CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI

PALOMA CAPOLETE HABER

GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de múltiplos casos em obras públicas do setor de transportes

São Bernardo do Campo
2016

PALOMA CAPOLETE HABER

GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de múltiplos casos em obras públicas do setor de transportes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro Universitário FEI para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica de Produção, orientada pelo Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf.

São Bernardo do Campo
2016

Capolete Haber, Paloma.
GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de múltiplos casos em obras públicas do setor de transportes / Paloma Capolete Haber. São Bernardo do Campo, 2016.
71 f. : il.

Dissertação - Centro Universitário FEI.
Orientador: Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf.

1. Resíduos Sólidos. 2. Sustentabilidade. 3. Construção Civil. I. de Castro Hilsdorf, Wilson, orient. II. Título.

Elaborada pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da FEI com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

centro universitário FEI

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
ATA DA BANCA EXAMINADORA

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Mecânica

Mestrado

PGM-10

Aluno: Paloma Capolete Haber **Matrícula:** 213124-1

Título do Trabalho: Gestão da sustentabilidade na construção civil: um estudo de múltiplos casos em obras públicas do setor de transportes.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf

Data da realização da defesa: 11/04/2016

ORIGINAL ASSINADA

Avaliação da Banca Examinadora:

São Bernardo do Campo, 11 / 04 / 2016.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA	
Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf	Ass.: _____
Prof. Dr. Kurt André Pereira Amann	Ass.: _____
Prof.ª Dr.ª Michelle Sato Frigo	Ass.: _____

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO ☒ REPROVADO ☐

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

APROVO A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO EM QUE FORAM INCLUÍDAS AS RECOMENDAÇÕES DA BANCA EXAMINADORA

_____

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

_____

Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco

Dedico a meus pais e meu marido,
apoiadores incondicionais.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que me ajudaram na realização deste trabalho, cada um a sua maneira.

Meu primeiro agradecimento é para meu pai, meu maior incentivador, melhor amigo e orientador. É uma honra poder seguir seus passos.

A todos os gestores das empresas estudadas que me cederam gentilmente seus tempos, informações e documentações. Sem sua ajuda, nada disso teria se realizado.

A meu marido que pacientemente esperou a conclusão deste trabalho, me incentivou e dedicou seu tempo para que eu pudesse chegar ao fim.

Minha mãe que sempre esteve ao meu lado, que se orgulha do meu trabalho realizado.

E a todos os meus parentes e amigos que souberam entender que sem dedicação tudo isso não seria possível.

RESUMO

O crescimento da geração de resíduos sólidos de construção civil no Brasil levou à elaboração de leis ambientais que regulamentam a gestão de resíduos, obrigando as empresas, a tomar diversas medidas para a minimização dos impactos causados pela geração dos mesmos. É neste contexto que se insere o objetivo do presente trabalho, que é avaliar em que medida as empresas de construção de obras públicas do setor de transportes adotam os princípios da gestão de sustentabilidade na construção civil. A metodologia de pesquisa utilizada foi o estudo de múltiplos casos, com a aplicação de entrevista semi-estruturada com perguntas elaboradas a partir da revisão da literatura. Os resultados demonstram que em todas as empresas a legislação ambiental é cumprida em sua íntegra e as ações sustentáveis são muito análogas entre si, sendo que em todas as empresas há algum tipo de prática que vise à prevenção e/ou minimização do consumo de recursos. Ainda que a legislação ambiental brasileira e os sistemas de gestão englobem os principais princípios de uma gestão sustentável, o conceito não é amplamente atingido. Verificou-se através do presente trabalho que nos casos estudados é possível verificar a adoção dos melhores princípios da gestão de sustentabilidade através de ações isoladas dentro de cada obra, e que ainda há muitas barreiras que impedem que os projetos atendam plenamente o conceito de gestão sustentável.

Palavras Chave: Legislação Ambiental Brasileira. Princípio dos 3Rs. Gestão de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

The increase in construction solid waste generation in Brazil led to the development of environmental laws regulating waste management, forcing companies to take several measures to minimize the impacts caused by this generation. It is in this context that the purpose of this study, which is assessing the extent to which construction companies of public works in the transportation sector adopt the principles of sustainability management in construction. The research methodology used was the study of multiple cases and application of semi-structured interview with questions drawn from the literature review. The results show that environmental legislation is fulfilled in all companies, the sustainable actions are very similar to each other, and in all companies there is some kind of practice aimed at preventing or minimizing resource consumption. Although the Brazilian environmental legislation and management systems covered the main principles of sustainable management, the concept is not widely achieved. It was found through this work that in the cases studied it is possible to verify the adoption of the principles of sustainability management through isolated actions on the contructions sites, and there are still many barriers that prevent projects fully meet the concept of sustainable management.

Keywords: Brazilian environmental legislation. 3R Principles. Solid Waste Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - As dimensões da Sustentabilidade..... 14

Figura 2 - Gráfico de toneladas por dia de RCD coletados por região..... 21

Figura 3 - Gráfico de representatividade da região na geração de resíduos e porcentagem populacional por região..... 22

Quadro 1 - Principais tipos de resíduo gerados na construção civil..... 23

Figura 4 - Ordem de priorização do tratamento dos resíduos..... 27

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de destinação..... 35

Figura 5 - Fluxograma de análise de ciclo de vida para o sistema de gestão de RCD.... 38

Quadro 3 - Documentos de pesquisa..... 41

Quadro 4 - Tópicos de pesquisa..... 44

Figura 6 - Reutilização de água nos canteiros de obra da empresa A para cura de concreto..... 50

Figura 7 - Coleta de água de ar condicionado para reutilização..... 52

Figura 8 - Separação e coleta seletiva na empresa C..... 53

Figura 9 - Reutilização de água nos canteiros de obra da empresa D..... 54

Figura 10 - Execução de estacas a seco..... 56

Quadro 5 - Comparativo de resultados por empresa..... 59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
2 REFERENCIAL TEÓRICO 13
2.1 SUSTENTABILIDADE 13
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS 15
2.2.1 Resíduos sólidos da construção civil 19
2.2.2 Legislação Brasileira para Resíduos Sólidos 23
2.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 26
2.3.1 Princípio dos 3 R's 28
2.3.2 Destinação Final dos Resíduos 33
2.3.3 Gestão Sustentável na Construção Civil 36
3 **METODOLOGIA DE PESQUISA** 40
3.1 ESTUDO DE CASO 42
3.2 *FRAMEWORK* E ROTEIRO DE PESQUISA 43
4 PESQUISA DE CAMPO 46
4.1 COLETA DE DADOS 46
4.2 EMPRESAS ESTUDADAS 47
4.3 ANÁLISE DE DADOS 48
5 RESULTADOS DAS PESQUISAS 49
5.1 CONSUMO DE RECURSOS 49
5.2 PROJETO E PLANEJAMENTO 54
5.2.1 Gestão Ambiental 56
5.3 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS 61
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 65
REFERÊNCIAS 67
APÊNDICE A – ROTEIRO DE PESQUISA 73

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da geração de resíduos sólidos de construção civil no Brasil nos últimos anos vem sendo impulsionado pelo crescimento do número de obras civis geradas principalmente por programas governamentais como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), Minha Casa Minha Vida e eventos mundiais a serem sediados no Brasil como os Jogos Olímpicos em 2016, além da necessidade de melhoria da infraestrutura, bastante deficiente no país.

Dados apontam como sendo oriundos da construção civil, 50% dos resíduos sólidos gerados no Brasil (ANGULO, 2005, p. 7), o que faz com que pesquisadores, governo e sociedade voltem seus olhares para os impactos causados pela má gestão desses resíduos.

O reflexo da evolução do movimento ambientalista no Brasil, a partir de eventos como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ECO 92) levou à elaboração de leis ambientais que regulamentaram a gestão de resíduos, obrigando as empresas à tomada de diversas medidas para a minimização dos impactos causados pela geração dos mesmos.

No Brasil, exemplos de leis que regem a gestão de resíduos podem ser citadas, tais como a Resolução CONAMA n° 307/2002 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Decreto n° 7.404/2010 que regulamenta a Lei n° 12.305, onde fica instituído que é de responsabilidade dos geradores o gerenciamento dos resíduos relativos à construção civil. Além disso, fica estabelecida na lei a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos que contemple, no mínimo: a caracterização dos resíduos sólidos gerados, sua origem; os possíveis passivos ambientais a eles relacionados; os responsáveis por cada etapa do processo de gerenciamento; a definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento; as ações preventivas e corretivas a serem executadas em caso de gerenciamento incorreto ou acidentes; as metas e procedimentos relacionados à minimização da geração dos resíduos sólidos; medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos, além de dados relativos à periodicidade de sua revisão (BRASIL, 2002).

Ainda no âmbito legal, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contém ferramentas importantes que contribuem para o avanço da gestão e tratamento de resíduos sólidos no país, uma vez que visa à prevenção e a redução na geração de resíduos, propondo a prática de hábitos de consumo sustentável, o aumento da reciclagem, da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, ou seja, aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado (BRASIL, 2010).

O consumo sustentável presente na política nacional de resíduos sólidos introduz na legislação um viés de sustentabilidade antes não abordado, porém já proposto e definido pelo Bruntland Report em 1987, como sendo o desenvolvimento sustentável, aquele que permite atender as necessidades básicas de toda população e garantir a todos a oportunidade de ter uma vida melhor sem, comprometer a habilidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (SILVA, 2007).

Na Comunidade Econômica Europeia (CEE) são produzidos 200 a 230 milhões de toneladas anuais de resíduos provenientes das construções, remodelações e demolições, enquanto que nos Estados Unidos (EUA) se produz cerca de 100 milhões de toneladas/ano, números que já ultrapassam a quantidade de lixo urbano gerado (LAPORTA *et al*, 2006).

No Brasil, o estudo de Pinto (1999) estimou que nas grandes cidades, as atividades de canteiro de obras são responsáveis por aproximadamente 50% dos resíduos de construção e demolição (RDC), enquanto que as atividades de demolição e manutenção de obras são responsáveis pela outra metade e ainda, segundo John (2000), as estimativas são que aproximadamente 2/3 dos resíduos da construção civil provém de manutenção e demolições particulares e o restante de atividades de construção inicial, ou seja, resíduos gerados através de processo produtivo.

De acordo com Mano, Pacheco e Bonelli (2010), no ano de 2010, o Brasil, estava entre os 10 maiores produtores de resíduos por habitante no mundo, a frente de Suécia e Portugal, com cerca de 445 kg/habitante/ano, o que confirma as teses de Pinto (1999) e John (2000) cerca de 10 anos antes.

O segmento da construção pesada representa grande parte de toda construção e demolição do país e abrange atividades ligadas a obras de infraestrutura, como construção de ferrovias, rodovias, portos e aeroportos, relacionados à estrutura de transportes, além da construção de centrais de abastecimento e tratamento de água, instalação de redes de esgoto e obras rodoviárias, vinculadas à estrutura urbana (MONTEIRO; COSTA; ROCHA, 2010).

As obras de construção pesada são quase em sua totalidade, de responsabilidade governamental, seja municipal, estadual e federal, o que remete a elas uma responsabilidade de cumprimento legislativo total, incluindo a legislação ambiental.

Ao atender a legislação ambiental, as construtoras sistematicamente adotam ações de gerenciamento ambiental, porém, essas ações podem não atingir o conceito de desenvolvimento sustentável em sua totalidade, uma vez que a construção sustentável exige um conceito “do berço ao túmulo", sendo necessária a avaliação do projeto, que envolve a

gestão da manutenção de projeto durante todo seu ciclo de vida (DJOKOTO; DADZIE; OHMENG-ABABIO, 2014).

Para John (2001), as atividades da construção e gerenciamento de resíduos, com o tempo deverão aderir ao conceito de desenvolvimento sustentável, pois não é possível atingi-lo sem que a construção civil passe por tais transformações.

Desde a criação da legislação ambiental no Brasil, o tema tem crescido e ganhado força nas empresas de construção civil e pesada para que sigam as leis e implantem programas de gestão ambiental, porém, não se pode afirmar que o atendimento à legislação seja suficiente para garantir uma gestão realmente sustentável dos resíduos de construção civil, uma vez que o simples atendimento a legislação pode não criar um ciclo de vida completo do resíduo, podendo não garantir a destinação mais adequada do mesmo. Ou seja, a destinação correta do resíduo, não afiança que o mesmo seja gerido da melhor maneira (DJOKOTO; DADZIE; OHMENG-ABABIO, 2014).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar em que medida as empresas de construção de obras públicas do setor de transportes adotam os princípios da gestão de sustentabilidade na construção civil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUSTENTABILIDADE

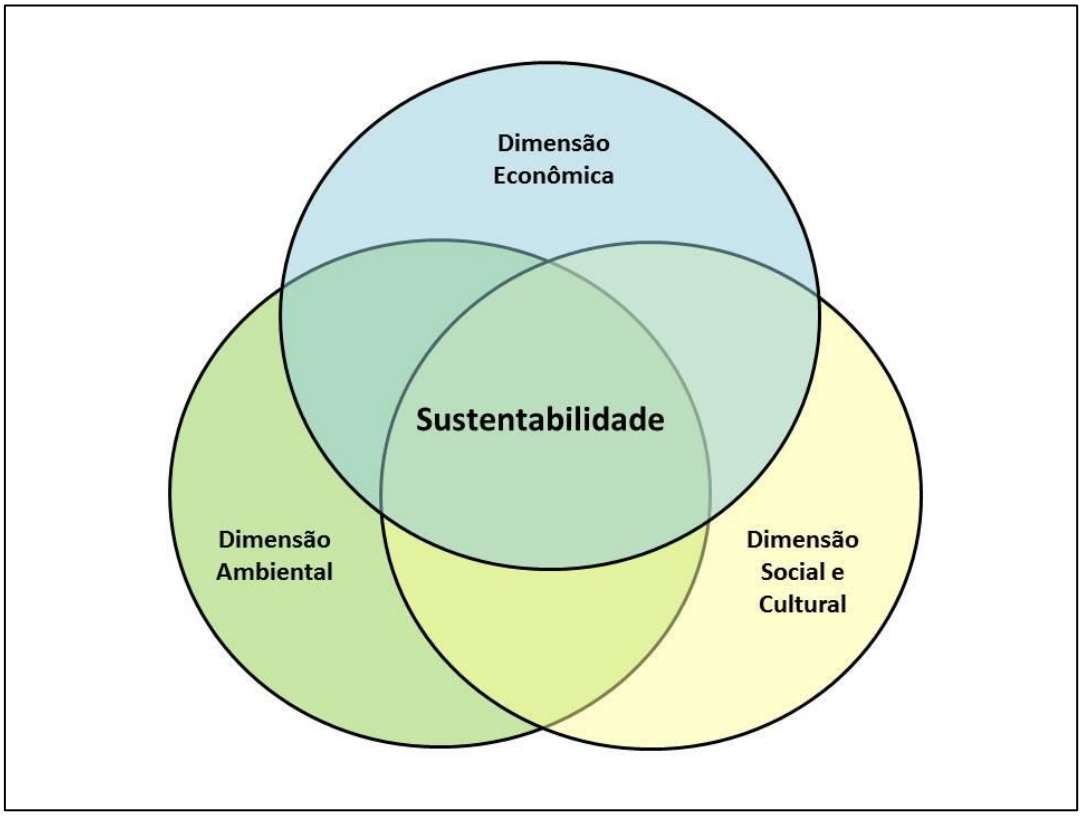
Desde a revolução industrial, a humanidade vem modificando o meio ambiente em prol do desenvolvimento econômico e industrial, porém, esse desenvolvimento levou a que fossem feitas intervenções na natureza sem preocupações com o futuro, provocando grandes danos ambientais.

