecionados de acordo com a tipicidade dos sujeitos, ou seja, de acordo com os agentes representantes da piscicultura no estado de Rondônia, nos diversos elos da cadeia produtiva. O instrumento de coleta de dados procurou coletar a percepção dos especialistas sobre cada segmento ou elo da cadeia produtiva. O questionário foi elaborado utilizando a escala *Likert* com cinco pontos de avaliação, com afirmações estruturadas de forma a informar o grau de concordância ou discordância dos pesquisados em relação ao processo de transição da cadeia produtiva (OLIVEIRA, 2011).

Foram aplicados 14 questionários com perguntas fechadas entre os dias 24 e 25 do mês de maio de 2017. Os dados coletados foram tabulados no Microsoft Excel, onde foi possível calcular a média ponderada das respostas e elaborar gráficos que pudesse representar o resultado da pesquisa.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados obtidos na pesquisa e discutidos neste capítulo servem de base para compreender o processo de transição de um regime sociotécnico e como o valor transacional e relacional envolvido neste processo, contribui para que a transição ocorra.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA

De acordo com dados dos estudos realizados pela Embrapa é possível observar que a produção de peixes no estado de Rondônia tem apresentado um crescimento constante ao longo dos últimos dez anos. Segundo dados do IBGE (2014), o estado de Rondônia apresenta o maior volume de produção de peixes do país e em 2014 teve uma produção de cerca de 75 mil toneladas de pescados do qual, entre os municípios que se destacam como principais produtores está o município de Ariquemes que representa cerca de 13% da produção, Urupá (7,5%), Mirante da Serra (7%), Cujubim (6,9%), Porto Velho (6,6%), Cacaulândia (5%) e Vale do Paraíso (4,6%).

Os processos de produção da piscicultura podem ser divididos entre as modalidades

intensiva, semi-intensiva e extensiva, sendo estes diferenciados em seus sistemas de produção pela densidade, produtividade, tipo de alimento, forma de alimentação e manejo. A medida em que há a intervenção do homem e o implemento de tecnologias os parâmetros de produção cresce, o sistema tende a ser mais intensivo (SEBRAE, 2011).

De acordo com os dados da pesquisa é possível perceber que as relações e transações que se estabelecem cumprem um importante papel na competitividade e no fortalecimento dos elos da cadeia. Com base nisso é possível apresentar a Cadeia Produtiva da Piscicultura no estado de Rondônia a partir do seguinte modelo esquemático:

Figura 6 – Organograma da Cadeia Produtiva da Piscicultura

Fonte: Dados da Pesquisa

Tal encadeamento representa a configuração do regime sócio-técnico estabelecido na cadeia produtiva. Observa-se que a cadeia da piscicultura em Rondônia passa por uma fase de crescimento e isso é fomentado por ações que visam promover as atividades do setor, a exemplo do amplo espaço ocupado pelos representantes do setor durante a realização feira. Tal cenário revela a abertura para oportunidades comerciais e o desenvolvimento sustentável da atividade.

4.2 TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA DA CADEIA DA PISCICULTURA

Utilizando-se das referências de Geels (2002) aliado as técnicas de pesquisa buscou-se identificar o processo de mudança do regime

sócio-técnico da cadeia produtiva da piscicultura. O processo de transição leva a abertura da cadeia produtiva para novas perspectivas de atuação e de mercado. A mudança da paisagem promovida pela transição tem seu início a partir das pressões que o regime sócio-técnico é submetido e isso leva a desconstrução e construção de novo regime sócio-técnico. Tal pressão pode ocorrer devido a necessidade de adequação a mudanças tecnológicas, pressões governamentais, pressões de mercado ou mesmo pela necessidade de se obter uma atividade mais sustentável.

De acordo com a pesquisa, a piscicultura no estado de Rondônia ainda encontra-se em fase de transição ou estabelecimento de regime definido tendo em vista que todos os

participantes da pesquisa informaram ter menos de 10 anos na atividade no ramo. No entanto é nítido a percepção dos entrevistados quanto as mudanças ocorridas no setor nos últimos anos, corroborando com

estudos apresentados pelo Sebrae e por dados divulgados pelo IBGE no censo agropecuário. Ao serem questionados sobre as pressões sofridas, foi possível observar as seguintes informações:

Gráfico 1 – Tipos de pressões sofridas pelas organizações

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados apontam que as mudanças ocorridas advêm ora da necessidade de atingir novos mercados e se destacar frente aos concorrentes ora por necessidades de implementação de mudanças tecnológicas para alavancar a atividade. Os setores que sofreram pressão relacionados a legislação ou atos governamentais estão relacionados com as atividades de prestação de serviços como assistência técnica, engenharia e cessão de mão de obra. As empresas relacionadas aos insumos como os setores de maquinários e implementos foram as que citaram terem sofrido pressão para implementação tecnológica como forma de manter-se na competição do mercado, enquanto os setores relacionados com a produção e comercialização alegam que as mudanças foram em função de agregação de valor para o mercado consumidor.

Para Geels (2002), o regime sociotécnico é dinamicamente estável e está sempre em direção a mudança a medida que as pressões são exercidas. Nesse viés, a pesquisa demonstrou que maioria dos setores entrevistados não realizam um planejamento de longo prazo para as mudanças, a transição ocorre em virtude das pressões que são aplicadas na cadeia produtiva. Entre os quatorze pesquisados, apenas cinco afirmaram realizar algum tipo de planejamento de médio e longo prazo. Smith e Stirling (2008); Geels (2010, 2011) ressaltam que o

processo de transição tende a ser gradativo e de longo prazo, e para tanto é necessário que a organização se planeje para a realização dessas atividades. Ainda de acordo com os autores, as mudanças vão além dos aspectos estruturais e institucionais, mas também visam modos de produção e consumo mais sustentável. A pesquisa apontou que dez entre os quatorze entrevistados perceberam que as mudanças ocorridas têm proporcionado um desenvolvimento mais sustentável, e isso reflete na percepção dos entrevistados sobre a abertura para novos mercados.

Quanto a institucionalização da mudança os dados apontam para resultados favoráveis ao crescimento da cadeia produtiva. As mudanças proporcionaram um maior investimento em infraestrutura no setor, principalmente pelo setor produtivo da cadeia. Tais implementações trouxe abertura para novos mercados e mudanças no comportamento do consumidor final que passou a valorizar os produtos que são ofertados, sejam eles *in natura* ou mesmo processados.

Quanto aos fatores que influenciaram no processo de transição a capacitação dos agentes envolvidos nos diversos elos da cadeia produtiva é apontado como fator de destaque para o desenvolvimento e implementação das mudanças.

Gráfico 2 - Processo de transição

Fonte: Dados da pesquisa

A pesquisa aponta que a cadeia produtiva possui como ponto fraco a ausência de assistência técnica. No entanto, ao analisar as informações individualmente é possível notar que há uma divergência de informação ou ausência de políticas públicas ou não que aproxime a assistência técnica aos diversos elos da cadeia produtiva, isso porque entidades de assistência técnica e apoio a produção como Emater e instituições de ensino como a Unir e IFRO informaram serem parceiras dos produtores.

De acordo com Kemp e Rotmans (2010); Smith e Stirling (2008) a transição sociotécnica, numa visão evolucionista do processo, divide-se em quatro estágios. Tais etapas são aplicadas a Cadeia Produtiva da Piscicultura no estado de Rondônia que passa inicialmente por período de pressão da paisagem do ambiente institucional no qual os problemas são estruturados e os objetivos são delineados; em seguida há as transições de fato, por meio de seus diversos percursos e experiências; após a cadeia produtiva passa pela fase de aprendizagem e adaptação a sua nova situação para por fim,

institucionalizar a mudança, torná-la parte integrante da organização, formando um novo regime sociotécnico (KEMP e ROTMANS, 2010; SMITH e STIRLING, 2008).

4.3 VALOR TRANSACIONAL E RELACIONAL NA CADEIA PRODUTIVA DA PISCICULTURA

Neste item, são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa de levantamento em relação ao valor transacional e relacional na Cadeia Produtiva da Piscicultura a fim de verificar qual sobre o processo de transição. Com objetivo de se conhecer os processos de relacionamentos entre os elos da cadeia produtiva e sua influência no processo de transição, foi perguntado se a organização firmou algum tipo de parceria ajudá-lo no processo de transição. O resultado não foi unânime, mas demonstrou uma tendência para a pactuação de parcerias para fortalecer a atividade, tendo em vista que a metade dos pesquisados sempre buscam firmar parcerias e a 21% as vezes firmam parcerias, o que representa um total 71% dos pesquisados.

Gráfico 3 – Parcerias Firmadas

Fonte: Dados da pesquisa

As parcerias firmadas são a base para os relacionamentos interorganizacionais. Os elementos do valor relacional são fontes importantes nas relações, podendo ser a porta para a abertura a novos mercados, maiores lucros e aumento na competitividade (LOWENDAHL E REVANG, 1998; BEGNIS, PEDROZO e ESTIVALETE, 2006).

Para Prochnik e Haguenauer (2002) as cadeias produtivas podem ser criadas por meio de processo de desintegração vertical ou pelas pressões sofridas pelos agentes no ambiente competitivo, o que leva a uma maior integração e coordenação entre os elos da cadeia. Como já demonstrado, os entrevistados relataram pressões de mercado e tecnológicas como fatores importantes para o processo de transição, e tais mudanças levaram ao fortalecimento da cadeia produtiva e consequentemente dos seus elos. Nessa direção, 57% dos entrevistados tem a percepção de que há um aumento no envolvimento entre os agentes da cadeia produtiva, ou seja, percebem os relacionamentos como algo importante para manutenção das relações comerciais

existentes. O valor relacional está explicitado na importância dada aos relacionamentos existentes entre os elos da cadeia. Para Begnis (2006) a construção do valor proporciona uma maior sustentabilidade as atividades do que quando estas atuam de forma isolada. Quando há a geração desse valor relacional os objetivos passam a ser coletivos e esse valor agrega o produto que será entre ao consumidor final (MENTZER et al., 2001).

A figura do valor relacional baseia-se em relações de confiança, cooperação, compensação, comunicação, compartilhamento e comprometimento (BEGNIS, 2006) e isso é um processo complexo de compartilhamento e relacionamento, baseado em fatores que são intangíveis.