Há muito tempo a natureza vem sendo tratada como um bem gratuito e inesgotável, com a capacidade de regeneração suficiente para suportar as devastações provocadas em pela civilização moderna. Porém, essa capacidade está sendo afetada com o modelo de desenvolvimento econômico, gerando uma necessidade de medidas preventivas e corretivas a fim de evitar que a mesma se esgote.

O conceito mais comum de sustentabilidade, citada por diversos autores é do *Bruntland Report* de 1987 onde afirma que o desenvolvimento sustentável deve atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987) o que demonstra a preocupação com os aspectos econômicos, porém, sem se descuidar do social e ambiental.

Sendo assim, as estratégias em prol do desenvolvimento sustentável devem operar em três dimensões da sustentabilidade: ambiental, sócio-cultural e econômica, com o objetivo de se obter equilíbrio entre as dimensões, como demonstra a figura 1, que mostra a interligação entre as dimensões econômica, ambiental e social, com o objetivo de atingir a sustentabilidade (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Figura 1 - As dimensões da Sustentabilidade



Fonte: Autor "adaptado de" Motta e Aguilar, 2009

Para Motta e Aguilar (2009) ao analisarem mais a fundo as dimensões da sustentabilidade pode-se enxergar que a integração entre os três fundamentos sustentáveis torna a sustentabilidade um conceito holístico, palavra grega que advém de hólos, que significa inteiro, composto. Segundo o dicionário, holismo é a tendência a sintetizar unidades em totalidades, reunir elementos em um todo, compor; em outras palavras isso nos leva a entender que os esforços para a criação do desenvolvimento sustentável terão que coincidir com a satisfação das necessidades de toda a sociedade, incluindo nela, clientes de empresas sustentáveis e acionistas das mesmas (SAID *et al.*, 2010).

Segundo Said *et al.*, (2010) a sustentabilidade é uma condição que não pode ser alcançada a curto prazo, ou seja, deve ser considerada um desafio a longo prazo, realizado por várias partes para alcançar uma condição sustentável dentro dos parâmetros econômicos, sociais e ambientais.

As empresas de construção civil não diferem das organizações mundiais e empresas que buscam a sustentabilidade, porém, pelo fato de ser responsável por grandes impactos ambientais, em todas as etapas de seu processo (extração de matérias-primas, produção de materiais, construção, uso e demolição) requerem uma atenção especial. Segundo Carneiro,

Cassa e Brum (2001) nenhuma sociedade atingirá o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, passe por profundas transformações.

Segundo dados da *United Nations Environment Programme* - UNEP (2007), a cada ano, cerca de três bilhões de toneladas de matérias primas, 40-50% do fluxo total da economia mundial, são utilizados na fabricação de produtos e componentes de construção em todo o mundo. Matérias primas para o setor da construção são extraídas, processados, transportados, incorporados à construção, chegando à sua destinação final; sendo que todos esses estágios implicam em uma série de impactos ambientais.

Na implementação de projetos de construção, sustentabilidade se refere à utilização de métodos construtivos, implementados durante a fase de projetos, que envolvam menos danos ao meio ambiente (ou seja, a prevenção da produção de resíduos), o aumento do reaproveitamento de resíduos na produção de materiais de construção (ou seja, a gestão de resíduos) e ações benéficas para a sociedade, e rentável para a empresa (SHEN *et al.*, 2009).

Aprofundando o assunto, é claro e notório que a construção civil está presente em todas as regiões do planeta ocupadas pelo homem o que reflete no futuro de todos, sendo assim, qualquer sociedade preocupada com a sustentabilidade deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil como prioridade (JOHN, 2000).

O relatório da UNEP (2007) demonstra que os gastos com construção civil acompanham o crescimento populacional em áreas urbanas, havendo crescimento em quase todos os países no mundo. No Brasil, os gastos com construção, passaram de menos de 200 bilhões de dólares em 2004 para 800 bilhões de dólares em 2005, extrapolando os 5% de crescimento previsto, estimado a partir do crescimento de 2003 para 2004.

Como o crescimento de gastos com a construção tende a continuar aumentando, são necessárias medidas para se reduzir os efeitos dos impactos no meio ambiente, sendo indispensável se fazer cumprir os princípios definidos para o alcance do desenvolvimento sustentável, principalmente no que se refere aos resíduos gerados (UNEP, 2007).

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com Ghiban *et. al.* (2012) resíduos são materiais que não são produtos de primeira linha, ou seja, produtos produzidos para venda, e que para o gerador não possam mais ser usados para fins de produção, transformação ou consumo. Resíduos podem ser gerados durante a extração ou processamento de matérias-primas, ou no consumo de produtos finais, excluindo-se resíduos reciclados ou reutilizados no local de geração.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece em seu artigo 3° que:

> 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.

Ainda, segundo Ghiban *et. al.* (2012), a norma europeia 75/442/CEE classifica os resíduos em: a) Resíduos Municipais, incluindo o lixo doméstico; b) Resíduos Comerciais e de demolição; c) Resíduos perigosos, incluindo resíduos industriais; d) Resíduos de Saúde, incluindo resíduos hospitalares; e) Resíduos perigosos e especiais, incluindo os resíduos radioativos; f) Resíduos explosivos e lixo eletrônico (*e-waste*); g) Resíduos Sólidos na Construção Civil.

A classificação estabelecida no Brasil advém da Política Nacional de Resíduos Sólidos que estabelece classificação próxima da europeia, porém a classifica também quanto à origem e quanto à periculosidade (BRASIL, 2010).

a) Quanto à origem:

- resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas *a* e *b*;
- resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas *b*, *e*, *g*, *h* e *j*;
- resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea *c*;
- resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde;
- resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

- resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

b) Quanto à periculosidade:

- resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental;

- resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados no item acima.

Durante muito tempo, os resíduos sólidos em geral não receberam a atenção necessária que deveriam, tanto de governos, municípios e população e seus impactos não foram levados em consideração. Nos últimos anos, muitos impactos ao meio ambiente foram causados pela destinação incorreta de resíduos sólidos.

Segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), 50,8% dos municípios brasileiros destinou seus resíduos a vazadouros a céu aberto (conhecidos popularmente como lixões), o que demonstra que mais da metade dos resíduos brasileiros foi destinado de forma inadequada e não sustentável, exigindo soluções para o setor.

De acordo com a tabela 1, os dados mais atuais publicados pelo IBGE (2010) demonstram que, no ano de 1989, quase 90% dos resíduos sólidos eram enviados a lixões, enquanto que apenas 1% era destinado a aterros sanitários, locais construídos e preparados tecnicamente para o recebimento de resíduos sólidos, onde há a impermeabilização do solo para impedir contaminação do lençol freático e sistema de captação e tratamento do chorume (substância líquida resultante do processo de putrefação - apodrecimento de matérias orgânicas) decorrente dos resíduos depositados. Ainda, 9,6% dos resíduos eram enviados para aterros controlados, ou seja, vazadouros remediados que recebem uma camada de argila e grama para minimizar o mau cheiro, o impacto visual, e evitar a proliferação de insetos e animais, porém, nesse sistema não há impermeabilização do solo e nem tratamento do chorume.

Tabela 1 - Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos.

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto	**Aterro controlado**	**Aterro sanitário**
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1989/2008.

A partir da tabela 1 pode-se verificar que, após 1989, há um crescimento acentuado do envio dos resíduos tanto para aterros controlados, quanto para aterro sanitários, estes últimos, com crescimento ainda maior após o ano 2000, demonstrando a melhoria na gestão dos resíduos em geral.

Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2012, 2013 e 2014) apontam a porcentagem de destinação adequada e inadequada dos resíduos sólidos no Brasil. A tabela 2 aponta esses dados mostrando que a quantidade de resíduos destinada incorretamente ainda é extremamente significativa e que o crescimento ao longo dos anos tem sido pouco representativo, alcançando menos de 1% ao ano.

Tabela 2 - Porcentagem de destinação entre 2011 a 2014

Destinação Final	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Adequada	58,06%	57,98%	58,26%	58,4%
Inadequada	41,94%	42,02%	41,74%	41,6%

Fonte: ABRELPE (2012), ABRELPE (2013), ABRELPE (2014)
Nota: Dados trabalhados pelo autor

Os dados apresentados na tabela 1 vão diretamente ao encontro da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), que estabeleceu metas para a eliminação dos lixões nos municípios brasileiros até o ano de 2014, obrigando os mesmos a substituir todos os lixões por aterros sanitários que não causem danos à saúde pública, porém, os prazos para adequação venceram em agosto de 2014, o objetivo não foi alcançado e ainda é registrada a utilização de lixões em todas as regiões do país (ABRELPE, 2014).

2.2.1 Resíduos sólidos da construção civil

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, são considerados resíduos de construção civil os resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (BRASIL, 2010).

Há algum tempo atrás, não havia informações referentes à geração de resíduos na construção civil, o que dificultava a sua quantificação nas cidades; essas informações somente começaram a surgir em 2002, após a regulamentação da legislação brasileira sobre o assunto.

Os resíduos sólidos gerados na construção civil estão diretamente ligados ao desenvolvimento humano sendo que as composições dos diferentes resíduos têm variado ao longo do tempo, de acordo com sua localização, com o desenvolvimento industrial e inovação sendo diretamente ligada a materiais utilizados (GHIBAM, NEGOITÃ, O. I.; NEGOITÃ O. D., 2012).

Segundo Pinto (1999) a ausência de informações sobre resíduos sólidos estende à natureza das atividades construtivas, desconhecendo-se a participação dos diversos agentes na produção das edificações urbanas e a origem dos resíduos gerados.

Apesar de a legislação brasileira estabelecer que a coleta e destinação dos resíduos sejam de responsabilidade do gerador, muitas empresas e particulares ainda destinam seus resíduos de forma incorreta, o que leva o poder municipal brasileiro a coletar além dos resíduos de construção civil e demolição (RCD) de obras sob sua responsabilidade, os também lançados em logradouros públicos (ABRELPE, 2012).

Segundo a ABRELPE que é a representante no Brasil da *International Solid Waste Association* - ISWA (única associação mundial que atua exclusivamente para o setor de resíduos sólidos), os números apresentados no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, não representam o total de resíduos de construção e demolição do país, porém é a única parcela que possui registros confiáveis, uma vez que esses dados contemplam apenas os resíduos coletados pelo poder municipal (obras públicas e resíduos lançados em logradouros públicos), ficando de fora dados de particulares.

A tabela 3 mostra uma estimativa de geração de resíduos por habitante na construção civil, em diversos países, segundo Mano, Pacheco e Bonelli (2010).

Tabela 3 - Estimativa de geração de resíduos da construção civil

N°	País	Quantidade Média Gerada (Kg/habitante/ano)
1	Alemanha	2311
2	Bélgica	2047
3	Dinamarca	1225
4	Holanda	1060
5	Inglaterra	1000
6	Japão	785
7	Itália	645
8	Estados Unidos	524
9	Brasil	445
10	Suécia	408
11	Portugal	325

Fonte: V.M.John (2000) *apud* Mano, Pacheco e Bonelli (2010)

A tabela 3 demonstra que o Brasil em 2010, estava entre os 10 maiores produtores de resíduos por habitante no mundo, o que confirma as teses de Pinto (1999) e John (2000) cerca de 10 anos antes.

A quantidade de resíduo de construção e demolição (RCD) coletada por dia, em toneladas, nas regiões brasileiras em 2011, 2012, 2013 e 2014 é demonstrada na tabela 4, bem como o índice de resíduo gerado por habitante, por dia.