A pesquisa demonstrou que processo de transição teve influenciou as parcerias firmadas ao longo da cadeia produtiva. Percebe-se que após as mudanças ocorridas, os laços existentes se tornaram mais fortes e produtivas.

Gráfico 4 – Fortalecimento dos Relacionamentos

Fonte: Dados da pesquisa

Em relação aos aspectos físicos, Begnis et al (2006) os caracteriza como valor transacional que são aqueles vão modificando-se ao longo da cadeia produtiva. As parcerias firmadas e os relacionamentos estabelecidos leva a redução de custos envolvidos nesse

processo. Conforme se apresenta no gráfico abaixo, os agentes envolvidos com a piscicultura no estado de Rondônia as parcerias firmadas e os vínculos relacionais existentes reduzem os custos transacionais.

Gráfico 5 – Redução nos Custos de Transação

Fonte: Dados da pesquisa

A dimensão do valor transacional se avalia pela percepção cliente/consumidor com base na agregação de valor que o produto final adquire tais como características técnicas, marca, preço, tempo de entrega, qualidade, entre outros (BEGINS et al, p.6, 2011). Nesse sentido, a maioria dos pesquisados responderam que as parcerias pactuadas pela organização facilitaram as transações dos produtos e por consequência a sua comercialização.

Os elementos do valor relacional aproximam as organizações em prol de objetivos comuns o que favorece o processo de transição, enquanto que valor transacional agrega valores tangíveis ao produto final.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os relacionamentos interorganizacionais tem sido fator de sucesso para organizações que buscam novas formas de arranjos. Tais organização são capazes gerar vantagem competitiva mais sólidas e contínuas para si e para os atores envolvidos na cadeia. A transição sócio-técnica se aplica as cadeias produtivas a medida que tais cadeias precisam evoluir para ambientes mais sustentáveis e competitivos, seja por pressões governamentais ou mesmo por necessidade de nicho de mercado.

Com base na pesquisa realizada, pode-se constatar que o regime sociotécnico da piscicultura no estado de Rondônia ainda

encontra-se em fase de transição ou desenvolvimento, mas as atividades vêm se consolidando ao longo dos anos.

O estudo mostrou que o valor relacional e transacional criado ao longo dos elos da cadeia produtiva tem favorecido o processo de transição, tornando-o mais consistente e sustentável para seus pares. A atividade ainda carece de investimento e políticas públicas mais eficazes, já que o item assistência técnica ficou muito abaixo do que os demais parâmetros analisados.

Entre os pesquisados, foram ouvidos representantes de empresas, indústrias, produtores, representantes do governo, assistência técnica, entidades bancárias e consumidor final, afim de verificar entre todos os elos da cadeia a transição e os relacionamentos estabelecidos. Foi perceber que um há regime sociotécnico sendo estabelecido, em fase de transição.

Não foi pesquisado quais os elos de relacionamentos mais influência no processo de transição, apenas se há influencia ou não. Dado as características peculiares da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Rondônia, a temática é um campo aberto para desenvolver pesquisas acadêmicas. O campo de estudo voltados a este tema tem evoluído e isto se justifica por estudos empíricos que demonstram a necessidade das organizações acessar novos recursos e interagir com ambiente.

REFERÊNCIAS

[1]. ARAUJO, Marcilene Feitosa. Valor em Relacionamentos: sua influência na competitividade e desenvolvimento do arranjo produtivo local de fruticultura em Itacoatiara/Amazonas. Tese (Doutorado), USCS-

Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, 2016.

[2]. BALESTRO, M. Confiança em Rede: a experiência da rede de estofadores do pólo moveleiro de Bento Gonçalves. Dissertação

(Mestrado Adm) PPGA, Universidade Federal do RS, Porto Alegre, 2002.

- [3]. BEGNIS, H. S. M. Formação de valor transacional e relacional na cadeia produtiva do leite no Rio Grande do Sul. 2007. 269 p. Tese (Doutorado em Agronegócios). Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios. Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal do RS, Porto Alegre, 2007.
- [4]. BEGNIS, H. S. M.; PEDROZO, E. A.; ESTIVALETE, V. D. F. B. Formação de valor através de relacionamentos interorganizacionais: ANPAD, 30, 2006. Salvador. Anais. Salvador: Associação Nacional Pós-Graduação em Administração, 2006.
- [5]. _____. ALIEVI, R. B.; ESTIVALETE, V. de F. B. Relacionamentos Interorganizacionais Horizontais e Formação de Valor em Redes de Agronegócios: O Caso de uma Rede de Floriculturas. *Revista Estudos do CEPE*, Santa Cruz do Sul, (34), 34-68, 2011.
- [6]. BERKHOUT, F. SMITH, A. STIRLING, A. Socio-technological regimes and transition contexts. IN: ELSSEN, B.; GEELS, F. W.; GREEN, K. *System Innovation and transition to sustainability: theory, Evidence and Policy*. E. E. Publishing Ltd, Massachusetts, USA. 2004. Part I, cap.3, p. 48-75.
- [7]. CARNEIRO, Jorge Manoel Teixeira; CAVALCANTI, Maria Alice Ferreira Deschamps e SILVA, Jorge Ferreira da. Porter revisitado: análise crítica da tipologia estratégica do mestre. *Rev. adm. contemp.* [online]. 1997, vol.1, n.3, pp.7-30. ISSN 1982-7849.
- [8]. CRESWELL, J. *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches*. 2 ed. Thousand Oaks: Sage, 2006.
- [9]. FARLA, J.; MARKARD, J.; RAVEN, R.; COEREN, L. Sustainability transitions in the making: a closer look at actors, strategies and resources, *Technological Forecasting & Social Change*, 79, p.991-998, 2012. FASSIN, Y. The Stakeholder Model Refined. *Journal of Business Ethics*. 2009.
- [10]. GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study, *Research Policy*, 31, p.1257-1274, 2002.
- [11]. _____. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective, *Research Policy*, 39, p.495-510, 2010.
- [12]. _____. The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1, p.24-40, 2011.
- [13]. HAKANSSON, H., & FORD, D. How should companies interact in business networks? *Journal of Business Research*, 55(2), 133-139. 2002.
- [14]. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2014. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2014/default.shtm>. Acessado em 22 jul. 2017.
- [15]. KEMP, R.; ROTMANS, J. The management of the co-evolution of technical, environmental and social systems. In: WEBER, M.; HEMMELSKAMP, J. (Eds) *Towards Environmental Innovation Systems*. Berlin: Springer, pp. 33-55, 2010.
- [16]. LAWHON, M.; MURPHY, J. T. Social-technical regimes and sustainability transitions: insights from political ecology. *Progress in Human Geography*, 36 (3), 2011.
- [17]. LOWENDAHL, B.; REVANG, O. Challenges to existing strategy theory in a postindustrial society. *Strategic Management Journal*, 19(8), 755-773, 1998.
- [18]. MARKARD, J.; RAVEN, R.; TRUFFER, B. Sustainability transitions: an emerging field of research and its prospects, *Research Policy*, 41, p.955-967, 2012
- [19]. MENTZER, J. T.; KEEBLER, J. S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACHARIA, Z. G. Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.
- [20]. PEREIRA, C. M. M. de A.; MELO, M. R.; DIAS, P. B. Características e atributos transacionais da produção de rosas. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, Lavras, v. 12, n. 2, p. 177-184, 2010
- [21]. PORTER, M. *Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- [22]. PROCHNIK, V.; HAGUENAUER, L. Cadeias produtivas e oportunidades de investimentos no Nordeste Brasileiro. *Revista Análise Econômica*, Rio Grande do Sul, v. 20, n. 38, p. 143-161, set. 2002.
- [23]. SEBRAE. *Licenciamento Ambiental da Aquicultura: critérios e procedimentos*. Brasília. 2011.
- [24]. SIMPSON, P. M.; SIGUAW, J. A.; BAKER, T. L. A model of value creation: supplier behaviors and their impact on reseller-perceived value. *Industrial Marketing Management*, v. 30, n. 2, p.119-134, 2001.
- [25]. SMITH, A.; VOß, J-P.; GRIN, J. Innovation studies and sustainability transitions: the allure of the multi-level perspective and its challenges, *Research Policy*, 39, p.435-448, 2010.
- [26]. SMITH, A.; STIRLING, A. Social-ecological resilience and sociotechnical transitions: critical issues for sustainability governance, *STEPS Working Paper 8*, Brighton: STEPS Centre, 2008
- [27]. SCHUMPETER, J. *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, 1934.
- [28]. WILLIAMSON, O.E. Transaction Cost Economics and Organization Theory. In: SMELSER, N.J.; SWEDBERG, R. (editors). *The Handbook of Economic Sociology*. Princeton, Princeton University Press: 1994

CAPÍTULO 20

APLICAÇÃO DO MARKETING SUSTENTÁVEL NAS EMPRESAS BRASILEIRAS

Isabella Oliveira Prado

Rita de Cássia Marques Lima de Castro

Resumo: A crescente industrialização e o aumento populacional têm sido algo vivenciado diariamente nos dias atuais. Pode-se observar também que o consumo por produtos tem aumentado significativamente, conforme o constante avanço tecnológico, como se fossem artigos descartáveis. A cada inovação, uma nova compra, e conseqüentemente, um novo produto entrando no campo da obsolescência. Em decorrência desses fatores e entre outros, que dizem respeito ao hábito que as pessoas possuem em seu dia a dia, o meio ambiente tem sentido essas mudanças e tem sofrido com a negligência e imperícia da sociedade e das organizações há tempos. Recentemente, foi abordado um novo tema no âmbito organizacional, o marketing sustentável, que visa preservar, resgatar e manter um meio ambiente sadio para as atuais e futuras sociedades, buscando também, proporcionar benefícios para as entidades que corroborarem com a causa. Por meio de revisão bibliográfica, o estudo da aplicação do marketing sustentável nas empresas brasileiras revela que os benefícios dessa aplicação, que vão de impactos objetivos como a preservação do meio ambiente a subjetivos e estratégicos, como a ampliação do valor da marca perante o consumidor, superam o impacto negativo de um alto custo inicial para sua implantação.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Marketing Sustentável; Empresas Brasileiras.