Tabela 4 - Quantidade de resíduo de construção e demolição coletado por dia nas regiões brasileiras

REGIÃO	2011		2012		2013		2014	
	Resíduos Coletados (t/dia)	Índice (kg/hab./ dia)	Resíduos Coletados (t/dia)	Índice (kg/hab ./dia)	Resíduos Coletados (t/dia)	Índice (kg/hab. /dia)	Resíduos Coletados (t/dia)	Índice (kg/hab./ dia)
Norte	3.903	0,330	4.095	0,341	4.280	0,252	4.539	0,263
Nordeste	19.643	0,502	20.932	0,530	22.162	0,397	24.066	0,428
Centro-Oeste	12.231	0,966	12.829	1,000	13.439	0,896	13.675	0,899
Sudeste	55.817	0,742	59.100	0,780	61.487	0,728	63.469	0,746
Sul	14.955	0,638	15.292	0,648	16.067	0,558	16.513	0,569
Total	106.549	0,656	112.248	0,686	117.435	0,584	122.262	0,603

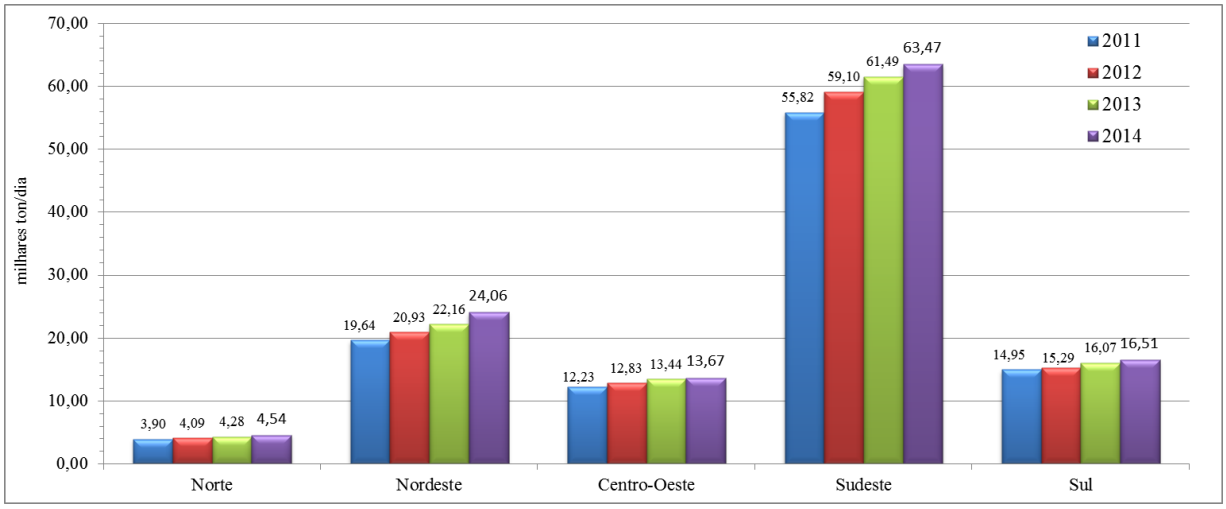
Fonte: ABRELPE (2012), ABRELPE (2013), ABRELPE (2014)
Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Pode-se notar, através da tabela 4 que a região Sudeste é a que mais coleta resíduos diariamente, enquanto que a região Norte, apesar de ser a maior região do país em extensão

territorial, é a que menos coleta resíduos, o que pode refletir o nível de desenvolvimento de cada região.

É possível verificar pelos dados apresentados pela ABRELPE (2012), ABRELPE (2013) e ABRELPE (2014) que houve aumento da quantidade de RCD coletada em todas as regiões entre os anos de 2011 e 2013, como é demonstrado de forma gráfica na figura 2.

Figura 2 - Gráfico de toneladas por dia de RCD coletados por região

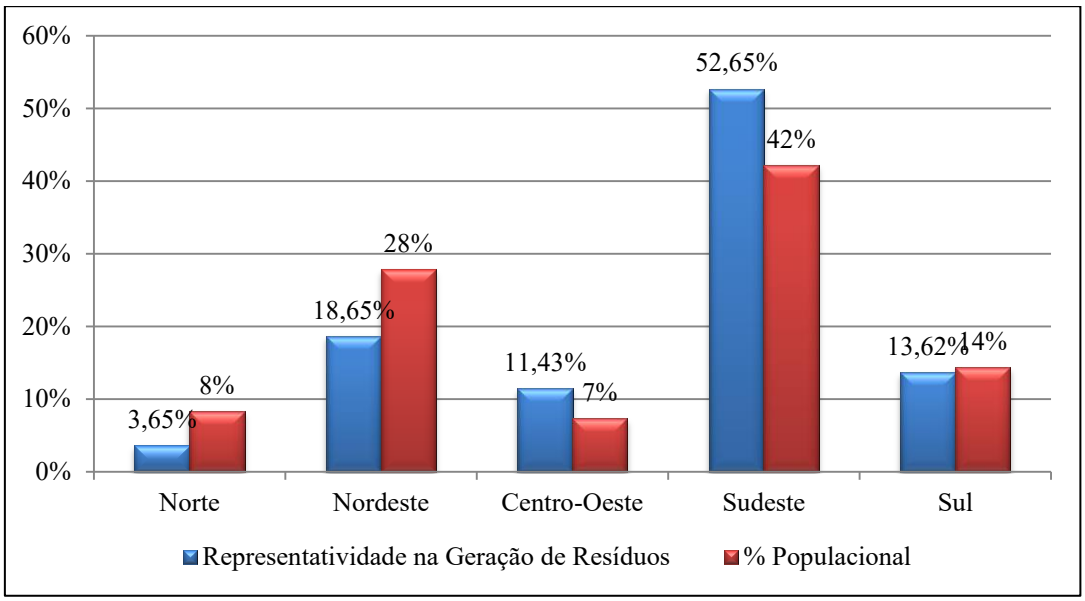


Fonte: Autor "adaptado de" ABRELPE (2012), ABRELPE (2013) e ABRELPE (2014).

Dados da ABRELPE (2012, 2013, 2014), demonstram que o volume RCD coletado pelos municípios aumentou 14,76%, entre 2011 e 2014, o que pode indicar que as empresas geradoras de resíduos de construção e demolição, apesar do estabelecido na legislação ambiental, não vêm destinando corretamente seus resíduos, fazendo com que as municipalidades tenham que fazê-lo.

A figura 3 demonstra que a porcentagem de população por região acompanha a quantidade de resíduos gerada em cada uma delas, ou seja, a região com maior porcentagem da população brasileira é também a com maior geração de resíduos sólidos da construção civil.

Figura 3 - Gráfico de representatividade da região na geração de resíduos e porcentagem populacional por região



Fonte: Autor "adaptado de" ABRELPE (2012) e IBGE (2010)

Segundo Linhares, Ferreira e Ritter (2007) o maior potencial de geração de entulho é de pequenas construções e reformas, sendo que estas atividades são geralmente construções informais, ilegais e isentas de licenciamento. Isoladamente estas representam pequena quantidade de RCD, porém a soma das quantidades geradas resulta em valores expressivos decorrentes da alta frequência de serviços, o que explica a correlação entre porcentagem populacional e geração de resíduos de construção e demolição apresentada na figura 3.

Os resíduos de construção e demolição apresentam grande variedade, pois são compostos de diversos tipos de materiais cujas quantidades e qualidades são definidas a partir do escopo da obra, do tipo de projeto e dos métodos construtivos.

Podem-se apontar como principais resíduos gerados o solo, materiais cerâmicos, materiais metálicos e materiais orgânicos, conforme mostra o quadro 1.

Quadro 1 - Principais tipos de resíduo gerados na construção civil

Tipo		Origem
Solo	Material não consolidado, geralmente proveniente da decomposição de rochas que engloba matéria orgânica, inorgânica e vida bacteriana	Escavação, movimentação de terra, remoção de vegetação
Materiais Cerâmicos	Compostos por rochas naturais; concreto; argamassa a base de cimento e cal; resíduos de cerâmica vermelha, como tijolos e telhas; cerâmica branca, especialmente a de revestimento; cimento-amianto; gesso e vidro	Processos construtivos, edificação civil, revestimentos e coberturas
Materiais Metálicos	Aço, latão, chapas de aço galvanizado, etc.	Armação de estruturas, embalagens e processos construtivos
Materiais orgânicos	Madeira natural ou industrializada; plásticos diversos; materiais betuminosos; tintas e adesivos; papel; restos de vegetais e outros produtos de limpeza de terrenos.	Embalagens, formas, material de escritório, processos construtivos em geral

Fonte: Adaptado de Mano, Pacheco e Bonelli (2010).

O quadro 1 apresenta os principais resíduos gerados nas obras de construção civil, bem como sua origem e demonstra principalmente a grande variedade de materiais gerados.

Os resíduos de construção e demolição representam um grande problema para os municípios por sua massa, volume e quantidade gerada. De acordo com Jacobi e Besen (2006) a gestão dos vários tipos de resíduos da construção civil têm responsabilidades definidas em legislações específicas e precisam de sistemas de coleta, tratamento e destinação final diferenciados.

Com base na problemática do país, os órgãos legislativos brasileiros desenvolveram diversas leis, municipais, estaduais e federais para a regulamentação da geração e destinação dos resíduos sólidos como, por exemplo, a criação da resolução CONAMA n° 307 em 2002.

2.2.2 Legislação Brasileira para Resíduos Sólidos

A gestão de resíduos sólidos no mundo já é um tema bastante avançado. Segundo Demajorovic (1995), durante a década de 1960 e início da década de 1970 a maioria dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), composta por 34 países e fundada em 1961 para estimular o comércio e o progresso econômico mundial, erradicaram os últimos lixões a céu aberto e encaminharam a maior parte de seus resíduos para aterros sanitários e incineradores. A partir da década de 1980, as leis reguladoras passaram a proliferar nos países desenvolvidos e foram elaborados alguns instrumentos econômicos que estimulavam o uso de produtos reciclados (DEMAJOROVIC, 1996). Os países em desenvolvimento seguiram essas tendências e anos mais tarde iniciaram

o desenvolvimento de legislações que regulam a destinação de resíduos sólidos. No Brasil pode-se ressaltar a NBR 11175 - Incineração de resíduos sólidos perigosos - padrões de desempenho, de 1990; a NBR 13894 - Tratamento de solo (*landfarming*) criada em 1997 e a Resolução CONAMA nº 316 de 29 de outubro de 2002 que dispõe sobre procedimentos e critérios para funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Em janeiro de 2003, entrou em vigor a resolução mais importante para a gestão dos resíduos da construção civil, a Resolução nº. 307/02, de 5 de julho de 2002, do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), que dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil, e surgiu da urgente necessidade de solucionar problemas decorrentes da imensa geração dos RCD e de seus impactos ambientais, sociais e econômicos (SILVA, 2007).

Ainda segundo Silva (2007) o principal objetivo da resolução é estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, orientando as ações de forma a minimizar os impactos ambientais, considerando que a destinação inadequada dos resíduos da construção civil, que representam significativo porcentual dos resíduos sólidos urbanos gerados, contribui para a degradação ambiental.

Pela primeira vez no Brasil, a legislação estabelece responsabilidade pela gestão dos resíduos ao gerador, sendo assim, as preocupações da indústria da construção mudam, e ao invés de apenas contratarem um fornecedor de serviço de destinação dos resíduos, sem se atentar onde serão dispostos, as construtoras passam a desenvolver a gestão da logística deste resíduo e devem segregá-los conforme classificação da legislação.

A resolução CONAMA n° 307 estabelece em seu Art. 3º que os resíduos da construção civil deverão ser classificados, da seguinte forma:

a) I – Classe A: a) De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura; b) De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
b) II - Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
c) III - Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

d) IV - Classe D: Resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (BRASIL, 2002).

A mudança na legislação impacta diretamente nos sistemas logísticos das obras, tanto internos, quanto externamente. No sistema interno à obra, cria-se a necessidade de segregar o resíduo gerado conforme as Classes apresentadas pela Resolução CONAMA n° 307 (2002) com o desafio de segregar, armazenar e transportá-lo internamente, o que anteriormente não era feito. Quanto ao sistema externo, a mudança de responsabilidade da destinação final, antes do poder público, obriga a construtora a garantir que o resíduo seja transportado e destinado corretamente, além de providenciar a documentação necessária para comprovar isso diante da fiscalização (PUCCI, 2006).

Outro ponto importante da legislação diz respeito à elaboração de planos de gestão a fim de planejar as ações de gestão, logística e destinação final dos RDC. A resolução CONAMA nº 448 de 18 de Janeiro de 2012 alterou os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, e passou a reger as normativas referentes ao plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil e estabelece em seu artigo 9º:

> Art. 9º Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas: I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos; II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução; III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem; IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos; V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Com isso, as empresas geradoras de resíduos devem elaborar seus planos de gerenciamento de acordo com a legislação e definir a melhor forma de gestão e destinação de acordo com as características do material gerado e os custos, que provém de análise conjunta com o volume gerado e o cronograma da obra, que será importante a fim de verificar quais tipos de resíduos serão gerados em que fase da obra. Pode-se citar como exemplo, o caso do solo ou material orgânico que é gerado nas primeiras fases da obra, onde são feitas as atividades de aterro, reaterro, escavação e fundação. Nestas fases a geração deste tipo de material atinge seu pico máximo e tende a diminuir conforme o andamento da obra.

Sendo assim, a gestão dos resíduos na construção civil deverá ser planejada a fim de considerarem-se as questões legais e ambientais, o cronograma de obra e os custos necessários a esta gestão.

2.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão de resíduos sólidos tem sido um dos maiores desafios dos últimos tempos, por isso, tem estado na pauta de governos e municípios ao redor do mundo a fim de resolver problemas antigos causados pela falta de conhecimento e estudos no assunto em questão.

Até 2002 o Brasil não tinha políticas públicas para gerenciar os resíduos gerados pelo setor da construção civil. Na cidade de São Paulo, a legislação municipal limitava-se a proibição de deposição de RCD em vias e logradouros públicos, sendo que a responsabilidade pela remoção e destinação era do gerador (SCHNEIDER e PHILIPPI, 2004).

A falta de legislação e fiscalização levava à destinação inadequada de resíduos na cidade, fazendo das ruas e terrenos, grandes aterros não controlados. Ainda hoje, início do século XXI, milhares de toneladas de RCD são depositados diária e sistematicamente em centenas de vias e logradouros públicos dos municípios, comprometendo a paisagem urbana, o tráfego de pedestres e de veículos e a drenagem urbana, além da atração de resíduos não inertes, multiplicação de vetores de doenças e outros efeitos conforme observado em diversas cidades brasileiras (PINTO, 1999).

Porém, não é exclusividade do Brasil o problema com a deposição irregular de resíduos. Diversos estudos demonstram que a participação pública na gestão de resíduos e minimização de resíduos nos países em desenvolvimento, tem recebido pouca atenção (AFROZ *et al.*, 2011).

Segundo Teixeira (2013) os países da União Europeia não possuem legislação especifica comunitária para a gestão dos RCD, apenas diretivas que apoiam o assunto; no entanto, grande parte dos países criaram suas legislações específicas individualmente para regulamentação desta temática. Mesmo assim, há uma lacuna muito evidente em alguns países, como é o caso de Portugal, onde apenas em 2008 foi aprovada legislação específica para o assunto. Deste modo, a exemplo do Brasil há ainda um enorme caminho a percorrer até que sejam alcançadas as melhores práticas para a obtenção dos resultados desejados.