1. INTRODUÇÃO

O marketing 3.0 é um dos modelos mais recentes de marketing presente no mercado, que tem a proposta de resgatar os valores morais, sustentáveis e éticos da sociedade, implantando-os dentro da cultura organizacional das empresas, fazendo com que esse modelo se incorpore aos valores e ideais organizacionais, de modo a refletir-se nos produtos ou serviços que serão oferecidos aos consumidores. Consequentemente, busca-se, com o marketing 3.0, fazer com que o mundo venha a se tornar um lugar melhor para todos, um mundo que terá por essência a ética, a transparência e a sustentabilidade. (KOTLER; KARTAJAYA; SETIAWAN, 2010).

Pode-se questionar por que abordar o assunto Marketing 3.0 quando já se está em uma vertente mais evoluída, o Marketing 4.0, cuja essência é a visão de um consumidor que é, simultaneamente, co-produtor, defensor e engajado a uma marca. (KOTLER; KARTAJAYA; SETIAWAN, 2017).

O argumento em defesa desta abordagem sobre Marketing 3.0 está em que, cada vez mais, o marketing apresenta uma evolução que se aproxima do que se pode dizer intangível, que é a criação de valor e o engajamento do consumidor não mais de uma maneira passiva, mas ativa, dinâmica, digital e interligada à própria produção do produto ou serviço e à defesa deste como resultado de uma apropriação de tal produto ou serviço. Nesse cenário, as empresas têm de vender essa mesma visão aos seus colaboradores e esperar uma apropriação do que é produzido ou oferecido que siga a mesma lógica do Marketing 4.0.

Ora, entende-se que, de uma forma mais organizacional, o Marketing 3.0 está para as empresas assim como o Marketing 4.0 está para o consumidor. Pode-se inferir que o Marketing 3.0 apresenta-se como a ferramenta do lado empresarial, que é o foco escolhido para este trabalho, enquanto o Marketing 4.0 concentra-se mais no fator individual, na interação do consumidor com o produto ou serviço (JARA; PARRA; SKARMETA, 2012). Por conta dessa diferenciação identificada, optou-se pelo foco no Marketing 3.0 e seu impacto nas organizações brasileiras. Isto posto, parte-se para os objetivos e questão de pesquisa que norteou este artigo.

É fato que a competitividade no cenário atual no mundo globalizado exige das empresas constantes adaptações estratégicas para se manterem competitivas. O Marketing 3.0 tem abordado novos aspectos dentro do mercado de negócios, aspectos estes que muitas empresas ainda não haviam dado a devida atenção. As organizações que começarem a se adaptar ou iniciarem suas atividades com os ideais propostos por esse novo modelo presente no cenário mercadológico terão como resultado vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, entre outros benefícios que serão estudados ao longo deste trabalho.

Assim, esta pesquisa visa mostrar para o leitor quais as consequências geradas pela aplicação do marketing sustentável nas empresas brasileiras. Todo o desenvolvimento do trabalho será composto com base na seguinte pergunta: Quais as consequências geradas pela implantação do modelo de marketing sustentável (3.0) dentro das empresas brasileiras?

A possível hipótese sobre esta pergunta é a de que, quando uma empresa que não possui um ideal sustentável se depara com um cenário como o do marketing 3.0 ou marketing verde, ela tem um choque de costumes e culturas dentro de sua organização em relação ao que está sendo proposto pelo mercado. Dessa forma, a empresa começa a perceber que precisa remodelar sua estrutura organizacional e seus ideais perante os funcionários e perante a sociedade. Caso isso não ocorra, ela perde seu posto no mercado e tende a ficar para trás de seus concorrentes, tanto aqueles que já iniciaram suas atividades com esse ideal quanto aqueles que já estão tendo a iniciativa de se reinventar.

Logo, essa mudança deve ser feita de forma planejada, pois a empresa deve possuir recursos e esforços compatíveis com as medidas que serão adotadas, para que ela não se prejudique. A empresa deverá ter ciência de que todo o investimento direcionado à causa sustentável não será de breve retorno, devendo analisar quais são os principais atos cometidos pela sociedade, que mais tem impactado o meio ambiente. Partindo desse princípio, a empresa deverá focar e investir seus recursos e esforços para corroborar com a eliminação de determinado impacto e, por conseguinte, aos poucos implementará outras medidas corroborativas para o sucesso da missão proposta pelo modelo de marketing sustentável, de modo a

obter consequências benéficas, como, por exemplo, aumento dos índices de vendas, diferenciação da imagem corporativa e conquista de novos clientes e/ou parceiros.

O objetivo geral deste projeto, portanto, é identificar quais as consequências geradas pela aplicação do marketing sustentável nas empresas brasileiras.

Os objetivos específicos do trabalho desenvolvido consistem em: realizar uma pesquisa na literatura do referido tema; correlacionar o marketing sustentável com consequências ocasionadas pela sua implantação nas empresas; mostrando impactos (positivos e negativos) causados pela aplicação deste modelo proposto ao mercado competitivo atual.

A estrutura deste projeto será composta por seis seções, sendo:

- A primeira seção é a introdução;
- A segunda seção terá o objetivo de explicar: O que é o marketing 3.0 e como surgiu;
- A terceira seção irá esclarecer o que é e qual o papel da sustentabilidade dentro do universo corporativo;
- A quarta seção fornecerá ao leitor quais as consequências da implantação do marketing 3.0 nas empresas brasileiras;
- A quinta seção irá apresentar a metodologia adotada no desenvolvimento do trabalho.
- A sexta seção trará as considerações finais.

2. A EVOLUÇÃO DO MARKETING E A CHEGADA DO MARKETING 3.0 NO MERCADO

Desde o tempo em que as transações eram feitas por meio de trocas de produtos sem o uso do dinheiro até a chamada Era da Globalização, Lopes e Pacagnan (2013) afirmam que a essência do conceito de transação por meio de troca era a mesma: suprir necessidades baseadas em fatores sociais, econômicos e culturais, traçando critérios de consumo e produção. O marketing, enquanto estratégia para adequar a oferta e a demanda, foi evoluindo conforme a relação de troca também o foi.

Segundo Erragcha e Romdhane (2014), lembrando os conceitos de Kotler, Kartajaya e Setiawan (2010), o marketing é uma disciplina em constante mudança e, por conta da instabilidade da economia, do comportamento do consumidor e oscilação de demanda, torna-se mais difícil gerenciar a oferta utilizando somente o conceito dos 4p's. Os pesquisadores de marketing criaram novos conceitos, fazendo com que a segmentação, o direcionamento e o posicionamento precedessem os 4p's, tornando o marketing um componente estratégico para as empresas.

Conforme Aguiar e Farias (2012), a evolução do modelo de marketing ocorre segundo o contexto histórico em que o mercado está inserido em determinada época.

Desde que o Marketing passou a ser uma corrente amplamente utilizada na gestão administrativa, por volta da década de 60, suas definições conceituais vêm mudando e evoluindo junto com a dinâmica do próprio mercado e o comportamento dos consumidores. (GOMES; KURY, 2013, p. 2).

De acordo com Cappellari *et al.* (2016), durante anos o marketing passou por diversas transformações, passando pelo Marketing 1.0 (revolução industrial), época em que se focava apenas no produto, seus custos e preços e em sua produção em massa, não havendo a preocupação com a satisfação e o desejo do consumidor ao adquirir determinado bem; o consumidor era forçado a se adaptar ao produto, não o contrário.

No entanto, a dinâmica da evolução tecnológica criou cenários muito distintos do que era 'comum' ou até mesmo previsível. Conforme Erragcha e Romdhane (2014) e Cappellari *et al.* (2016), com a evolução da tecnologia e das relações sociais, o consumidor passou a ser mais participativo, podendo compartilhar experiências, comparar produtos, empresas, obter mais informações, criar conteúdo, expor opiniões e se relacionar, a ponto de esse consumidor ser denominado "prosumidor", sendo, ao mesmo tempo, produtor e consumidor de um produto ou serviço. Partindo desse princípio, o Marketing 2.0 enxergou que o produto é que deveria se adaptar aos gostos e vontades do cliente, desfazendo o conceito de produção em massa e produtos padronizados que eram fatores determinantes do Marketing 1.0.

Há menos de dez anos, por volta de 2010, apresenta-se uma abordagem do conceito de

marketing conhecida como 'Marketing 3.0,' originando a Era do Marketing Colaborativo, que segundo Kotler, Kartajaya e Setiawan (2010), é caracterizada pela conscientização de que a opinião do consumidor importa e este é mais crítico do que se mostrava anteriormente. As empresas que pretendem se encaixar nesse cenário buscam, de certa forma, 'mudar' o mundo com suas atitudes, mas percebem que não é possível fazer isso estando sozinhas e, por esse motivo, buscam a colaboração e participação de parceiros, acionistas e, principalmente, de seus consumidores, por meio de mídias, programas interativos entre outros recursos. Estes últimos têm poder, sim, o que não é novo, mas a novidade está em que os consumidores se conscientizaram de que têm poder e as empresas, por sua vez, também.

Com a globalização e os meios tecnológicos muito mais evoluídos, o cliente torna-se, de fato, um agente influenciador do mercado.

O novo contexto econômico se caracteriza por uma rígida postura dos clientes voltada à expectativa de interagir com organizações que sejam éticas, que tenham boa imagem institucional no mercado e que atuem de forma socioambientalmente responsável. (TACHIZAWA; ANDRADE, 2008, p. 2)

De forma resumida, o Marketing 3.0 envolve bem mais do que a tradicional relação de troca; ele envolve "foco nos valores humanos, na justiça social, econômica e ambiental" (AGUIAR; FARIAS, 2012, p.1). Novamente, voltando ao apresentado na introdução deste artigo, entende-se que essa realidade demanda das empresas uma nova postura.

Segundo Gomes e Kury (2013), esse novo conceito de marketing requer um esforço das empresas não somente por parte da produção de seus produtos, da inovação ou do atendimento às necessidades e desejos dos consumidores; requer um esforço geral de todas as áreas da organização. O fator principal são os valores e ideais que as empresas procuram passar para a sociedade com a produção de seus bens e serviços e sua existência no mercado, tendo assim, a necessidade de conquistar o consumidor aplicando os valores e ideais que são pregados em prática. Este é o ponto apresentado no início deste trabalho – o foco está em que não adianta realizar uma propaganda de que se faz algo se não se pratica, na realidade, esse algo. A preocupação do consumidor com o meio

ambiente, por exemplo, passa a ser uma exigência para a empresa, exigência essa que vai muito além de um discurso ou uma propaganda em prol do meio ambiente; significa uma mudança nos valores e ações internas da empresa.

Com a mudança do mercado e a ampliação de ofertas, o cliente não é mais fiel a uma única marca, principalmente se ela não demonstrar uma quantidade maior de valores que os já tradicionais. Uma postura de Responsabilidade Empresarial com a sociedade, com a comunidade em que ela está inserida e com o futuro do planeta é agora exigência dos indivíduos. (FÉLIX, 2011, p. 4-5.)

O Marketing 3.0 vai além da preocupação com o consumidor e abarca questões relacionadas a problemas sociais e ambientais. "A "empresa verde" passou a ser sinônimo de bons negócios e, no futuro, será a principal forma de empreender negócios de forma duradoura e lucrativa". (TACHIZAWA; ANDRADE, 2008, p. 1).

Enquanto o Marketing 2.0 visa apenas satisfazer os desejos e necessidades do consumidor relacionado apenas ao produto e o serviço oferecido, o Marketing 3.0 tem o objetivo de proporcionar ao cliente experiências únicas, tanto em relação aos que são bens oferecidos, como com a percepção de valor que aquela experiência de compra e a existência daquela empresa trará a ele e a sociedade, porque cada vez mais o consumidor anseia por um mundo melhor mais ético, mais responsável e mais sustentável.

Em vez de tratar as pessoas simplesmente como consumidoras, os profissionais de marketing as tratam como seres humanos plenos: com mente, coração e espírito. Cada vez mais, os consumidores estão em busca de soluções para satisfazer seu anseio de transformar o mundo globalizado num mundo melhor. (KOTLER; KARTAJAYA; SETIAWAN, 2010, p.4).

Tachizawa e Andrade (2008) afirmam que, por conta da imposição do consumidor e das leis estabelecidas, as empresas veem-se forçadas a adotar práticas socioambientais que devem ser incorporadas a sua cultura e seus produtos oferecidos no mercado. As que conseguem atingir esse objetivo possuem vantagem competitiva no cenário do mercado atual. Já as que não conseguem se adaptar a

esse novo modelo de marketing são deixadas para trás pela concorrência.

Recentemente, é possível notar que a questão ambiental está cada vez mais integrada ao planejamento das organizações, as quais têm contribuído para o desenvolvimento sustentável por meio da utilização de algumas estratégias como a adoção de certificações socioambientais, a adoção dos sistemas de gestão ambiental e a elaboração de programas de responsabilidade socioambientais. (LOPES; PACAGNAN, 2013, p.5)

3. O QUE É E QUAL É O PAPEL DO MARKETING 3.0 NO UNIVERSO SUSTENTÁVEL

“Proteger o meio ambiente é proteger a qualidade de vida”. (FURUKAWA, 2017, p. 23). É com base nesse posicionamento que se pode começar a entender o porquê do surgimento de um instrumento constitucional para garantir a preservação de algo tão essencial e importante que, muitas vezes, é negligenciado. Também se pode compreender por que o universo *business* tem aderido e comentado sobre o tema.

Para que se possa compreender o que é e como funciona o Marketing 3.0, primeiro é preciso compreender a base que fundamenta seu propósito, como apresentado, e conhecer os aspectos legais que regem o tema, lembrando que, para este trabalho de pesquisa, o foco é o que ocorre no âmbito brasileiro.

Conforme o Art. 225º da Constituição Federal de 1988, o direito ambiental é considerado como um direito fundamental à sociedade e declara que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo este tratado como um bem de uso comum para a sociedade. (BRASIL, 1988).

Para que houvesse uma eficiência na aplicabilidade desta lei, foi então criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que seria responsável por planejar todos os sistemas e processos que fossem necessários para a aplicação da política ambiental, tendo como base os princípios abarcados no Art. 225 da CF.

Art. 3º inciso XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se

procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; (BRASIL, 2010, s/p.)

Segundo Gadia e Oliveira Júnior (2011), os resíduos são considerados como os principais fatores poluentes do planeta. Feldmann (2005) afirma que, de modo geral, os problemas ambientais provêm dos avanços tecnológicos, da cultura e do crescimento populacional. Tecnologias essas que fazem com que o potencial de obsolescência dos produtos aumente, o consumo por esses produtos cresça e uma quantidade significativa de resíduos sejam dispostos no meio ambiente.

As empresas são as que mais atuam para que ocorram danos ambientais (FURUKAWA, 2017) visto que, só há emissão de gases poluentes, descartes incorretos de resíduos e contaminação de solo e água pelo fato de que alguém criou produtos e estes, quando utilizados ou descartados de forma incorreta durante certo tempo, levam a danos ao meio ambiente, à saúde pública e ampliam a possibilidade de ocorrência de desastres ambientais.

“Os problemas decorrentes do depósito desordenado de resíduos sólidos são contaminação do solo e poluição atmosférica, o comprometimento da qualidade dos lençóis freáticos e das águas superficiais”. (GADIA, OLIVEIRA JÚNIOR, 2011, p.8). Estão inclusos também os riscos e danos à saúde pública em decorrência da multiplicidade de doenças.

O foco deste assunto em si não é a economia de recursos, mas sim, a preservação, estímulo ao desenvolvimento constante e renovação dos recursos já disponíveis no meio ambiente, pois um ambiente protegido e preservado é um meio ambiente fértil, que dificilmente irá se deteriorar ou deixar de gerar frutos para sociedades futuras.

A lei 12.305/2010 traz em seu composto, métodos, instrumentos e objetivos que visam atingir o propósito de solucionar os problemas causados pelo descarte de rejeitos e resíduos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), como é conhecida a referida lei, traz uma nova visão, de que a

responsabilidade da efetividade das leis ambientais agora não seria mais somente por parte do poder público, mas sim de toda a sociedade, proporcionando maior colaboração e facilitando a completude do objetivo de cuidar e preservar o meio ambiente conforme exposto no Art. 6º inciso VI. (GADIA, OLIVEIRA JÚNIOR, 2011)

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

I - acordo setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto; (BRASIL, 2010, s/p.)

Conforme a lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), a responsabilidade compartilhada tem por objetivo reunir fabricantes, importadores, distribuidores, consumidores, servidores públicos de limpeza urbana e comerciantes para fazer com que juntos, estes agentes consigam desenvolver soluções sustentáveis para a destinação de seus resíduos conforme o ciclo de vida de cada produto, tendo como resultado a redução no índice de volume de resíduos, o redirecionamento dos resíduos que ainda possuem utilidade em suas cadeias de produção evitando o desperdício de materiais, danos ao meio ambiente e à população.

Para Schroeder e Schroeder (2004), as empresas possuem função transformadora na sociedade. A população brasileira ainda está se desenvolvendo num ritmo vagaroso no que diz respeito à questão da mudança de seus hábitos atuais para os mais conscientes e sustentáveis, bem como a estrutura do País para tais práticas. Dessa forma, pode-se dizer que, se as corporações presentes neste novo cenário de mercado e marketing adotarem condutas responsáveis e sustentáveis, esta ação será o impulso necessário para que a sociedade siga para o mesmo propósito.

4 ESTUDO DAS CONSEQUÊNCIAS GERADAS PELA APLICAÇÃO DO MODELO DE MARKETING 3.0 NAS EMPRESAS BRASILEIRAS

“Tudo começa por um trabalho de conscientização, a base para a introdução das práticas e dos processos ambientalmente mais adequados”. (FÜHR; ALLES, s/d., p.3). Partindo deste princípio, pode-se dizer que a melhor forma de iniciar um processo de

transformação ou criação na empresa é inserindo, aos poucos, esses tipos de práticas para que as organizações venham a adquirir parcerias, novos negócios, recursos e estrutura suficientes para a implantação de sistemas mais exigentes.

Ainda de acordo com os autores acima, reforçado por Guimarães, Viana e Costa (2015) é possível dizer que o processo de adaptação das empresas ou o início de suas atividades em relação ao recente modelo de marketing proposto pelo mercado devem ser muito bem embasados e feitos de forma cautelosa. Deve ser um processo muito bem planejado para que, em vez de vantagem competitiva, a empresa não sofra com prejuízos, pois alguns processos como a logística reversa, por exemplo, têm uma implantação custosa, devendo a empresa elaborar e delimitar muito bem suas pesquisas quanto à iniciativa que escolherem tomar.

(...) A realização de pesquisas de mercado é fundamental, pois é através dela que se torna possível a conquista de novos mercados, a busca de parcerias com fornecedores confiáveis e o investimento em ações sociais para a conscientização popular. (GUIMARÃES; VIANA; COSTA, 2015, p.3)

Para Pires, Vasconcelos e Gomes (2014), uma empresa pode melhorar sua imagem corporativa perante o mercado, focando seus esforços para áreas que estão em destaque na atualidade como, por exemplo, a área ambiental.

O marketing ambiental pode ser assimilado pelas empresas como uma ferramenta estratégica. Trata-se de uma ferramenta capaz de projetar e sustentar a imagem de uma empresa, difundindo-a com uma nova visão de mercado, destacando sua diferenciação ecologicamente correta junto à sociedade, fornecedores, funcionários e ao mercado. (FÜHR; ALLES, s/d., p. 5).

Segundo Finazzi Santos e Porto (2012), para que a organização obtenha vantagem competitiva referente à preservação do meio ambiente, primeiro é preciso observar quais são os principais valores considerados por seus *stakeholders*; podendo, assim, promover ideias e ações das quais venham a proporcionar um diferencial para a empresa equilibrando dois objetivos, preservação do meio ambiente e geração de provento. O cliente pode observar valor em ações nas quais a empresa pretende realizar em relação

aos seguintes aspectos ambientais: ecológico, social ou próprio (saúde e/ou qualidade de vida etc.).

De modo mais objetivo, não há razão para empresa focar todos seus esforços em investir na reutilização da água, visando à economia deste recurso natural, quando na verdade os clientes valorizam a iniciativa referente a questão da preocupação com disposição final de resíduos sólidos que a organização produz, podendo suscitar a poluição do solo, água e causar doenças diversas na população. Logo, “a consciência do consumidor e a própria legislação têm feito muitas empresas adotarem essa postura responsável” (SILVA; RODRIGUES, 2015, p. 51).