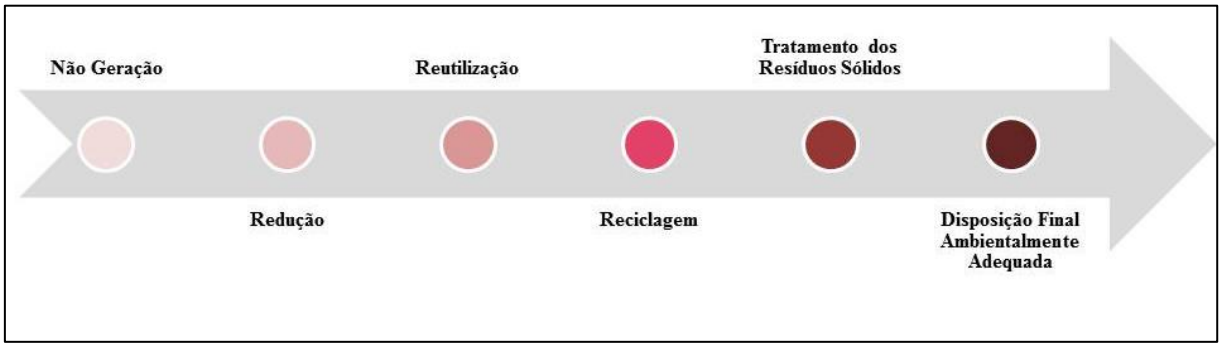
Em 2008, a Comunidade Europeia lançou uma diretiva (n.º 2008/98/CE), a fim de consolidar o papel principal da minimização da geração dos resíduos. A Diretiva estabelece uma hierarquia de gestão de resíduos em cinco etapas, sendo que os Estados membros devem

respeitar essa hierarquia na elaboração da sua política nacional, sobretudo, a prevenção dos resíduos, a reutilização, a reciclagem, a valorização (inclusive a valorização energética) e a destinação correta como último recurso (TEIXEIRA, 2103).

Ao mesmo exemplo da comunidade Europeia, o modelo de hierarquização é seguido por outros países no mundo, incluindo o Brasil, modelo este também presente na legislação brasileira.

A figura 4 mostra modelo de gestão de ciclo de vida do resíduo descrito na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em seu artigo 9º, onde é apontada a hierarquia estabelecida para o tratamento do resíduo.

Figura 4 - Ordem de priorização do tratamento dos resíduos



Fonte: Autor "adaptado de" Brasil (2010, art. 9º)

A legislação é apenas um dos fatores que leva uma empresa a implantar sistemas de gestão ambiental e talvez seja o mais importante deles, pois a responsabilidade perante as leis e penalidades, como multas e cassação de licenças, é um dos fatores que influenciam diretamente no processo decisório na organização (ÁVILA *et al.*, 2013).

A exportação de produtos a outros países obriga muitas vezes as empresas a implantarem determinado tipo de gestão, a fim de atender a legislação local. Segundo FREITAS *et al.*, (2013) as pressões regulatórias verificadas na Europa são maiores que no Brasil, como por exemplo, a Espanha, onde em algumas regiões, há legislações específicas que obrigam suas administrações públicas a publicar os resultados ambientais referentes às suas responsabilidades de controle no âmbito de proteção ambiental, enquanto que no Brasil, há mais facilidades para a obtenção de permissões e licenças.

Outro fator importante à decisão dos gestores é a exigência do cliente, que pode ser apenas referente ao cumprimento da legislação, ou pode ser ligada diretamente à política de

gestão da empresa contratante, vindo em forma de contrato formal. Segundo Ávila *et al*. (2013), clientes exigentes fazem a empresa repensar suas ações.

Ainda, porém não muito comum às empresas, a gestão ambiental pode fazer parte de sua política empresarial, como forma de diferencial estratégico frente à concorrência. Para Lacy *et al*. (2010) a gestão sustentável e as práticas ambientais são diferenciais estratégicos em uma empresa e uma nova maneira de administrar os negócios para se destacar perante a concorrência, sendo que para obter sucesso é preciso criar valor para a sociedade como um todo, de forma com que a sociedade esteja realmente interessada nas questões sustentáveis. Para isso as empresas terão de criar um novo conceito de valor, que se modifica além do foco puramente no lucro e incorpora medidas não financeiras, como por exemplo, criação de produtos que respeitem o meio ambiente ou feitos através de produtos duráveis ou reciclados.

O caso da empresa Duratex®, do ramo de painéis de madeira industrializada e pisos, louças e metais sanitários, demonstra como a gestão ambiental pode ser encarada como um diferencial estratégico: segundo o departamento de sustentabilidade da empresa, a sustentabilidade chegou à organização por meio de iniciativas do presidente, com o intuito de atender às mais exigentes legislações, tratar o tema de forma estratégica para a empresa e atender as exigências do mercado internacional (SAMBIASE; FRANKLIN; TEIXEIRA, 2013).

Nos dias de hoje, muitos gerentes de projeto estão implantando programas de gestão de resíduos para maximizar a utilização dos recursos, não só por razões legais, mas também para benefícios econômicos. (CHA; KIM; HAN, 2009)

Independente da motivação das empresas, a gestão ambiental pressupõe a consideração de diversos fatores, incluindo o ciclo de vida dos resíduos, onde deve ser respeitada a hierarquia de tratamento, a fim de esgotar as melhores opções antes de destinar o resíduo em um aterro sanitário ou bota-fora.

2.3.1 Princípio dos 3 R's

Um dos principais modelos de gestão de resíduos em utilização no mundo é o princípio dos 3 R's (reduzir, reutilizar e reciclar) que surgiu devido ao uso excessivo dos recursos naturais, e ao consumo elevado que a sociedade vive nos dias atuais e é constituído de estratégias para diminuir a exploração destes recursos e minimizar o impacto ambiental das diversas atividades.

O princípio constitui-se a partir do fundamento de hierarquização para a gestão de resíduos sendo que, a primeira opção do gerador sempre deve ser pela redução do uso de matérias-primas e energia e do desperdício nas fontes geradoras, seguido pela reutilização direta dos produtos e, como última opção, a reciclagem dos materiais.

a) Reduzir

Na concepção do princípio dos 3 R's, reduzir refere-se à redução na fonte ou otimização de recursos. É uma técnica de prevenção que visa minimizar os resíduos gerados a partir da fonte antes de se tornar um problema físico (YEHEYIS *et al.*, 2013). Seu principal objetivo é atuar no uso de recursos não renováveis, tais como combustíveis fósseis, água, solo agrícola e os depósitos geológicos, pois se contribui para a manutenção de reservas de água para o futuro, diminuição do aumento da poluição no caso da redução do uso de combustíveis fósseis (TEIXEIRA, 2013).

Segundo Teixeira (2013), para a construção civil, pequenas medidas na fase de projeto podem contribuir para a redução de RCD's, tais como: a escolha de materiais e componentes possíveis de fabricar fora do local da obra; o uso de sistemas modulares e padronizados pré-fabricados, que reduzem adaptações em obra; a preferência de escolha de elementos estruturais e materiais reutilizáveis, recicláveis ou recuperados a partir de outros existentes; projeto de construções que proporcionem a reutilização de materiais e componentes, como por exemplo, o de cal em vez de cimento nas argamassas, uso de parafusos nas madeiras em vez de pregos, uso de elementos metálicos de encaixe e parafusos em vez de soldas; preferência por construções que possibilitem a reutilização de materiais no final de sua vida útil, tendo atenção à qualidade da construção e durabilidade dos materiais empregados, além de projetar edifícios que permitam rápida e fácil adaptação, sem que se tenha que descontruir elementos como, por exemplo, divisórias removíveis.

b) Reutilizar

O conceito de reutilizar é o de realizar a gestão de resíduos com base na reutilização direta dos produtos na mesma forma em que originalmente concebido, com a mesma, ou outras finalidades, porém sem a transformação da matéria prima. Essa gestão se baseia na prevenção da produção de resíduos, por exemplo, ao invés de descartar as latas de refrigerantes ou as garrafas reutilizá-los para outras finalidades como porta-lápis ou vasos (SINHA *et al.*, 2011).

Na construção civil a reutilização está diretamente ligada à desconstrução ou pelo menos a parte da desconstrução, onde é possível a utilização de elementos e componentes aplicados na construção inicial que será objeto de intervenção, tais como uso de vigas metálicas, de telhas, entre outros materiais auxiliando os materiais de construção ao invés de aumentar a quantidade de resíduos. Estudos desenvolvidos indicam que a prática de desconstrução pode reduzir em 50 a 70% os desperdícios do local de construção (TEIXEIRA, 2013).

A reutilização está diretamente ligada à fase inicial de projeto onde a escolha de materiais reutilizáveis proporcionará a sustentabilidade do projeto, caso contrário não será possível à correta aplicação do método de gestão.

Para Tam e Lu (2016) o princípio dos 3Rs servem para classificar as estratégias de gestão de resíduos de acordo com sua conveniência, ou seja, estabelece uma hierarquia, disposta em ordem crescente dos impactos negativos para o ambiente.

A redução é considerada o método mais eficaz e eficiente para o gerenciamento de resíduos, pois ele pode não só minimizar a geração, mas também reduzir o custo para o transporte de resíduos, descarte e reciclagem (TAM; LU, 2016)

c) Reciclar

Como último item do princípio dos 3R's, a reciclagem é o processo de recuperação de materiais e componentes, bem como o seu reprocessamento (TEIXEIRA, 2013). Segundo Sinha *et al.*, (2011) a reciclagem é uma forma de gestão de resíduos com base na reutilização do material para a mesma, ou finalidade diferente para a qual foi originalmente concebido. Com base na sustentabilidade, a preferência é pela utilização de materiais duráveis que poderão ser reutilizados como é o caso de sacolas de tecido às de plástico, ou materiais metálicos à madeira. A reciclagem leva à menor utilização da matéria-prima, reduz a taxa de impactos ao meio ambiente, poupa espaços em aterros e reduz custos.

De acordo com Teixeira (2013) na construção civil, pode-se citar como exemplos de reciclagem: o concreto sob a forma de trituração e transformação em agregado para nova utilização na construção de novas edificações ou estradas; a madeira, podendo ser aproveitada como combustível biomassa, além do aço que pode ser entregue novamente ao processo de fabricação e reconvertido em aço moldado na mesma ou em outra forma distinta.

Porém, tem-se que levar em consideração que a reciclagem envolve consumo de energia em seus processos de transformação, sendo assim, deve-se analisar as vantagens de reciclagem, priorizando-se sempre a redução e a reutilização. A reciclagem envolve ainda a

triagem em obra, o transporte para o local onde se processa a reciclagem, devendo ainda cumprir requisitos técnicos mínimos.

Segundo Pinto (1999) a reciclagem de resíduos da construção é praticada há milênios, sendo comum na história das civilizações antigas exemplos de resíduos de construções sendo utilizados como base para edificações do período seguinte. Além disso, a cadeia produtiva da construção civil apresenta vantagens que a credenciam como grande recicladora como, por exemplo: a construção civil é a maior consumidora de materiais "virgens" da economia e, portanto com maior potencial de reciclagem; sua rede produtiva está presente em diversas regiões, o que facilita projetos de reciclagem local; boa parte dos componentes de construção é de produção simples, como os componentes produzidos com agregados e aglomerantes inorgânicos. Requisitos como esterilidade, pureza elevada, entre outras, podem ser dispensáveis em algumas aplicações comuns da construção civil, o que simplifica os processos; a construção civil permite a utilização de grandes volumes de produtos reciclados, pois se permite utilizar materiais com resistência mecânica baixa o que torna possível a convivência com materiais com grande quantidade de defeitos micro-estruturais e impurezas (tijolos de vedação), além de apresentar uma maior quantidade de produtos alternativos para uma mesma função e, possivelmente, de soluções mais adequadas para situações específicas, com ganhos de eficiência geral do processo.

Além dos 3R's, alguns gestores adicionam ainda mais algumas etapas em seu processo, adicionando alguns "R's" a ele, como é o caso do "Reabilitar", tornando assim, Princípio dos 4 R's (reduzir, reutilizar, reciclar e reabilitar). A reabilitação consiste em recuperar zonas, locais, edifícios, materiais ou componentes já em fase de degradação ou no final da sua vida útil reutilizando materiais já usados em edificações preexistentes, associados às etapas de remoção de químicos, tratamento e readaptação em termos de uso (TEIXEIRA, 2013).

El-Hagar (2007) *apud* Hwang e Yeo (2010), apresentou modelo de gestão de resíduos desenvolvido que inclui além dos 4R's já apresentados, a quinta fase, que demonstra que a destinação final dos resíduos pode ser afetada pelas ações tomadas nas etapas anteriores. Sua metodologia afirma que uma maior ênfase na redução de resíduos, reutilização e reciclagem (3R's) pode produzir resultados favoráveis, na redução de custos, ou seja, evitar a compra desnecessária de novos materiais de construção que podem ser substituídos por materiais reutilizados ou reciclados sem custos adicionais. Além disso, a menor geração de resíduos

resulta na redução de custos de destinação final em aterros sanitários e encargos; eventualmente reduzindo custos totais do projeto.

Apesar da hierarquização na gestão de resíduos ser amplamente utilizada e ser base de gestão das empresas, alguns autores discutem sua plena eficiência. Para John (2000), a hierarquização é questionável, uma vez que por definição, a melhor alternativa é a de menor impacto ambiental global, o que não quer dizer necessariamente que seja a redução do volume gerado, pois muitas vezes esta pode resultar em um impacto ambiental maior que o benefício obtido, conforme citado anteriormente. Como exemplo disso, John (2000) demonstra o caso da reciclagem, que muitas vezes suas técnicas requerem um volume mínimo de resíduo disponível em determinada região e uma concentração mínima na fase a ser reciclada no resíduo total. Nessa situação precisa-se de um aumento na produção do resíduo para se obter uma reciclagem economicamente viável e evitar que o resíduo termine por ser encaminhado à aterros.

Ainda segundo John (2000), em alguns casos a geração de resíduos pode ser inevitável, pois a vida útil de um produto é sempre limitada e no seu fim ele se torna resíduo. Além disso, deve-se levar em consideração que a produção de produtos em não conformidade com o especificado se torna resíduo, tornando a reciclagem uma condição para o desenvolvimento sustentável, pois é ela que permite o fechamento do ciclo produtivo. Ou seja, sempre que o produto for executado e/ou produzido com baixa qualidade, fora dos padrões, ele deverá ser descartado, tornando-se resíduo. No caso da construção civil, pode-se citar uma peça de concreto que não tenha atingido os padrões de norma ou resistência especificada em projeto e deverá ser demolida, tornando-se resíduo de demolição ou entulho. Visto isso, é importante que a hierarquização dos resíduos seja analisada caso a caso para que se tenha um melhor desempenho ambiental em todo o processo do ciclo produtivo.

No Brasil, após a publicação da resolução CONAMA 307 em 2002, houve significativo aumento da implantação de usinas de reciclagem no país. Até o ano de 2002, o país contava com 16 usinas, possuindo uma taxa de crescimento mais reduzida (até três usinas inauguradas por ano). Após 2002 a taxa de crescimento aumentou (de três a nove usinas instaladas por ano). Em 2009 já podia se citar pelo menos 47 usinas de reciclagem, sendo 24 públicas (51% do total) e 23 privadas (49% restante) (MIRANDA, ANGULO e CARELI, 2009). No entanto, a ABRECON (Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil) em pesquisa setorial nos anos de 2008 a 2013, verificou que esta taxa continuou aumentando, atingindo um número de 112 usinas em 2013 (MIRANDA, 2013).

Na construção civil, os casos de maior incidência de reciclagem e reuso são aqueles comuns aos resíduos sólidos urbanos, como papel, papelão, plástico, vidro e metal, que, embora em menor quantidade que os resíduos de construção e demolição, representam boa parte dos resíduos gerados nas grandes obras; estes são encaminhados às empresas especializadas e cooperativas presentes na região em que se encontra a obra.

Quanto aos resíduos de construção e demolição, como cimento, concreto e aço, devido ao grande volume, geralmente são reutilizados em outras partes da obra, como aterro, lastro e outras formas de utilização diferentes das atividades fim iniciais antes da destinação à usinas recicladoras externas, ou devolução ao produtor para que retorne ao ciclo produtivo, como é o caso do aço.

Segundo Silva (2007) a indústria cimenteira recicla mais de 5 milhões de toneladas por ano de escória de alto-forno, cinzas volantes, pneus etc, enquanto que setor siderúrgico tem pelo menos 6 milhões de toneladas de sucatas recicladas anualmente. Boa parte do aço destinado a reforço de concreto armado produzido no país é proveniente do processo de arco elétrico, que utiliza como matéria-prima principal a sucata de aço. A exemplo de economia vinda dos processos de reciclagem, pode-se citar dados de 1997 que contam que a reciclagem de sucata metálica permitiu economizar em cerca de 6 milhões de toneladas de minério de ferro, e evitou a geração de cerca de 2,3 milhões de toneladas de resíduos.

Visto que a indústria da construção possui um grande potencial poluidor é necessário que as empresas privadas, em conjunto com as municipalidades, implementem projetos de reciclagem que trarão bons resultados nas questões ambientais e nos aspectos econômicos (SANTOS, 2009).

2.3.2 Destinação Final dos Resíduos

Como última instância na gestão, a destinação dos resíduos sólidos, após reutilizações e impossibilidades de reciclagem, deve ser de forma correta, seguindo a legislação vigente de cada país, estado e município. Porém mesmo já passados mais de 10 anos da promulgação da CONAMA nº 307, grande parte dos RCD produzidos é depositada irregularmente em áreas públicas e privadas conhecidas como “bota-foras” e essas destinações irregulares causam sérios impactos ambientais gerando problemas à população como proliferação de doenças, contaminação do solo e lençóis freáticos, além de domínio de áreas públicas (JACOBI e BESEN, 2006).

Em virtude do aumento da população e expansão habitacional, a quantidade de resíduos, em face de sua geração em grande escala e do volume de seus produtos, os RCD são responsáveis por diversos impactos ambientais negativos, que vão além do meio urbano. Esses impactos podem ser causados desde o momento de sua geração, através do desperdício, onde há um acréscimo na quantidade de materiais utilizada e consequentemente de recursos naturais retirados da natureza, até o momento de sua destinação final, já que na maior parte das vezes os RCD não são dispostos de maneira correta (CARNEIRO, 2005).

Para Marques (2007) o aumento da geração de RCD é consequência do adensamento urbano que por sua vez acarreta no esgotamento das áreas de destinação mais próximas do aglomerado urbano dos municípios. Isso gera a necessidade de se buscar áreas mais periféricas aumentando a distância a ser percorrida pelos agentes coletores e transportadores, trazendo como resultado, maior custo operacional. Nesses casos, a sugestão é a instalação de diversos pontos de recebimento de RCD em diversas partes da cidade, possibilitando a destinação final adequada por parte das empresas de coleta e transporte de entulho e dos pequenos coletores, reduzindo as possibilidades de destinações irregulares.

A variação de quantidades e tipos de resíduos devem ser contempladas planos de gerenciamento de resíduos, conforme legislação CONAMA nº 307, a fim de planejar qual a melhor maneira de destinar corretamente os resíduos.

Como forma de destinação final pode-se apontar: a) Aterros Classe I: destinação de resíduos como lodos de estação de tratamento de efluentes e galvânicos, borras de retífica e de tintas, cinzas de incineradores, entre outros; b) Aterros classe II ou aterro sanitário: Destina-se à destinação de resíduos industriais não-perigosos e não-inertes, e também para a destinação de resíduos domiciliares; c) Coprocessamento: Uso de resíduos, principalmente contaminados em substituição parcial ao combustível que alimenta a chama do forno que transforma calcário e argila em clínquer, matéria-prima do cimento; d) Compostagem: Reciclagem de resíduos orgânicos. Processo de transformação de matéria orgânica, em adubo orgânico (composto orgânico); e) Incineração: Queima de resíduos em fornos e usinas. Largamente utilizado para resíduos hospitalares; f) Rerrefino: Processo físico-químico para transformação de óleos utilizados em óleo básico pronto para ser aditivado.

Porém como todo processo, existem vantagens e desvantagens em cada um deles, como é apresentado no quadro 2.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de destinação.

	Vantagens	Desvantagens
Incineração	Degrada completamente os resíduos, quebrando as moléculas dos componentes perigosos.	Gera cinzas, que devem ser corretamente dispostas de acordo com a sua composição.
	Tecnologia aceita pelos órgãos ambientais, desde que em instalações licenciadas.	Gera emissões atmosféricas, que devem ser controladas.
	Aplicada a grande número de tipos de resíduos.	Alto custo.
Coprocessamento	Resíduos podem ser reaproveitados energeticamente.	Necessita controle de emissões atmosféricas
	Baixo custo.	Alguns resíduos perigosos não podem ser co-processados devido à sua composição
	Não gera cinzas, pois toda a matéria queimada é incorporada ao produto final.	De acordo coma Resolução CONAMA 264 de 1999, é proibida a destinação via co-processamento dos resíduos: "domiciliares brutos,os resíduos deserviços desaúde,os radioativos, explosivos, organoclorados, agrotóxicos e afins".
Aterro Industrial	Baixo custo em relação a outras opções de tratamento e disposição final, como incineração	Necessita de uma grande área física para construção e operação.
	Pode ser utilizado para grande variedade de resíduos	Gera um passivo que precisa ser continuamente monitorado

Fonte: Adaptado de Manual de Gerenciamento de resíduos. FIRJAN (2006).

A análise do quadro 2 demonstra que todos os processos apresentados possuem vantagens e desvantagens, tanto ambientais quanto econômicas, tais como a emissão de resíduos secundários ao processo como emissões atmosféricas (incineração e coprocessamento) ou a utilização de grande área física e passivo ambiental que deve ser constantemente monitorado (aterro classe II), bem como as vantagens de custos baixos nos processos (coprocessamento e aterro classe II) ou aplicação a um grande número de tipos de resíduos (incineração).

Os principais impactos ambientais gerados pelas deposições irregulares de RCD são o comprometimento da paisagem, do tráfego de pedestres e de veículos e da drenagem urbana, multiplicação de vetores de doenças e outros efeitos. Além disso comprometem a drenagem urbana causando enchentes devido à ocupação urbana das zonas de espraiamento de importantes cursos d'água, sendo muito frequente o pré-aterramento dessas áreas, com a deposição de RCD (CARNEIRO, 2005).

Segundo Pinto (1999), os principais impactos ambientais estão relacionados aos RCD muitas vezes associados às destinações irregulares o que causa uma conjunção de efeitos deteriorantes do ambiente local como a degradação da paisagem urbana, a ocupação de vias e logradouros públicos, prejudicando o tráfego de pedestres e de veículos, o assoreamento de

rios e córregos, com obstrução dos canais de drenagem de águas pluviais causando enchentes, a atração de outros resíduos não-inertes e a multiplicação de vetores de doenças com o comprometimento da saúde pública.

2.3.3 Gestão Sustentável na Construção Civil

Pelo fato do setor da construção civil ser um grande consumidor de recursos não renováveis, bem como uma fonte substancial de resíduos e de um potencial poluidor do ar, da água e do solo, é necessário que a construção adote medidas sustentáveis em seus processos construtivos a fim de gerar construções limpas e atender às legislações vigentes.

Para Djokoto, Dadzie e Ohmeng-Ababio (2014) a construção sustentável exige uma dinâmica de avaliação de projetos do berço ao túmulo, envolvendo a gestão de projeto durante todo seu tempo de vida, sendo assim, pode ser definida como a criação e gestão responsável de um ambiente saudável construído com a utilização prudente dos recursos naturais e princípios ecológicos.

Em 1994, Kilbert (1994) *apud* Miyatake (1996) propôs seis princípios para a construção sustentável:

1. Minimização do consumo de recursos;
2. Maximização da reutilização de recursos;
3. Utilizar recursos renováveis e recicláveis;
4. Proteger o meio ambiente natural;
5. Criar um ambiente saudável e não tóxico; e
6. Buscar a qualidade na criação da construção sustentável

No Brasil a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), baseado nos princípios de Kilbert (1994), também apresenta princípios básicos da construção sustentável, adaptados à realidade do país, sendo assim, definem como necessário (ASBEA, 2012):

1. Aproveitamento de condições naturais locais;
2. Utilização do mínimo de terreno e integração ao ambiente natural;
3. Implantação e análise do entorno;
4. Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
5. Qualidade ambiental interna e externa;

6. Gestão sustentável da implantação da obra;
7. Adaptação às necessidades atuais e futuras dos usuários;
8. Uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo;
9. Redução do consumo energético;
10. Redução do consumo de água;
11. Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
12. Introdução de inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
13. Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

Destes princípios, pode-se perceber um detalhamento maior na aplicação da gestão sustentável, envolvendo o princípio dos 3R's (reduzir, reutilizar e reciclar) e educação ambiental. Isso demostra que com o passar dos anos, as necessidades e dificuldades surgiram de forma gradativa, fazendo com que os gestores identificassem novas necessidades.

Segundo Tam e Lu (2016) pesquisadores propuseram várias soluções para a redução de resíduos, que podem ser resumidos em cinco categorias: (1) a redução de resíduos através de legislação do governo; (2) redução de resíduos a partir do projeto; (3) o desenvolvimento de um sistema de gestão eficaz dos resíduos; (4) uso de tecnologias pouco poluentes; e (5) melhorar a atitude dos profissionais em direção resíduos

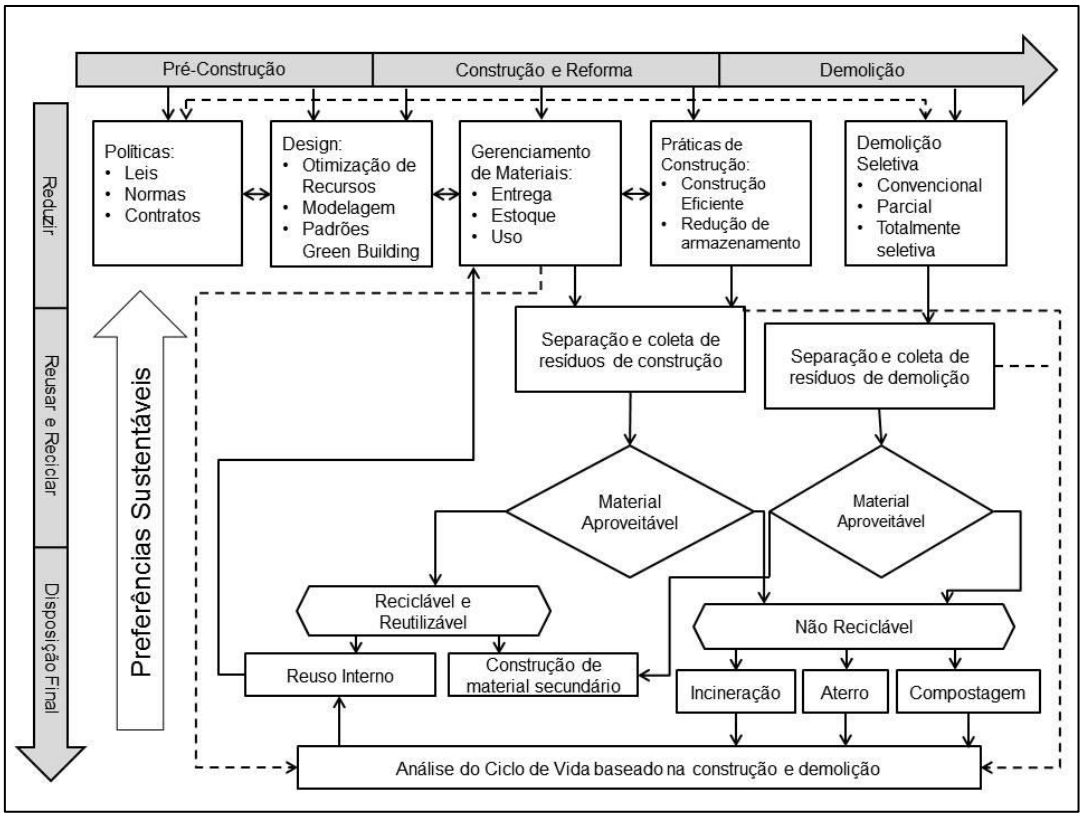
A indústria da construção deve levar em conta o conceito de desenvolvimento sustentável para a promoção do desenvolvimento da sociedade e ao mesmo tempo manter sob controle os impactos negativos que a construção pode ter com o meio ambiente (SAID *et al.*, 2010).