De acordo com Félix (2011), além da diferenciação da imagem corporativa, conquista e fidelização de clientes, consequentemente proporcionando maior lucratividade para a empresa, a colaboração com o ambiente e cultura, as ‘empresas verdes’ podem vir a ganhar prêmios, selos e certificações que garantam sua legitimidade e solidez da marca perante o mercado.

5. METODOLOGIA

Quanto à natureza da pesquisa, esta foi estruturada com base em uma pesquisa descritiva. Conforme Vergara (2014), a pesquisa descritiva visa buscar a relação entre os fenômenos e qual o fato gerador, dessa forma, relacionando os dois assuntos abordados e o fato que gerou essa ligação entre eles. Seguida também, pela pesquisa explicativa, que busca esclarecer a razão de um determinado fenômeno, ou seja, o que é o marketing verde.

No tocante aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória a qual, conforme destaca Gil (2008), tem por essência propiciar ao pesquisador uma maior familiaridade com o tema que gera a pergunta de pesquisa e envolve, em geral, uma pesquisa bibliográfica, justamente a técnica de pesquisa utilizada para este estudo.

Para compreender o que é o marketing verde e qual seu impacto nas organizações brasileiras, foi feita uma breve revisão bibliográfica que, segundo Vergara (2014), é realizada por meio de livros, documentos, artigos e revistas científicas da área, sendo acompanhada pelo método sistêmico, que teve por finalidade relacionar o todo com as

partes e as partes entre si, ou seja, relacionou o cenário mercadológico com o marketing sustentável e as empresas brasileiras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o marketing verde ou Marketing 3.0 é uma ferramenta estratégica dentro da empresa que deve ser planejada, coordenada, dirigida e controlada para que atinja o sucesso almejado pelas entidades. Os principais objetivos das empresas com fins lucrativos são a geração de provento, busca pela perenidade no mercado nos quais estão inseridas e o atendimento às necessidades e desejos do consumidor da melhor forma possível para que consigam conquistar e fidelizar seus públicos alvo e potencial.

Com a implantação do marketing verde, o alcance desses objetivos torna-se possível mediante as ações que a empresa realiza, pois com a consciência ecológica dos consumidores aumentando significativamente, junto com as repercussões na mídia e a rigidez das leis de proteção ao meio natural; automaticamente, os consumidores passarão a exigir esse comportamento responsável por parte das empresas, e as que responderem a esses estímulos terão como resultado diversos benefícios, que vão desde questões objetivas como a redução do impacto ambiental a questões estratégicas, como a ampliação do valor da marca. No entanto, esse engajamento ao chamado comportamento responsável precisa, como apresentado, estar no DNA da empresa – os primeiros consumidores são os próprios produtores.

Assim, respondendo à pergunta de pesquisa sobre quais as consequências geradas pela implantação do modelo de marketing sustentável (3.0) dentro das empresas brasileiras e atendendo ao objetivo geral, de identificar tais consequências, pode-se afirmar que são: maior lucratividade por conta da demanda de clientes e consumidores em busca de seus produtos e marca diferenciados, quadro crescente de parceiros, conformidade com a legislação evitando multas e possíveis sanções, incentivos por meio de premiações, selos e certificações, novas oportunidades de negócio, reconhecimento e, em longo prazo, maior redução de custos nos processos de produção.

Complementando o atendimento aos objetivos específicos, a correlação do marketing sustentável com as consequências de sua implantação trouxe mais impactos positivos do que negativos. Quanto a estes últimos, é preciso ter a cautela na implantação do Marketing 3.0 por seu custo inicial, mas um

planejamento adequado trará o retorno devido, mesmo que no longo prazo. Como já foi citado anteriormente, a implantação de uma política e de uma prática sustentável dentro de determinada organização, inicialmente pode ser custosa, mas trará resultados acima do esperado futuramente.

REFERÊNCIAS

- [1]. AGUIAR, E.C.; FARIAS, S.A. de; A Perspectiva do Marketing 3.0: Uma Reflexão Sobre Sua Efetivação Por Meio do Marketing de Serviços. Interface de Saberes, v. 12, n. 1, 2012.
- [2]. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 13 mai.2017.
- [3]. BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm> Acesso em: 13 mai.2017.
- [4]. ERRAGCHA, N; ROMDHANE, R; ERRAGCHA, New Faces of Marketing In The Era of The Web: From Marketing 1.0 To Marketing 3.0. Journal of Research in Marketing, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 137-142, apr. 2014. ISSN 2292-9355.
- [5]. FELDMANN F.A. A parte que nos cabe: consumo sustentável? In: TRIGUEIRO, André (Coord.). Meio Ambiente no Século 21 – 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. 4 ed. Campinas – SP: Armazém do Ipê, 2005.
- [6]. FÉLIX, J.D.B.; Ganhos de Mercado Por Meio do Marketing Ambiental. 2011. Disponível em: <<http://carvalhoconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2011/01/UNIVERSITAS-Ganhos-de-Mercado-COM-26.05.04.doc>>. Acesso em: 10 out.2017
- [7]. FINAZZI SANTOS, Patrick Michel; PORTO, Rafael Barreiros. A Gestão Ambiental Como Fonte de Vantagem Competitiva Sustentável: Contribuições da Visão Baseada em Recursos e da Teoria Institucional. Revista de Ciências da Administração, Florianópolis, p. 152-167, abr. 2013.
- [8]. FÜHR H.; ALLES K.; Marketing Ambiental: Uma Ferramenta Estratégica. Disponível em: <http://www.uesc.br/revistas/calea/edicoes/rev4_ar_tigo7.pdf>. Acesso em: 09 out.2017.
- [9]. FURUKAWA, E.A.C.: Responsabilidade por danos ambientais: instrumento de proteção constitucional ao meio ambiente. 1. ed. São Paulo: Kiron, 2017.
- [10]. GADIA, G. C. M. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. A. A Logística Reversa como Instrumento de Ação na Garantia da Sustentabilidade Ambiental: análise das inovações trazidas pela política nacional de resíduos sólidos. Idea, v.2, n. 2, jan/jul.2011.
- [11]. GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [12]. GOMES, M; KURY, G; A Evolução do Marketing para o Marketing 3.0: O Marketing de Causa. Intercom - Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XV Congresso de Ciências da Comunicação na Região Nordeste – Mossoró - RN – 12 a 14/06/2013. Disponível em: <www.portalintercom.org.br/anais/nordeste2013/resumos/R37-0945-1.pdf>. Acesso em: 08 mai.2017.
- [13]. GUIMARÃES, C.; VIANA, L. S.; COSTA, P. H. de S. Os desafios da consciência ambiental: o marketing verde em questão. In: C@LEA – Cadernos de Aulas do LEA. n. 4, p. 94-104, Ilhéus – BA, nov. 2015.
- [14]. JARA, A.J.; PARRA, M.C.; SKARMETA, A.F. Marketing 4.0: a new value added to the Marketing through the Internet of Things. 2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing.
- [15]. KOTLER, P.; KARTAJAYA, H.; SETIAWAN, I. Marketing 4.0. Rio de Janeiro: Sextante, 2017.
- [16]. _____. Marketing 3.0: As forças que estão definindo o novo marketing centrado no ser humano. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [17]. LOPES V.N.; PACAGNAN M.N.; Marketing verde e práticas socioambientais nas indústrias do Paraná. R.Adm., São Paulo, v.49, n.1, p.116-128, jan/fev/mar. 2014.
- [18]. PIRES G. S.; VASCONCELOS E. O. F.; GOMES S. C. Logística reversa: uma estratégia de sustentabilidade para as organizações. Educação, Cultura e Desenvolvimento Regional, v. 2, n.1, 2014.
- [19]. SCHROEDER, J.T.; SCHROEDER, I. Responsabilidade social corporativa: limites e possibilidades. RAE electron., São Paulo, v. 3, n. 1, Jun. 2004.
- [20]. SILVA R. R.; RODRIGUES, F.T. L. R.; Análise do Ciclo de Vida e da Logística Reversa Como Ferramentas de Gestão Sustentável: O Caso das Embalagens Pet. Iberoamerican Journal of

Industrial Engineering, Florianópolis, SC, Brasil, v. 7, n. 13, p. 44-58, 2015

[21]. TACHIZAWA T.; ANDRADE R.O.B. de; Gestão Socioambiental: Estratégias na Nova Era da

Sustentabilidade. 2ª ed. São Paulo: Elsevier-Campus, 2011.

[22]. VERGARA, S.C.: Projetos e Relatórios de Pesquisa Em Administração. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

Autares

Adan Lúcio Pereira

Obteve os títulos de Engenheiro de Computação e Mestre em Energia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em 2014 e 2016, respectivamente. Foi professor substituto no Departamento de Engenharias e Tecnologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Atualmente é aluno de Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo e desenvolve pesquisas nas áreas de mobilidade urbana, planejamento técnico e regulatório das redes de distribuição, smart grids e microgrids.

Aldo Braghnini Júnior

Graduado em Engenharia Mecânica pela Unesp campus de Bauru (1995), mestrado e doutorado em Engenharia Mecânica pela EESC da USP (1998, 2002) e pós-doutorado pela FEM da Unicamp (2005). Atualmente é professor da UTFPR campus Ponta Grossa. Desenvolve pesquisas na Engenharia Mecânica, com ênfase em usinagem e na Engenharia de Produção em desenvolvimento de produtos e processos.

Alessandra Cabral Nogueira Lima

Doutoranda em Administração (DINTER UFS-UFBA NPGA, 2015), Mestre em Administração (PROPAD/UFPE, 2007) e Graduada em Administração HAB em Análise de Sistemas (UNIT, 2000). Professor Adjunto II do Departamento de Administração, Campus Itabaiana da Universidade Federal de Sergipe. Líder do grupo de pesquisa NIGEIDO. Atua nos seguintes campos: gestão de sistemas de informação, gestão do conhecimento, colaboração e cooperação nas organizações, tecnologias colaborativas, coletivos inteligentes, Decisão médica compartilhada e RSE.