Para Said *et al.* (2010) as necessidades das gerações futuras têm sido sempre um aspecto fundamental do conceito de desenvolvimento sustentável sendo que devem existir três princípios básicos para desenvolvimento sustentável: construir a longo prazo, a construção de edifícios duráveis; construir para nossos filhos, tornando o ambiente mais seguro; e construir para o planeta, transformar os materiais a partir de recursos sustentáveis.

Tradicionalmente, a indústria da construção centra-se principalmente sobre a utilização de técnicas para reduzir a poluição ou o aumento da eficiência para satisfazer as exigências legais ou reduzir custos, porém a construção sustentável pode se referir tanto ao processo de construção (projeto e desenvolvimento) ou o objeto construído (produto acabado). Sendo assim, as especificações sustentáveis devem estabelecer os processos de construção ou os requisitos do produto final servindo as necessidades de seus ocupantes, de forma sustentável (LAM *et al.*, 2010).

YEHEYIS *et al.*, (2013) propuseram um modelo de análise de ciclo de vida para o auxílio no processo de tomada de decisão tornando a sustentabilidade como um motor para o desenvolvimento da indústria da construção. A figura 5 fornece um modelo para avaliar a carga ambiental de processos e produtos (bens e serviços) durante seu ciclo de vida do projeto. A implementação da ACV (análise do ciclo de vida) na indústria da construção pode ser realizada através de duas formas diferentes: material de construção (MC) e processo de construção (PC). A estrutura de gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) integrada na proposta é dividida em três fases do ciclo de vida do projeto de construção: a fase de pré-construção (planejamento e projeto), a fase de construção e de renovação e a fase de demolição. Em cada etapa da vida útil do projeto de construção, o fluxograma adota a abordagem 3R (reduzir, reutilizar e reciclar) e se esforça para maximizar a reutilização e reciclagem e para minimizar a produção ou destinação dos RCD. A reutilização e reciclagem podem ajudar a preservar os recursos naturais, reduzir a poluição, economizar energia e reduzir a necessidade de aterro e incineração e os impactos ambientais associados destas tecnologias.

Figura 5 - Fluxograma de análise de ciclo de vida para o sistema de gestão de RCD



Fonte: "Adaptado de" YEHEYIS *et al.* (2013)

O fluxograma de análise de ciclo de vida auxilia na tomada de decisão dos gestores a fim de otimizar o processo de gestão de resíduos de forma sustentável, desde a concepção do projeto. Neste caso, a reutilização refere-se ao uso de todo o componente novamente, com a mesma função; a reciclagem é a utilização do produto como matéria prima para um novo componente, o qual, em seguida, entra num novo processo de fabricação. Se não for possível reutilizar ou reciclar um componente de construção, só aí o gestor de resíduos deve encontrar um caminho para o seu destino final (YEHEYIS *et al.*, 2013).

Assim, para encontrar a sustentabilidade de um projeto é necessário interligá-la a gestão de resíduos, onde a preocupação com os mesmos deverá existir em todas suas fases, desde a concepção, até a construção, seja na fase de projeto, ou na execução. Porém, ao contrário da integração, e apesar de a gestão dos RCD poder gerar oportunidades de negócio mais atrativas, sob um ponto de vista econômico, a gestão dos RCD tenderá a agravar os custos diretos da construção (SILVA, 2011).

Para Silva (2011) o sucesso da integração e do avanço de uma gestão eficaz e rentável dos RCD dependerá da consciência ambiental da população, valorização dos custos ambientais e sua repercussão sobre os causadores; disponibilidade de matérias-primas, industrialização e qualidade do processo construtivo; gestão e montagem das operações de construção e conhecimento científico, técnico e tecnológico.

Deste casamento entre sustentabilidade e RCD's podem resultar grandes benefícios para o setor da construção, caso consiga-se implantar com eficiência os modelos de sustentabilidade.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para alcançar o objetivo proposto por este estudo, que é avaliar em que medida as empresas de construção de obras públicas do setor de transportes adotam os princípios da gestão de sustentabilidade na construção civil foi tomado como pressuposto, artigos disponíveis nos banco de dados Proquest, Google Acadêmico e Web of Science, além da legislação ambiental vigente.

A pesquisa envolveu as palavras chave *"waste management"* e as combinações de palavras *"waste and management" e "construction waste management.*

Verificando-se que a pesquisa resultou em um número muito elevado de documentos, realizou-se uma pesquisa mais apurada utilizando-se outros tipos de filtro, como tempo (artigos publicados entre 2004 a 2014), textos completos e assuntos mais relevantes à pesquisa.

Com base nos documentos encontrados foi realizado pelo autor, um filtro mais apurado, observando-se título e resumo dos documentos a fim de selecionar os que mais se enquadrariam na pesquisa.

Em meio aos documentos selecionados, foi possível verificar o grau de aderência de cada um deles e selecionar quatro artigos, cujo conteúdo serviu como referência para o desenvolvimento de um roteiro de pesquisa a ser aplicado no estudo de caso, levando assim, a verificar as práticas de gestão de resíduos em obras públicas setor de transporte.

Além dos artigos obtidos nas bases, também foram utilizados outros documentos que complementam o roteiro de pesquisa, tais como; a legislação atual vigente, por sua relevância na gestão ambiental das empresas apresentando diversos princípios de sustentabilidade e por sua obrigatoriedade de cumprimento, e o Guia de sustentabilidade na arquitetura: diretrizes de escopo para projetistas e contratantes da AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 2012), que apresentou os princípios para uma construção sustentável, adaptados a realidade brasileira, baseado nos princípios internacionais de Miyatake (1996).

Os documentos utilizados são apresentados no quadro 3.

Quadro 3 - Documentos de pesquisa

Artigos				
Autor	**Literatura**	**Escopo**	**Ano**	**Fonte**
MIYATAKE, Y.	Technology Development and Sustainable Construction.	Construção Sustentável	1996	Journal of Management Engeneering.
SAID, I. et al.	Identifying the indicators os sustainability in the construction industry.	Construção Sustentável	2010	The International Journal of Organizational Innovation
SHEN, TAM, et. al.	Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice.	Construção Sustentável	2009	Journal of Cleaner Production
TAM, V. W.-Y.; LU, W	ConstructionWaste Management Profiles, Practices,and Performance: A Cross-Jurisdictional Analysis in Four Coutries.	Gestão de Resíduos da Construção	2016	Sustainability Journal
Outros Documentos				
Autor	**Literatura**	**Escopo**	**Ano**	**Fonte**
BRASIL	BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de Dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.	Legislação Ambiental	2002 e 2010	Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]
AsBEA	Guia sustentabilidade na arquitetura: diretrizes de escopo para projetistas e contratantes.	Construção Sustentável	2012	AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

Fonte: Autor

3.1 ESTUDO DE CASO

Segundo Creswell (2010) um estudo de caso é a estratégia de investigação em que o pesquisador explora profundamente um programa, um evento, uma atividade, um processo ou um ou mais indivíduos; é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas. Seu objetivo é aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido (MATTAR, 1996), visando estimular a compreensão, sugerir hipóteses e questões ou desenvolver a teoria (MIGUEL, 2007).

De mesma maneira, Yin (2001) cita que o estudo de caso é a estratégia ideal quando são necessárias respostas às questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o objeto de pesquisa se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em um contexto da vida real.

Existem diversos desafios na condução de um estudo de caso, como por exemplo, o tempo utilizado, as habilidades do pesquisador em entrevistas, o cuidado na hora de levantar as conclusões de um número limitado de bases de pesquisa e o rigor da mesma, porém, os questionários de pesquisa, sem limites rígidos de pesquisa, podem levar a novas conclusões e desenvolvimento de novas teorias com alto nível de validação pelos especialistas nas áreas de estudo (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002).

Para o presente trabalho, foi realizado um estudo de múltiplos casos, que é uma variação do estudo de caso, onde são analisados mais de um caso através da mesma base de pesquisa. A distinção básica que entre projetos de estudo de caso único e de casos múltiplos é a necessidade de decidir, antes da coleta de dados, se será utilizado um estudo de caso único ou de casos múltiplos ao formular as questões da pesquisa (YIN, 2001).

Em comparação ao estudo de caso único, o estudo de múltiplos casos pode apresentar vantagens e desvantagens distintas sendo que as provas resultantes de casos múltiplos são consideradas mais convincentes, e o estudo global é visto como mais completo e robusto (YIN, 2001).

Para Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), um estudo de múltiplos casos aumenta a validade externa, ajuda a proteger contra o viés do observador/pesquisador.

Para este estudo, será aplicado um estudo de múltiplos casos em quatro obras públicas do setor de transporte, do Estado de São Paulo, onde foram realizadas entrevistas com gestores da área, análise da documentação existente na obra e observações no local.

3.2 *FRAMEWORK* E ROTEIRO DE PESQUISA

Segundo Voss, Tsikriktsis e Frohlich (2002), não importa o tamanho da sua amostra ou qual o seu interesse de pesquisa, deve-se tentar chegar ao local de pesquisa com um foco definido.

O ponto inicial de um estudo de caso é o seu *framework*, que é uma forma esquemática de agrupar um conjunto de informações. Um *framework* deve permitir o agrupamento de várias informações de forma a extrair as mais importantes com pouco esforço, especificando apenas as particularidades de cada agrupamento.

A partir do *framework* é possível extrair o roteiro de pesquisa que deverá ser utilizado, contendo as perguntas básicas de "como" e "porque" (YIN, 2001) e podem levar o pesquisador ao teste de uma teoria ou ao desenvolvimento dela.

No estudo de múltiplos casos é fundamental a seleção de casos ou de amostragem a serem estudadas. A definição da amostragem envolve o estabelecimento de limites que definem o que será estudado e que se conectará diretamente com as questões de pesquisa e a criação de um quadro de exemplo para auxiliar a definir, confirmar, ou qualificar os processos básicos ou construções que sustentarão o estudo (*framework)* (VOSS; TSIKRIKTSIS; FROHLICH, 2002).

Para o presente estudo, o *framework* foi baseado nos critérios de qualificação e aderência de práticas de gestão ambiental na construção pesada presentes nos seis documentos já estabelecidos quadro 3 e deu origem ao quadro 4, de onde foram obtidas as questões do instrumento de pesquisa.

Com base nas pesquisas realizadas e leitura dos artigos e documentos, os princípios de sustentabilidade presentes nos documentos foram agrupados em três tópicos para facilitar a elaboração do roteiro de pesquisa, bem como analisar as respostas dos entrevistados e avaliar os documentos de referência.

O quadro 4 apresenta as os princípios de construção sustentável presentes nos documentos e agrupados pelo autor em três tópicos: consumo de recursos, que se refere ao consumo de recursos na fonte e minimização do uso dos mesmos; projeto e planejamento, que analisa a implantação de princípios de gestão sustentável em fase de planejamento e projeto; e gestão ambiental, que se refere a itens de gestão durante o ciclo de vida do produto.

Quadro 4 - Tópicos de pesquisa (continua)

Literatura	Consumo de recursos	Projeto e Planejamento	Gestão Ambiental
MIYATAKE, Y. (1996)	- Minimização do consumo de recursos; - Maximização da reutilização de recursos; - Utilização de recursos renováveis e recicláveis.	-	-
SHEN, TAM, et. al. (2009)	-	- Prevenção a produção de resíduos e reaproveitamento na fase de projeto; - Uso de tecnologias pouco poluentes.	- Redução de resíduos através de legislação do governo; - Redução de resíduos a partir de um sistema de gestão eficaz;
SAID, I. et al. (2010)	-	- Construção a longo prazo (a construção de projetos duráveis); - Construção para nossos filhos, tornando o ambiente mais seguro; - Construção para o planeta, transformar os materiais a partir de recursos sustentáveis.	-
AsBEA (2012)	- Uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo; - Redução do consumo energético; - Redução do consumo de água.	- Gestão sustentável da implantação da obra; - Adaptação às necessidades atuais e futuras dos usuários; - Introdução de inovações tecnológicas sempre que possível e viável.	Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos

Fonte: Autor

Quadro 4: Tópicos de pesquisa (continuação)

Literatura	Consumo de recursos	Projeto e Planejamento	Gestão Ambiental
TAM, V. W.-Y.; LU, W (2016)	A redução é considerada o método mais eficaz e eficiente pois minimiza a geração de resíduos e reduz custo de transportes para descarte e reciclagem	-	3R's - classificassão as estratégias de gestão de resíduos de acordo com sua conveniência.
BRASIL. Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010	Prevenção ao consumo de resursos	- Elaboração de plano de gerenciamento dos resíduos da construção civil; - Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais.	- Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; - Incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo; - Visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; - Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; - Reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; - Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos; - Gestão integrada de resíduos sólidos; - Coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas; - Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

Fonte: Autor

4 PESQUISA DE CAMPO

Para a pesquisa de campo do presente estudo, foi elaborado um conjunto de ações a fim de analisar todas as fontes de dados e validar as questões de pesquisa (apêndice A), como:

a) Visitas às obras fontes de estudos para observação direta das práticas de sustentabilidade de cada uma;

b) Entrevistas semiestruturadas com os gestores de cada obra com base no roteiro do apêndice A;

c) Verificação e análise dos documentos disponibilizados por cada obra.

4.1 COLETA DE DADOS

Na fase inicial da coleta de dados, foi realizado um teste piloto, em uma das quatro obras públicas do setor de transporte participantes do estudo.

A aplicação do roteiro piloto se mostrou adequada para a consolidação dos objetivos desta pesquisa.

A coleta de dados foi realizada da seguinte forma:

a) realização de entrevistas e visitas às obras selecionadas;
b) tabulação dos resultados das entrevistas em tabela comparativa de forma a criar uma ligação lógica das várias fontes de evidências direcionadas para a mesma questão de pesquisa e quais as conclusões obtidas;
c) criação de banco de dados para armazenamento dos documentos, fotos e registros coletados nas obras a fim de construir uma conexão das evidências com o roteiro de entrevistas, no sentido de haver um encadeamento entre as questões formuladas e as respostas cedidas.

Para as entrevistas, foram escolhidos os gestores das áreas de Meio Ambiente de cada obra com o auxílio dos profissionais de campo, que atuam diretamente na execução das ações sustentáveis.

As entrevistas duraram em média duas horas, e após a coleta de informações, foi possível verificar *in loco* as respostas dos gestores e profissionais da área e uma visita à obra em cada empresa analisada.

Durante as entrevistas e visitas foi possível a obtenção de documentos e fotos que comprovam as práticas realizadas por cada obra.

4.2 EMPRESAS ESTUDADAS

Para o presente estudo, foram escolhidas obras que fazem parte da construção da Linha 5, Lilás, do Metrô de São Paulo. Cada uma das obras é composta por um consórcio de empresas

A linha 5 ligará o Largo Treze, no bairro de Santo Amaro à Chácara Klabin em um trecho de 11,5 km a ser composta por 11 estações (Adolfo Pinheiro, Alto da Boa Vista, Borba Gato, Brooklin, Campo Belo, Eucaliptos, Moema, AACD-Servidor, Hospital São Paulo, Santa Cruz e Chácara Klabin), 13 poços, 01 estacionamento de trens sob o Parque das Bicicletas, 01 pátio de estacionamento e manutenção (Guido Caloi), 01 subestação primária e 26 novos trens.

Este trecho se integrará com a Linha 1-Azul, na Estação Santa Cruz, e com a Linha 2-Verde na Estação Chácara Klabin e com a futura Linha 17-Ouro na Estação Campo Belo. A linha quando concluída totalizará 19,9 km de extensão, 17 estações, 02 pátios de estacionamento e manutenção e deverá entrar em operação em 2017 (Companhia do Metropolitano de São Paulo).

Após a operação, a linha lilás terá uma demanda estimada de 771.110 passageiros/dia em 34 trens operando em horários de pico (Companhia do Metropolitano de São Paulo).

A importância da linha 5 se deve ao fato de que proporcionará o acesso a complexos hospitalares como Santa Casa de Misericórdia de Santo Amaro, Hospital e Maternidade Santa Marta, Hospital do Servidor Público Estadual, Hospital São Paulo, Hospital Sepaco, Hospital Santa Cruz, Hospital Alvorada, Hospital Edmundo Vasconcelos, Hospital Evaldo Foz e Maternidade do Amparo Maternal e centros especializados para tratamentos como AACD, APAE e Lar e Escola São Francisco que serão providos de transporte com acessibilidade e rapidez (Companhia do Metropolitano de São Paulo).

A linha 5 foi dividida em oito lotes, cada lote é de responsabilidade de um consórcio de empresas que foi designado para a construção daquela área.

Um consórcio é a junção de duas ou mais empresas para a criação de uma nova empresa (com novo CNPJ) a fim de realizar uma obra, muitas vezes com prazo para início e fim da parceria. Este tipo de associação é muito comum na indústria da construção pesada uma vez que a verba desembolsada para a realização de grandes projetos nem sempre pode ser

arcada por apenas uma empresa. Cada consórcio, em sua formação inicial, define quais serão as responsabilidades de cada empresa e qual empresa será majoritária no consórcio. Na maioria das vezes, a empresa majoritária (com maior porcentagem de participação no consórcio) torna-se líder do consórcio e determina o modelo de gestão que deverá ser seguido pela nova empresa que está se formando.

Para o presente estudo, foram realizadas pesquisas em quatro consórcios que serão denominados Empresas A, B, C e D.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados do presente estudo consistiu em verificar os dados, informações e evidências coletados durante as entrevistas nas 4 empresas estudadas, conforme proposto no *framework*, utilizando-se da técnica de análise de conteúdo (SILVA e FOSSÁ, 2013).

Com o objetivo de obter melhor base de comparação, foram escolhidas empresas com o mesmo escopo de serviço, mesmo cliente e mesmo projeto, porém com culturas e sistemas de gestão distintos.

Foram realizadas quatro entrevistas diretas com os gestores e 12 visitas de campo às empresas, com a finalidade de reunir o maior número de evidências possível.

As entrevistas realizadas serviram de fonte primária de informações, e tiveram como base o roteiro do apêndice A onde doze questões foram respondidas pelos gestores da área de meio ambiente/sustentabilidade das obras. As doze questões foram divididas em três áreas, conforme o *framework* (quadro 4): consumo de recursos, projeto e planejamento e gestão ambiental.

5 RESULTADOS DAS PESQUISAS

O resultado das pesquisas realizadas é formado pela análise das empresas em seu conjunto de suas práticas de sustentabilidade, processos produtivos e sistemas de gestão.

A oportunidade de utilizar várias fontes de evidências, tais como documentos, fotos, registros e observações diretas nos locais da comprovação das práticas e entrevistas com os gestores, permitiu a realização de um processo de triangulação dos dados, fundamentada em diversas fontes diferentes de informação.

A seguir, expõe-se o resultado do levantamento dos documentos, observações de campo e o resultado das entrevistas para completar o processo de triangulação das fontes de dados.

As empresas estudadas são nomeadas empresas A, B, C e D e a apresentação dos resultados é dividida pelas variáveis expostas no quadro 4 (consumo de recursos, projeto e planejamento e gestão ambiental) e organizadas conforme o roteiro de pesquisa do apêndice A.

5.1 CONSUMO DE RECURSOS

Para a variável a respeito do consumo de recursos foram abordados três assuntos macro que englobam a minimização do consumo de recursos, a reutilização de recursos e a reciclagem e reaproveitamento dos mesmos no processo produtivo.

Como forma de minimização do consumo de recursos, a empresa A utiliza brita proveniente de um processo de reciclagem (britagem) de material de demolição do próprio canteiro de obras para regularização de pisos e acessos no canteiro, ou seja, o entulho gerado na obra se transforma em brita, que pode ser reutilizada para fins menos nobres. Ressalta-se que este tipo de material não pode ser utilizado no produto final da obra a fim de garantir a qualidade do mesmo, pois o material demolido contém uma composição mista que não garante a qualidade exigida. A prática pôde ser verificada em vários locais da obra e através de documentos comprobatórios, onde foi apresentada a ficha técnica do agregado reciclado gerado a partir de resíduos de demolição.

Segundo informações do representante da empresa são realizadas outras práticas de minimização do consumo de recursos como: redução do consumo de combustível, fazendo uso de compressores à base de energia elétrica em detrimento ao uso de geradores à combustão; consumo consciente de madeira, onde é realizado um sistema de compra optando,

sempre que possível, pela aquisição de madeira de origem exótica ou de reflorestamento, que são as espécies que se encontram fora de sua área de distribuição natural (nativas), isto é, que não são originárias de um determinado local e não são protegida por força de lei.

Em complemento, foram apresentados pelo representante da empresa A documentos que comprovam a realização de campanhas de redução de recursos com os funcionários da obra, com foco voltado ao consumo de água e energia.

Como forma de reutilização de recursos, foi apresentado pelo representante da empresa A e verificado *in loco* ações como:

a) Reuso da água de rebaixamento de lençol freático, em circuito fechado, para a cura de concreto (água já tratada em estação de tratamento de efluentes - ETE), limpeza, umectação de pátio e lava-rodas;
b) Higienização de Equipamentos de proteção individual (botas, capacetes, uniformes) para reutilização;
c) Reuso de sobras de madeira e aço como material de apoio ao canteiro (sinalização, proteção coletiva) e;
d) Britagem de entulho gerado na obra para utilização em acessos e regularização de pisos.

A figura 6 demonstra a reutilização de água nos canteiros de obra da empresa A para cura de concreto

Figura 6 - Reutilização de água nos canteiros de obra da empresa A para cura de concreto

Fonte: Empresa A

Verificado que na empresa A, através de observação e documentação que a separação e reciclagem de materiais possibilitam a geração de lucro através da venda de materiais como

papel, plástico, madeira e aço para empresas especializadas que irão realizar a reciclagem dos mesmos.

Pôde ser observada na empresa B a implantação de ações para a minimização do consumo de água através de sistemas de reutilização de efluentes tratados em Estações de tratamento de efluentes, em todas as frentes de obras para uso menos nobres, como umidificação de pátio e lavagem de rodas. Segundo o representante da empresa B, a obra possui uma estratégia específica para que a água utilizada na escavação do túnel, que representa uns dos maiores consumo da obra, seja proveniente de água de reuso e da água de infiltração do lençol freático da Estação Chácara Klabin.

Foi apresentado pelo representante da empresa B, um projeto desenvolvido pelos engenheiros, em que a água gerada na estação Chácara Klabin (já em funcionamento), proveniente de infiltração de lençol freático e de reuso, anteriormente encaminhada à rede pluvial, é coletada, armazenada e enviada ao *shield* para sua utilização no processo produtivo, minimizando assim, o consumo. Estima-se que até o final das escavações, o projeto possa ter gerado uma economia de mais de 82 mil metros cúbicos de água.

Verificado através de documentação que a empresa B realiza campanhas de redução de recursos com os funcionários da obra em forma de treinamentos específicos.

Como principais fontes de reutilização, observado *in loco* na empresa B, que os efluentes tratados nas Estações de Tratamento de Efluente (ETE) são utilizados em todas as frentes de obras para limpeza e umectação do canteiro, além do reuso de sobras de madeira e aço para sinalização e proteções coletivas.

Pode ser observado que a empresa B possui um programa de coleta seletiva que abrange papel, plástico e metal, porém, informado pelo representante da empresa que apenas o metal é vendido e gera renda, os demais materiais são destinados a empresas especializadas, onde há desembolso de recurso para o pagamento do transporte e destinação do material. A documentação referente à destinação do material foi apresentada pelo responsável da área.

Em visita à empresa C, foi observada a implantação da minimização do consumo de recursos com foco na redução do consumo de água. Foi possível observar *in loco* diversas ações como: a implantação de redutores de vazão de pressão nas torneiras da obra (vestiários, banheiros), além de sistema da redução do consumo de água para usos menos nobres como lavagem de rodas. A lavagem de rodas nas frentes de serviço possui um sistema fechado de reutilização da água, onde a água utilizada é coletada e retorna ao sistema para reuso.

Na usina de concreto instalada dentro do canteiro de obras há a reutilização da água da lavagem dos balões e bicas de betoneiras para a umectação do pátio e lavagem de rodas.

Além disso, o representante da empresa apresentou documentação que comprova a realização de campanhas e treinamentos que envolvem a minimização do consumo de todos os tipos de recursos.

Verificado ainda que a empresa C realiza o reuso de madeira e aço para sinalização e proteções coletivas; faz a coleta de água de ar condicionado e a reutiliza para a limpeza e umectação de pisos além da coleta e reuso de papeis de rascunho no escritório e contêiner de aditivo para armazenamento de peças.

Além disso, a empresa ainda higieniza equipamentos de proteção individual para que possam ser reutilizados e faz uso de brita advinda da reutilização de entulho de demolição da obra para regularização de pisos e acessos.

A figura 7 mostra o sistema de coleta de água dos ar condicionados.

Figura 7 - Coleta de água de ar condicionado para reutilização

Fonte: Empresa C

O programa de reciclagem da empresa C contempla a separação e destinação à empresas especializadas de papel, plástico, material contaminado, lâmpadas e madeira; além da separação e venda de aço e metais.

O sistema de separação e coleta seletiva da empresa C é apresentado na figura 8.

Figura 8 - Separação e coleta seletiva na empresa C

Fonte: Empresa C

Segundo o representante da empresa D, há prioridade para a minimização do consumo de água, para tanto possuem processos de reuso da água no abastecimento dos sistemas de lavagem de rodas e botas e uso de água de reuso na descarga dos banheiros nos canteiros de obra, como pôde ser verificado em visita à obra.

A figura 9 mostra o sistema de reaproveitamento de água da empresa D.

Figura 9 - Reutilização de água nos canteiros de obra da empresa D

Fonte: Empresa D

A empresa D faz uso de sobras de madeira e aço para sinalização e proteções coletivas, além de reutilizar água para lava rodas, lava botas e abastecimento de descargas nos banheiros.

Como prática de reciclagem, verificado que a empresa D realiza a separação dos resíduos em caçambas e coletores onde são segregados os resíduos recicláveis (papel, plástico), resíduos orgânicos, madeira e segundo verificação de documentos, os resíduos são enviados para aterros licenciados através de empresas terceirizadas. De acordo com o representante da empresa, os resíduos de sucata metálica e aço, são vendidos como forma de geração de renda.

5.2 PROJETO E PLANEJAMENTO

Para a variável de projeto e planejamento, as questões abordaram três aspectos: características de sustentabilidade nos projetos, utilização de inovações tecnológicas focadas na sustentabilidade e implantação de tecnologias limpas, que são meios de produção responsáveis por uma menor poluição ambiental e menor consumo de energia do que as tecnologias tradicionalmente usadas nas construções.

Projetos de mobilidade e infraestrutura como o caso do metrô, tendem a ser de longo prazo, onde sua estrutura deverá ser utilizada por muitos anos e muitas gerações. A utilização de um sistema de trens subterrâneos pela população possui viés de sustentabilidade por retirar carros das ruas, poluir menos e ter grande durabilidade. Porém, além das características habituais de seus projetos, há possibilidades de implantação de medidas sustentáveis nas edificações, como reutilização de água nas estações, utilização de painéis solares para energia, entre outras.

A pergunta direcionada aos gestores avaliou esse tipo de medida, ou seja, a medida incorporada ao projeto que está sendo executado, e não às características sustentáveis de um projeto de mobilidade urbana e foi respondida da mesma maneira por todas as empresas estudadas.

O projeto construtivo, tanto o básico, quanto o detalhado, fornecido às construtoras é de responsabilidade do cliente e as construtoras não possuem interferência sobre ele.

Foi informado pelas empresas, que os projetos são fornecidos aos poucos, conforme sequência executiva, sendo que os projetos finais, das estações ainda não são conhecidos, não podendo assim, afirmar que o projeto possa possuir alguma característica de projeto sustentável. Além disso, foi informado pelos representantes das empresas que o projeto básico, fornecido no ato da licitação, não possui informações suficientes para tal análise.

Vale ressaltar, que na fase atual das obras, os projetos englobam apenas as estruturas das estações e túneis, não sendo possível analisar as edificações e áreas comuns que atenderão os usuários finais.

Com relação à implantação de inovações tecnológicas nos processos construtivos, os representantes das empresas A e D informaram que não houve implantação de nenhuma inovação no processo construtivo.