Amanda Daniele de Carvalho

Graduada em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Congonhas, onde desenvolveu um projeto de iniciação científica ligado à modelagem matemática para ensino de cálculo. Atuou na linha de pesquisa "Análise de Indicadores de Sustentabilidade: um estudo comparativo luso-brasileiro", como bolsista PIBIC. Atualmente, é membro do grupo de pesquisas "Núcleo de Estudos em Gestão, Produção, Empreendedorismo e Inovação", do IFMG. Possui experiência na área administrativa de microempresas.

Ana Carolina Sestito Guerra

Graduada em Engenharia Química pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e aluna do programa de Pós-Graduação em Engenharia Química a nível de mestrado pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Ana Claudia de Faria Andrade

Estudante de Engenharia de Produção, IBMEC.

André Felipe Simões

Possui graduação em Engenharia Metalúrgica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1994), mestrado em Engenharia Metalúrgica – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1998), doutorado em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2003) e pós-doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas – Unicamp (2006). Obteve a Livre-Docência, pela USP, em setembro de 2013, com tese defendida na área de “Mudanças Climáticas e a Agenda Brasileira de Infraestrutura Energética”. É Professor Doutor Associado em regime de Dedicação Integral à Docência e à Pesquisa (RDIDP) do Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP). Entre 2011 e 2013, foi Coordenador do referido curso de graduação da EACH/USP e membro titular da Comissão de Graduação da EACH. Atua também como do Programa de Pós-Graduação em Energia – IEE/USP (professor credenciado) e do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da EACH/USP (professor credenciado). Entre 2006 e 2011, foi professor doutor credenciado no Programa de Planejamento de Sistemas Energéticos – CPG/FEM/Unicamp. Por conta de atuação em 29 projetos de pesquisa/consultoria de fomento nacional e/ou internacional, possui experiência na área de Planejamento Energético e Ambiental. Macro temas dos projetos já desenvolvidos: Mudanças Climáticas Globais, Mercado Internacional de Créditos de Carbono, Matriz Energética, Energias Renováveis, Eficiência Energética, Gases de Efeito Estufa, Alternativas de Mitigação, Alternativas de Adaptação, Desenvolvimento Sustentável no Brasil e no Mundo, Universalização do Acesso à Energia Elétrica, Petróleo, Gás Natural, Transportes (no contexto de conexões com os temas energia e mudanças climáticas) e Engenharia Ambiental. Eventualmente, atua como Assessor Científico da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Integrante do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMCI). Revisor do 5o Relatório de Avaliação do IPCC. Revisor parecerista dos periódicos “Climate and Development”, “Regional Environmental Change” e “Journal of Environmental Management”. Em abril de 2015, conquistou o Prêmio Vale-Capes de Ciência e Sustentabilidade.

Anna Paula Coelho Belém

Graduanda em Engenharia de Produção, IBMEC.

Bruna Sales Ferreira Gonçalves

Administradora pelas Faculdades Adventistas de Minas Gerais, Especialista em Gestão de Recursos Humanos pela Uninter e atualmente cursa Engenharia de Produção no Instituto Federal de Minas Gerais - Congonhas. Foi presidente da FADJúnior - Empresa de Consultoria Júnior da FADMINAS, tutora nas disciplinas de Administração de Micro e Pequenas Empresas e Programação, tem experiência em gestão, organização de eventos científicos e docência em cursos livres. Acumula vivência de pesquisadora bolsista do PIBIC-Jr e atualmente participa de pesquisas em temas voltados para a estratégia empresarial e a gestão de competências nas organizações, entre outros.

Bruno Silva Camargo

Graduado em Engenharia Industrial Madeireira (UNESP), mestrando em Engenharia de Produção (UTFPR). Atualmente Docente na Faculdade de Ciência Sociais e Agrárias de Itapeva (FAIT). Engenharia de Produção em desenvolvimento de produtos e processos. Áreas de pesquisa: energia da biomassa vegetal, ACV e Sustentabilidade.

Carlos Alberto Silva de Miranda

Graduação: Desenho industrial, UEMG. Mestrado: Engenharia de Produção, UFMG. Doutorado: Engenharia de Materiais, UFOP. Professor titular do IBMEC.

Cristiane Karyn de Carvalho Araújo

Estudante de Mestrado em Engenharia de Produção (UTFPR / PG). Bacharel em Engenharia Industrial Madeireira (UNESP). Integrante do grupo de pesquisa Laboratório de Estudos em Sistemas Produtivos Sustentáveis - LESP, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Áreas de pesquisa e interesse: Sustentabilidade, ACV e Painéis de Madeira.

Edelvan Severiano

Engenheiro Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Medianeira. Possui interesse em projetos ambientais, gestão e tratamento de efluentes líquidos, resíduos sólidos, emissões atmosféricas, biogás, tecnologias ambientais voltadas para o bom desenvolvimento da sociedade em conjunto com o meio ambiente.

Edimilson Costa Lucas

Doutor em Administração de Empresas (Linha de Finanças) pela EAESP-FGV (2015), aprovado com distinção pela banca avaliadora, sendo sua Tese de Doutorado ganhadora do Prêmio GV Pesquisa 2016 de MELHOR TESE do ano de 2015. Mestre em Estatística pela UNICAMP (2003), MBA em Finanças pela FGV (2006) e Bacharel em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia (1998).

Eduardo Jonan Cervantes Lozornio

Mestrando em Sustentabilidade pela EACH/USP. Graduado em Relações Internacionais pela Universidad Nacional Autónoma de México. Tem experiência profissional no setor privado nas áreas de meio ambiente, políticas públicas e responsabilidade social.

Flavio Henrique Alves Agrizzi

Graduando do curso de Engenharia Civil na Faculdades Integradas Espírito-Santenses-FAESA. Atualmente, desenvolve pesquisas na área de otimização dos sistemas de transporte urbano.

Gabriela de França Lopes

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (2014). Atualmente é mestranda em Engenharia Química na Universidade Estadual de Maringá na área de simulação de processos.

Haiany Martins Marinho

Possui graduação em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH), atualmente é discente de MBA em Gestão Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Analista de Meio Ambiente e Sustentabilidade no Grupo Rio Branco Alimentos S/A, onde atua com Gestão Ambiental (licenciamento ambiental de atividades ligadas a indústria e a suinocultura e atendimento aos órgãos de Meio Ambiente), suporte técnico às Estações de Tratamento de Água e Efluente, elaboração de Relatórios e Projetos Ambientais. Além de possuir experiência na área de Certificação, onde atuou no Instituto Mineiro de Agropecuária, na área de Resíduos Sólidos pela Federação das Industriais de Minas Gerais e na área de Educação Ambiental pelo Museu no Mundo das Águas.

Henrique de Lacerda Tinoco

Tem experiência na área de Mecânica, com técnico em Mecânica pela escola Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca e Engenharia Mecânica em andamento, pela UTFPR

Humberto Medrado Gomes Ferreira

Doutor em Administração (USCS/SP, 2017), Mestre em Administração (Ibmec-RJ/2006), Pós-Graduado em Administração (FGV-RJ/2001), Graduado em Economia (UCP-RJ/1989) e Graduado em Administração (Estácio de Sá/2014). Professor do IBMEC nos Cursos EAD de Curta Duração, nas disciplinas Gestão de TI; Professor da Universidade Estácio de Sá, Petrópolis.

Iago Lucas de Oliveira Leão Teixeira

Bacharel em Engenharia de Produção (UNINORTE LAUREATE). Atuou como pesquisador ativo em projeto de pesquisa da Iniciação Científica (IC) do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pela UNINORTE LAUREATE com o tema sistema operacional, inovação, tecnologia e transporte público. Participa de pesquisas cuja temática se refere ao meio ambiente, sustentabilidade, desenvolvimento e responsabilidade social.

Isabela Oliveira Prado

Graduanda em Administração na Universidade de Mogi das Cruzes- Campus Villa Lobos. Atualmente é auxiliar administrativo coordenando o setor de estágios da Universidade de Mogi das Cruzes - Campus Villa Lobos,

Jeferson David Araujo Sales

Doutor em Administração (PROPAD/UFPE, 2012), mestre em Administração (PPGA/UFPB, 2005) e graduado em Administração (UNIT, 2002). Professor Adjunto IV do Departamento de Administração da Universidade Federal de Sergipe. Coordenador operacional do DINTER em Administração UFS/UFBA (desde 07/2015). Avaliador institucional do INEP/MEC (desde 2010). Consultor da CAPES (desde 2014). Líder do grupo de pesquisa Observatório de Tecnologia, Inovação e Organizações - OTIO. Atua nos seguintes campos: gestão de sistemas de informação, gestão do conhecimento, colaboração e cooperação nas organizações, tecnologias colaborativas, coletivos inteligentes.

Jéssica Maria Ferreira de Almeida do Couto

Graduada em Engenharia de Alimentos, Mestranda em Engenharia Química e Pós-Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Estadual de Maringá - UEM.

Jhonathan Fernandes Torres de Souza

Mestrando pelo programa de Sustentabilidade pela Universidade de São Paulo (atual). Graduado em Gestão Ambiental pela Universidade de São Paulo (2014). Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em emissões de GEE, energia e mudanças climáticas. Trabalhou 2 anos e meio em projeto de parceria CETESB-BID sobre análise econômica de cenários de baixo carbono para a indústria do Estado de São Paulo.

José Cláudio Caraschi

Bacharelado e Licenciatura em Química pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC) da Universidade de São Paulo (USP), Mestrado e Doutorado em Química pelo IQSC/USP. Pós-doutorado em materiais conjugados não-metálicos pela FCA/UNESP. Atualmente é Prof. Assistente Doutor da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Tem experiência na área de Química, com ênfase em química da madeira e de outros materiais lignocelulósicos, atuando principalmente na área de engenharia de energia da biomassa vegetal.

José Roberto Kassai

Professor da FEA/USP, Doutor e Mestre em Contabilidade e Controladoria, Coordenador do Núcleo de Estudos em Contabilidade e Meio Ambiente (NECMA/USP), com especializações realizadas na Bélgica e no Japão, exerceu cargos executivos em empresas e em consultoria empresarial, Ex-Fiscal de Rendas SP, membro e conselheiro da FIPECAFI.

Junio Crevelaro

Atualmente cursa o quarto ano de Engenharia Elétrica na UTFPR campus Medianeira. Possui interesse em projetos elétricos, automação, eficiência energética e energias renováveis, geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e tecnologias voltadas para o setor industrial e para o sistema elétrico de potência.

Láercio Baptista da Silva

Professor aposentado do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Pará. Doutor em Controladoria e Contabilidade pela Universidade de São Paulo. Tem experiência na gestão de Instituições de Ensino Superior. Consultor da Fecomercio - Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo.

Larissa Diniz Nazareth

Graduada em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Congonhas. Atual presidente da Scoupe Consultoria Júnior, empresa júnior do IFMG- Congonhas. Atuou na linha de pesquisa "Análise de Indicadores de Sustentabilidade: um estudo comparativo luso-brasileiro", como bolsista PIBIC.

Larissa Krambeck

Mestranda em Ciências Térmicas em Engenharia Mecânica na UTFPR, Câmpus Ponta Grossa-PR. Graduada em Engenharia Mecânica pela UTFPR, Campus Ponta Grossa-PR. Participou do Programa Ciência sem Fronteiras durante 18 meses na RMIT (Melbourne - Austrália).

Leandro da Silva Nascimento

Bacharel em Administração (2015) e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Pernambuco - PROPAD/UFPE. Atualmente desenvolve pesquisas nas áreas de Sustentabilidade, Estratégia Organizacional e Comportamento do Consumidor.

Luan Diego de Lima Pereira

Mestre em Engenharia Elétrica pela UFES, Especialista em Docência no Ensino Superior pela UCAM e Graduado em Engenharia Elétrica pelo IFBA. Atualmente atua como professor substituto no IFES campus Linhares no curso de Automação Industrial. Pesquisa Geração Distribuída de Energia Elétrica, dentro da área de Sistemas Elétricos de Potência.

Lucas da Silva Pereira

Graduado em Administração pela União das Instituições Educacionais do Estado de São Paulo (2011) e em Contabilidade pelo Centro Universitário da Grande Dourados Unigran (2017). Especialista em Gestão Empresarial pela Toledo e em Gestão Pública pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2016), atualmente está matriculado como aluno regular no programa de Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (MMADRE) na Unoeste. Tem experiência Gestão de Negócios, nas áreas de Recursos Humanos, Financeira, Planejamento Estratégico e Controladoria Pública. Atua profissionalmente em empresas de Tecnologia e Logística que presta serviços terceirizados para organizações que operam meios de pagamentos como Cielo, Rede, Elavon, Stone, Getnet entre outras.

Lúcia Helena de Oliveira Leão Teixeira

Mestre em Processos Construtivos e Saneamento Urbano (UFPA). Bacharel em Administração (UMC) e Fisioterapia (UNINORTE). Tem especialização em Gestão Hospitalar e Serviços de Saúde (UNINORTE), Fisioterapia Dermatofuncional e Realibitação em Ortopedia e Traumatologia (ÁVILA), Marketing e Moda (UNIARA). Estudos complementares em Educação e Desenvolvimento (LUSÓFONA). Docente em educação profissional há mais de vinte anos. Atualmente é professora de ensino superior e coordenadora de curso (CIESA). Possui artigos nas áreas de pesquisa em educação, meio ambiente e saúde.

Luciana Cristina Andrade Costa Franco

Mestre em Saúde e Ambiente pela Universidade Tiradentes (2009), Especialização em Gestão em Empresarial pela Faculdade São Luis (2005) e graduação em Serviço Social pela Universidade Tiradentes (2001). Atualmente é professora nos Cursos de Gestão da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe - FANESE e atua na Escola de Contas Conselheiro José Amado Nascimento do TCE/SE, na área de capacitação e desenvolvimento de pessoas no Tribunal de Contas do Estado de Sergipe.

Luciano Wallace Gonçalves Barbosa

Mestrando em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, na área de Materiais e Processos de Fabricação. Graduado em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG Campus Congonhas. Na graduação, atuou como tutor das disciplinas Cálculo I e Equações Diferenciais, desenvolveu projetos de iniciação científica ligados à análise de custos logísticos em mineradoras de pequeno porte e à aplicação de equações diferenciais em cálculos de volumes em dimensões espaciais. Gerenciou uma cadeia logística no setor de serviços de instalação de TV por assinatura no período de 2012 a 2017.

Luis Vitório Gulineli Fachini

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2016), Câmpus Ponta Grossa-PR. Mestrando em Ciências Térmicas em Engenharia Mecânica na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa-PR. Tem experiência na área de projetos de tubulações industriais, vasos de pressão, processos de indústrias sucroalcooleira e simulação numérica. Trabalha ainda com sistema de arrefecimento para placas fotovoltaicas e sistemas de reaproveitamento de energia térmica.

Luiz Eduardo Simão

Graduação em Engenharia Química pela FURB - Fundação Universidade Regional de Blumenau, Mestre em Engenharia de Produção pela UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina e Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Ocupou cargos de gerência na área de qualidade e produção em algumas empresas industriais. Foi consultor de empresas do SENAI SC, onde atuou na coordenação de projetos de melhoria na eficiência em várias empresas, nas áreas de planejamento e controle da produção, modelagem e simulação de fábricas, gestão de estoque, estudo e otimização de layout e implantação programas e ferramentas utilizando a abordagem enxuta (lean manufacturing). Atualmente, é gerente de projetos da LES Consultoria & Treinamento e professor dos cursos de graduação em logística e administração e pós graduação na Univali. É professor titular do programa de mestrado profissionalizante em administração - gestão, internacionalização e logística (PMPGIL) na Univali.

Luiz Mario de Matos Jorge

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (1990), mestrado (1992) e doutorado (1998) em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo USP. Tem experiência na área de Engenharia Química com desenvolvimentos de trabalhos com ênfase em reatores químicos e modelagem e simulação de processos. Investiga aspectos fundamentais envolvendo sistemas sem reação, p. ex.: secagem e hidratação de grãos, bem como sistemas com reação, p. ex.: reforma a vapor de metano e degradação fotocatalítica. Interage diretamente com a indústria desenvolvendo trabalhos aplicados ao setor produtivo. Atualmente é professor Associado do DEQ-UEM e membro permanente do programa de pós-graduação da UEM. Também é Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo CNPq.

Mariana Rodrigues Dornellas

Acadêmica em Engenharia Civil, IBMEC

Nadson Jaime Ferreira Alves

Doutor em Administração pela Universidade de São Caetano do Sul (USCS); Mestre em Controladoria e Contabilidade pela Universidade de São Paulo (FEA/USP); Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Pará (UFPA); Professor Associado I da Universidade Federal do Pará (FACICON/UFPA).

Nayara de Oliveira Pereira

Técnica em Segurança do Trabalho pelo Instituto Educacional de Belo Horizonte (IEB-Cecon) e bacharel em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). Além de possuir experiência na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) na área de regularização ambiental, licenciamento ambiental com ênfase em atividades industriais na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte (SMMA) e experiência com levantamentos ambientais para elaboração de PPRA, PCMAT, PGR, LTCAT, relatórios referentes à segurança do trabalho, programas preventivistas, relatórios de visitas técnicas e de atividades, treinamentos.

Nayara Gonçalves Dantas Gomes

Graduanda em Engenharia Civil - IBMEC

Neusa Idick Scherpinski

Possui graduação em Matemática, com Habilitação em Física e Desenho Geométrico pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Cascavel/PR (1994). Especialização Lato Sensu em Metodologia do Ensino Aprendizagem pela FESL- SP (1998). Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais pela Unioeste Cascavel/PR (2004). Autora do Livro Didático Público do Paraná. É Professora Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Medianeira PR onde atua nas disciplinas de Estatística e Cálculo.

Nilda dos Santos

Mestranda do Programa de Pós Graduação em Administração da Universidade Federal de Rondônia - Unir, Graduada em Administração pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Professora de Administração no Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT.

Paulo Henrique Campos Prado Tavares

Graduação: Química, UFMG. Mestrado: Química, UFMG. Doutorado: Engenharia de Materiais, UFOP. Professor titular do IBMEC.

Paulo Roberto Paraíso

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1980), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1986) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (2001). Atualmente é professor associado a da Universidade Estadual de Maringá e adjunto c da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Operações de Separação e Mistura, atuando principalmente nos seguintes temas:

secagem, farelo de soja, leite fluidizado e energia. Bolsista Produtividade da Fundação Araucária (Paraná).

Paulo Roberto Paraíso

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG (1980), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (1986) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (2001). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Operações de Separação e Mistura, atuando principalmente nos seguintes temas: secagem, farelo de soja, leite fluidizado e energia. Atualmente é professor associado e adjunto C da UEM.

Rafael Germano Dal Molin Filho

Possui graduação em Engenharia de Produção com ênfase em Construção Civil pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2005), especialização em Marketing pelo Instituto Paranaense de Ensino (2007), MBA em Gestão Empresarial pela UEM (2010) e mestrado em Engenharia Urbana pela UEM (2012). Atuou como analistas de processos e supervisor de engenharia no setor metal-mecânico de 2005 a 2010. Atualmente é professor assistente da UFPR e doutorando em Engenharia Química.

Rafael Montanhini Soares de Oliveira

É graduado em Engenharia Civil pela Universidade de Taubaté (UNITAU) e Licenciatura Normal Superior pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), com Pós Graduação Lato Sensu em Gestão e Docência em EaD pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Pós-Graduação Strictu Sensu nível Mestrado em Ciências Cartográficas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCT/UNESP) e doutorado em Engenharia Química na área de Poluição, e preservação ambiental na Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foi professor da Universidade Estadual de Maringá - PR durante quatro anos no curso de Tecnologia em Meio Ambiente. Também atuou como professor adjunto da Universidade Federal do Tocantins no curso de Engenharia Ambiental durante cinco anos e meio. Atualmente é professor do Curso de Engenharia Ambiental da UTFPR em Londrina-PR. Tem experiência em pesquisa e docência na área de meio ambiente, atuando principalmente nos seguintes temas: perícia ambiental, saneamento, educação ambiental, gerenciamento de resíduos, gestão ambiental e tratamento de efluentes.

Rayane Ester Felício Santiago

Graduanda em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Atuou como tutora na disciplina de Cálculo I, e participou do projeto de pesquisa sobre a ISO 55000 de Gestão de Ativos. Participou do programa de estágios de uma importante empresa do setor Ferroviário e possui experiência em Gestão de Projetos.

Renata Veloso Santos Policarpo

Graduada em Administração pela Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ, possui doutorado em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. É também Mestre em Administração pela Universidade Fumec e possui ainda especialização em Gestão Estratégica em Finanças - UFSJ e MBA Internacional em Gestão de Negócios pela Fundação

Getúlio Vargas - FGV. Atua como pesquisadora e professora de graduação e pós graduação lato e strictu sensu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas - IFMG, desde 2006 onde leciona nas áreas de Administração, Estratégia, Comportamento Organizacional e Engenharia Econômica. Além disso é autora de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais e capítulos de livro.

Renata Veloso Santos Policarpo

Graduada em Administração pela Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ, possui doutorado em Administração pela Universidade Federal de Minas Gerais _ UFMG. É também Mestre em Administração pela Universidade Fumec e possui ainda especialização em Gestão Estratégica em Finanças - UFSJ e MBA Internacional em Gestão de Negócios pela Fundação Getúlio Vargas - FGV. Atua como pesquisadora e professora de graduação e pós graduação lato e strictu sensu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas - IFMG, desde 2006 onde leciona nas áreas de Administração, Estratégia, Comportamento Organizacional e Engenharia Econômica. Além disso é autora de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais e capítulos de livro.

Rita de Cássia Lopes Moro

Doutoranda em Sustentabilidade pela EACH/USP; Mestra em ciências pelo programa de Têxtil e Moda pela EACH/USP; Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Paulista; Graduação em Engenharia Têxtil pela Universidade Estadual de Maringá. Integrante do Grupo de Pesquisa Moda na Cadeia Têxtil. Tem experiência no setor privado, tendo atuado em empresas têxteis e de auditoria como Toyota Máquinas Têxteis Brasil Ltda, Omi do Brasil S.A. e Bureau Veritas.

Rita de Cássia Marques Lima de Castro

Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Integração da América Latina - PROLAM/USP. Mestre em Administração de Empresas pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. Bacharel em Comunicação Social - Jornalismo - Faculdade de Comunicação Social Cásper Líbero. Professora de Ensino Superior desde 2004, na Universidade Mogi das Cruzes - UMC - Campus Villa-Lobos. Pesquisadora no CORS-USP e no NESPI-USP. Realizou pesquisa de pós-doutorado na FEA-USP (2015-2017). Avaliadora de Cursos do Ministério da Educação - MEC. Na Área Acadêmica, desde 1998 desenvolve projetos de Credenciamento Internacional, Auto Avaliação Institucional, Implantação de Sistemas Educacionais.

Rodrigo Clemente Thom de Souza

Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2000), MBA em Tecnologia da Informação Aplicada à Gestão Estratégica pela FGV-RJ (2003), MBA em Marketing em Ambiente de Tecnologia pela ESPM-RJ (2003), mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas pela PUC-PR (2008) e doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) (2013) com Sanduíche pela University of Manchester-Reino Unido (2012). Atualmente é professor adjunto da UFPR, professor colaborador do Mestrado Profissional (Stricto Sensu) em Desenvolvimento de Tecnologia dos Institutos Lactec, líder do CNC - Grupo de Pesquisa em Computação Natural e Científica (UFPR) e representante setorial de Relações Internacionais da UFPR.

Romel Dias Vanderlei

Possui graduação em Engenharia Civil (1996) pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL, mestrado (1999) e doutorado (2004) em Engenharia de Estruturas pela Escola de Engenharia de São Carlos – USP. Professor Atualmente é professor associado da UEM onde leciona as disciplinas de Mecânica dos Sólidos e Estruturas de Concreto no curso de graduação em Engenharia Civil. Leciona e orienta pesquisas nos programas de pós-graduação em Engenharia Civil e Engenharia Urbana da UEM. Especializou-se nas áreas de concretos especiais e estruturas de concreto, atuando principalmente nos seguintes temas: estruturas de concreto, concretos especiais, concreto de alto desempenho, novos materiais a base de cimento, resíduos na construção civil.

Romeu Miqueias Szmoski

Possui doutorado (2013) em Ciências - Física pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é professor adjunto da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e editor da Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada. Também atua como professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR. Tem experiência na área de Física, com ênfase em sistemas dinâmicos e fenômenos complexos, atuando principalmente nos seguintes temas: sincronização de caos, redes complexas, teoria de informação. Trabalha ainda com pesquisas voltadas à implementação de tecnologias de informação e comunicação para interação com fenômenos naturais e experimentos físicos.

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Geólogo, Mestre em Geofísica e Doutor em Desenvolvimento Socioambiental. Professor/Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia (PPGEDAM) do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Líder do Grupo de Pesquisas Aproveitamento de Água de Chuva na Amazônia, Saneamento e Meio Ambiente (GPAC Amazônia). Diretor da Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC). Atua nas áreas de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, em especial, Água Subterrânea, Aproveitamento de Água da Chuva, Indicadores de Sustentabilidade.

Sâmique Kyene de Carvalho Araújo Camargo

Graduado em Engenharia Industrial Madeireira (UNESP), mestrado em Engenharia Mecânica (UNESP). Doutoranda em Engenharia Mecânica (UNESP). Atualmente Docente na Faculdade de Ciência Sociais e Agrárias de Itapeva (FAIT). Biorefinaria.

Suzana Soares Quintino

Possui graduação em Logística pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci(2012), especialização em Formação em IFRS pelo Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras(2015) e especialização em MBA em Gestão Financeira com Ênfase em Auditoria e Controladoria pelo Fundação Getúlio Vargas(2015). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração de Empresas.

Tanatiana Ferreira Guelbert

Possui Doutorado em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2013). Mestrado em Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2008). Especialista em Gestão Estratégica de Pessoas e em Gestão Financeira. Graduação em Administração pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2000). Tem especial interesse em projetos relacionados a Gestão de Empresas e Talentos, Desenvolvimento de Novos Produtos, Marketing, Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social. Chefe do Departamento de Gestão e Economia e Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ministrando disciplinas na área de Gestão para cursos de Engenharia, Tecnologia e Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Inovações Tecnológicas.

Thiago Antonini Alves

Graduado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - FE/IS/Unesp (2004). Mestre em Engenharia Mecânica pela FE/IS/Unesp (2006). Doutor em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas - FEM/Unicamp (2010). Pós-Doutorado em Engenharia Mecânica no Laboratório de Tubos de Calor da Universidade Federal de Santa Catarina (LabTUCAL/POSMEC/UFSC). Professor Adjunto na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Ponta Grossa - UTFPR/Ponta Grossa. Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Engenharia Mecânica da UTFPR/Ponta Grossa. Atualmente é o Chefe do Departamento Acadêmico de Mecânica e o Vice-Coordenador do Mestrado em Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Ciências Térmicas, com ênfase em Transferência de Calor, Termodinâmica e Mecânica dos Fluidos, atuando principalmente nos seguintes temas: tubo de calor, termossifão, convecção, condução, controle térmico de equipamentos eletrônicos, geração e cogeração de energia, emissão e dispersão de poluentes atmosféricos, simulações numéricas e investigação experimental.

Thiago Augusto de Moraes

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Campo Mourão. Possui experiência internacional de graduação em Engenharia Civil e Ambiental pela University of New South Wales (UNSW) - Sydney, Austrália. Atualmente cursando Mestrado em Inovações Tecnológicas com dissertação na área de tratamento de efluentes e reuso de água. Também possui experiência em sistemas integrados de gestão, tendo trabalhando com licenciamento ambiental, ISO 9000, ISO 14000, elaboração de projetos ambientais e gestão de projetos.

Tiago Goulart

Atualmente acadêmico do quinto ano de Engenharia Ambiental na UTFPR, campus Medianeira. Interessado em mecanismos de desenvolvimento limpo, aproveitamento energético, energias renováveis, gestão de recursos hídricos, avanço tecnológico voltado à sustentabilidade, gestão e tratamento de efluentes líquidos, controle de emissões atmosféricas e educação ambiental.

Verônica Bernardes de Souza Léo

Possui graduação em Engenharia de Produção Civil e mestrado em Engenharia Civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), além de um curso de Pós Graduação em Administração Estratégica. Atualmente é doutoranda em Engenharia Civil

(ênfase em hidráulica, hidrologia e vazões ecológicas) no CEFET-MG e é professora de ensino superior na Instituição UNI-BH nas disciplinas de Hidráulica, Hidrologia, Sistemas Hidráulicos e Tratamento de Esgoto e Materiais de Construção. Possui experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase na área de hidrologia, hidráulica, drenagem urbana, técnicas de controle de cheias urbanas e modelagem de sistemas ambientais.

Wagner Antonio Coelho

Possui graduação em DIREITO pela Universidade do Vale do Itajaí (2003) e especialização em Direito Aduaneiro e Comércio Exterior (2006), Habilitação para Magistério Superior (2009). Desde 2005 é advogado/sócio - Guero e Coelho Advogados Associados. Foi Diretor Jurídico/Administrativo da Forbusi Importação e Exportação, 2006-2010. Responsável pela coluna Opinião, da Revista Informativo dos Portos, desde 2009, até o presente momento. Ex-Presidente da Comissão de Direito Aduaneiro Marítimo e Portuário da OAB, Subseção Itajaí. 2011-2012. Ex-Vice-Presidente da Comissão de Direito Aduaneiro, Marítimo e Portuário da OAB, Seccional Santa Catarina. Professor no Curso de Graduação em Comércio Exterior, e, Gestão Portuária (UNIVALI), nas disciplinas de Direito Marítimo e Regimes Aduaneiros Especiais. Professor nas Pós-Graduações da UNIVALI: MBA em Importação e Internacionalização de Empresas; especialização em Direito Aduaneiro e Comércio Exterior; especialização em Direito Marítimo e Portuário. Autor do livro Contêiner: Aspectos Históricos e Jurídicos. 2011

Wesley de Almeida Souto

Doutor em Engenharia Mecânica pela UFPB e Mestre em Engenharia Elétrica pela UFU. Professor Titular EBTT do Instituto Federal da Bahia, Campus Vitória da Conquista, atua na Graduação de Engenharia Elétrica, nas áreas de Sistemas de Automação Industrial e Acionamentos Elétricos. Pesquisador e orientador de projetos de Graduação, PIBIC e PIBIT.

Wilquer de Lima Pereira

Graduando em Engenharia Elétrica pelo IFBA. Técnico em Eletrônica pelo IFBA. Pesquisador na área da Robótica.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93729-65-2

9 788593 729652