Em entrevista, o responsável pela empresa A afirmou que não houve sequer a consideração de implantação de inovações tecnológicas no processo construtivo visando à sustentabilidade. Para o mesmo, a relação custo benefício de novas tecnologias pesa no momento da tomada de decisões. Informado ainda que o setor de meio ambiente, que cuida dos processos de sustentabilidade ainda não consegue influenciar nos processos construtivos, porém, a empresa informou que nos meses anteriores à pesquisa, havia sido contratada uma empresa de consultoria e planejamento para melhoria da sustentabilidade nos processos.

Apresentado pelo responsável pela empresa B a implantação de dois projetos de inovações tecnológicas visando à sustentabilidade; o primeiro é utilizado nos serviços de apoio à obra, onde no transporte de anéis de concreto para a construção dos túneis são utilizados caminhões a base de Biodiesel, com foco na redução de emissões atmosféricas e consumo de recursos.

O segundo influi diretamente no processo construtivo e foi implantado um sistema de reuso da água da estação Chácara Klabin para a escavação do túnel com a utilização do *shield* visando à diminuição do consumo de recursos.

Para o representante da empresa C, a implantação de novas tecnologias incorporadas ao processo executivo é dificultada pelo cliente, responsável pelo projeto, pois os mesmos são

reticentes às mudanças e qualquer tipo de inovação deve passar por aprovação, com isso apenas uma inovação foi aprovada pelo cliente, e implantado o uso de metodologia de escavação de estacas a seco, visando à diminuição do consumo de recursos naturais.

A figura 10 mostra o processo produtivo da escavação de estacas sem o uso de água.

Figura 10 - Execução de estacas a seco.

Fonte: Empresa C

Sobre a questão da adoção, desenvolvimento e/ou aprimoramento de tecnologias limpas na execução das obras, três empresas (A, B e D) apresentaram respostas positivas. Verificado através de documentação que as empresas A e D adotam o uso de compressores elétricos como alternativa aos compressores à combustão, enquanto que a empresa B faz uso de caminhões desenvolvidos com tecnologia de abastecimento a base de biodiesel, em uma parceria com outros fornecedores.

Na empresa C não foi possível verificar a adoção de nenhum tipo de tecnologia limpa na execução das obras.

5.2.1 Gestão Ambiental

As questões relacionadas à gestão ambiental nas quatro empresas levaram em consideração o sistema de gestão ambiental, a prática dos 3R's, a educação ambiental, a destinação final de resíduos, a reciclagem de materiais e a logística reversa.

A questão de número 7 aborda se há sistema de gestão ambiental implantado nas empresas. Dentre as quatro empresas analisadas, apenas a empresa A informou não possuir sistema de gestão ambiental implantado e a obra apenas atende o solicitado em legislação. Nas demais empresas (B, C e D), verificado que o sistema de gestão ambiental faz parte de

um sistema de gestão integrado corporativo sob responsabilidade de uma das empresas que compõe o consórcio. Informado pelos representantes que o sistema a ser implantado é decidido em comum acordo entre as consorciadas e este sistema deverá atender tanto às diretrizes corporativas, quanto à legislação, diretrizes da licença ambiental e do cliente.

Das quatro empresas, foi observado que apenas duas (C e D) são certificadas nas normas de gestão, incluindo a ISO 14001.

Ao serem questionados a respeito da implantação da prática dos 3 R's (Reduzir, reciclar e reutilizar), os representantes responderam de forma unânime. A implantação do conceito dos 3 R's é realizada em todas as obras, porém, a reutilização dos produtos provenientes da reciclagem não é feita no produto final devido a questões de exigências do controle de qualidade dos produtos. A reinserção dos materiais reciclados é realizada para fins menos nobres como sinalização, regularização e manutenção do canteiro.

O representante da empresa B levanta a questão que a modalidade de contrato (preço unitário, gerido pela Lei 866/93) no qual o cliente diz o que se deve fazer e remunera em função disto, não incentiva à reinserção dos resíduos no processo produtivo, ou seja, se o cliente não definir reinserção de resíduos reutilizáveis, a construtora não tem espaço para fazer em função de orçamento, estratégias, etc.

Das quatro empresas analisadas, verificado através de documentação que todas possuem um programa de educação ambiental voltado aos funcionários, com a realização de treinamentos, campanhas e conscientização.

Apenas a empresa C implantou ações de educação ambiental na comunidade onde foram ministradas palestras em um colégio público nos arredores da obra. Informado pelo representante da empresa que esta ação foi incentivada por uma das empresas componentes do consórcio, que possui em suas diretrizes esse tipo de prática.

Em análise ao plano ambiental da obra (PBA), que rege as exigências da licença ambiental, é possível verificar que o mesmo possui uma exigência neste sentido, porém ao questionar os representantes das empresas, foi informado que a ação é de responsabilidade do cliente e que não é possível afirmar que a mesma tenha sido cumprida.

A questão 10 abordada aos gestores questiona a respeito da destinação final dos resíduos, e se os transportadores e fornecedores são devidamente autorizados pelos órgãos competentes.

Neste quesito todas as empresas apresentaram evidências do atendimento das exigências do cliente e da legislação ambiental.

Questionados quanto à necessidade de critérios para a reciclagem de materiais, apenas a empresa A respondeu positivamente. Uma vez que, dentre as quatro, é a única que obtém receita com a venda de materiais para a reciclagem. A empresa A possui critérios para a separação dos resíduos em seu pátio, onde papel e plástico devem ser armazenados até se obter uma quantidade mínima para o recolhimento e o entulho deve ser virgem, sem contaminação para que possa ser triturado e reutilizado.

Quanto à logística reversa, item obrigatório na Política Nacional de resíduos sólidos, informado pelos gestores que a empresa A a aplica apenas com o fornecedor de produtos para o tratamento da água, com o retorno dos tambores de armazenagem de produtos que podem ser reabastecidos. O mesmo relata problemas com fornecedores de aditivos.

Não foi possível verificar nenhum tipo de prática de logística reversa com fornecedores da empresa B, porém, apresentadas evidências de que a empresa C reutiliza a embalagem de produtos para o tratamento de efluentes na obra que são enviadas as embalagens vazias ao fornecedor e as mesmas retornam cheias novamente.

Informado pelo representante da empresa D que a mesma possui logística reversa das embalagens dos produtos para o tratamento da água (ETE); dos tambores de graxa utilizados nas tuneladoras; dos contêineres de espuma que são utilizados na roda de corte do *shield* com reabastecimento das embalagens e também há reabastecimento de aditivo nos containers de 1000 l.

O quadro 5 apresenta um comparativo dos resultados das entrevistas divididos pelas variáveis determinadas no framework, de forma a possibilitar uma melhor comparação entre as empresas.

A análise do quadro 5 permite uma melhor avaliação das respostas para consolidação dos resultados.

Quadro 5 – Comparativo de resultados por empresa

Pergunta	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Consumo de Recursos				
Existe prática que vise à prevenção e/ou minimização do consumo de recursos, como matérias primas, água e energia? Quais?	Sim Redução do consumo de Brita Consumo consciente de madeira Redução do uso de combustíveis Campanhas	Sim Redução do consumo de água Campanhas	Sim Redução do consumo de água Campanhas	Sim Redução do consumo de água Campanhas
A obra implanta sistema que permite a reutilização de recursos? Exemplos	Sim Reúso da água de ponteiras em circuito fechado para a cura de concreto (água já tratada em ETE), limpeza, umectação de pátio, lava-rodas Higienização de EPIs Sobras de madeira e aço como material de apoio ao canteiro (sinalização, pirulitos) Entulho triturado	Sim Reutilização de efluentes tratados nas Estações de Tratamento de Efluente – ETE em todas as obras para limpeza do canteiro. Reuso de madeira e aço para sinalização e proteções	Sim Há a reutilização de água do processo produtivo da Usina de concreto para umectação de pátio e em circuito fechado do lava-rodas. Higienização de EPIs Reuso de madeira e aço para sinalização e proteções coletivas Reutilização de entulho britado para composição e recomposição de pisos. Coleta de água de ar condicionado para limpeza e umectação de pisos. Reutilização de uso de papeis de rascunho no escritório Containers de aditivo para armazenamento de peças.	Sim Processo de reuso da água para esse abastecimento das tuneladoras. A água de reuso também é utilizada para o lava rodas, para a descarga dos banheiros e para o lava botas. Reuso de madeira e aço para sinalização e proteções
É implantado sistema de reciclagem de materiais. Quais materiais são reciclados e como?	Sim Plástico - venda Madeira - Transformação em compensado Papel e Papelão - venda Aço - venda	Sim Plástico Papel e papelão Metal	Sim Plástico Madeira Papel e papelão Metal	Sim Plástico Madeira Papel e papelão Metal
Projeto e Planejamento				
O projeto apresenta características de sustentabilidade, visando à construção em longo prazo e adaptação as necessidades futuras dos usuários?	Não	Não	Não	Não

Fonte: Autor

Quadro 5 - Comparativo de resultados por empresa (Continuação)

Pergunta	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Projeto e Planejamento				
Foram consideradas ou implantadas inovações tecnológicas, no processo construtivo, que visem a sustentabilidade (ex.: diminuição de uso de recursos naturais; diminuição da geração de resíduos).	Não	Sim	Sim	Não
		Utilização de Biodiesel em caminhões utilizados no transporte de anéis de concreto para o túnel TBM, com foco na redução de emissões atmosférica. Além do reuso da água da estação Klabin	Uso de estaca escavada à seco	
A obra possui a adoção, desenvolvimento e/ou aprimoramento de tecnologias limpas na execução da obra como forma de minimizar ou reduzir os impactos ambientais? Quais?	Sim	Sim	Não	Sim
	adoção de compressores elétricos ao invés de a combustão	Utilização é Biodiesel faz parte de um projeto piloto da empresa, que envolve o fabricante do caminhão (Scania) e produtora de Biodiesel (Ipiranga) visando aprimorar e mensurar a eficácia do Biodiesel para as próximas obras.		adoção de compressores elétricos ao invés de a combustão
Gestão Ambiental				
A obra possui sistema de gestão ambiental implantado?	Não	Sim	Sim	Sim
O sistema de gestão ambiental implanta a prática dos 3R's (reduzir, reciclar e reutilizar)? Se sim, há incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo?	Sim	Sim	Sim	Sim
	No ciclo produtivo não há reinserção dos materiais reciclados por questões de qualidade do produto final.	Não há reinserção no ciclo produtivo. A modalidade de contrato (preço unitário, gerido pela Lei 866/93) não permite a prática uma vez que o cliente diz o que se deve fazer e remunera em função disto, ou seja, se o cliente não cobrar reinserção de resíduos reutilizáveis, a construtora não tem espaço para fazer em função de orçamento, estratégias, etc.	A reinserção dos resíduos é restrita à outros fins como regularização de piso, sinalização e proteções. Não é possível a reinserção de materiais reciclados para o ciclo produtivo devido às exigências de qualidade do produto final.	O projeto não permite a reutilização dos resíduos no processo produtivo, somente em processos auxiliares.
Existe algum tipo de programa ou plano de educação ambiental que atinja os funcionários e/ou comunidade?	Sim	Sim	Sim	Sim
	Somente funcionários	Somente funcionários	Funcionários e comunidade	Somente funcionários

Fonte: Autor

Quadro 5 - Comparativo de resultados por empresa (Continuação)

Pergunta	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Gestão Ambiental				
Com relação à destinação final dos resíduos, os transportadores e fornecedores são devidamente autorizados pelos órgãos competentes?	Sim, além de exigência legal, há exigência do cliente	Sim, além de exigência legal, há exigência do cliente	Sim, além de exigência legal, há exigência do cliente	Sim, além de exigência legal, há exigência do cliente
Para a reciclagem de materiais, existe algum tipo de critério para a reciclagem (ex.: reciclagem de materiais virgens, utilização de grande volume de produtos reciclados, uso de produtos alternativos)? Exemplos	Sim, volume.	Não	Não	Não
Está implantado, junto aos fornecedores, algum sistema de logística reversa, que permita a devolução de materiais, embalagens e ou resíduos? Em quais materiais?	Não	Não	Não	Sim
	Apenas com fornecedor de produtos para o tratamento da água, com o retorno dos tambores que podem ser reabastecidos. Há problemas com fornecedores de aditivos.	-	Somente é reutilizada a embalagem de produtos para o tratamento de efluentes na obra onde são enviadas as embalagens, que retornam cheias novamente	Há logística reversa das embalagens dos produtos para o tratamento da água (ETE), dos tambores de graxa utilizados nas tuneladoras e também dos containers de espuma utilizados na roda de corte do shield. Também há reposição de aditivo de concreto nos containers de 1000l (MC).

Fonte: Autor

5.3 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS

A partir dos dados coletados, pôde-se verificar, na interpretação das empresas, as questões relacionadas à gestão de resíduos sólidos na construção civil em 3 variáveis, consumo de recursos, projeto e planejamento, gestão ambiental.

Verificou-se para a variável 1 - Consumo de recursos: Em todas as empresas estudadas há algum tipo de prática que vise à prevenção e/ou minimização e a reutilização dos recursos, umas em maior quantidade, outras focando nas atividades de maior consumo. Pôde-se verificar que as empresas A e D, que possuem máquinas de perfuração de túneis (*shield*) possuem um menor número de ações para a minimização do consumo de matérias primas, focando essencialmente no consumo e reutilização de água, pois é o recurso com maior consumo. Para as demais empresas, a minimização do consumo de recursos ou reutilização do mesmo é apresentada em uma maior variedade de áreas, porém, onde o impacto tende a ser

menor. A importância dada ao recurso hídrico nos canteiros de obra é intensificada pela falta de água no estado de São Paulo nos últimos anos, fazendo com que a preocupação das empresas, bem como a do cliente aumente.

Com relação à reutilização de materiais, é possível perceber que as empresas possuem um padrão de reutilização de materiais para finalidades menos nobres como: uso de madeira e aço para sinalizações de canteiro e proteções coletivas; reuso de água para umectação de pátio, cura de concreto e descargas de banheiros ou reuso de entulho britado para regularização de terreno. Esse fato se dá, pois não há a possibilidade de reinserção de materiais no ciclo produtivo a fim de garantir a qualidade do produto final.

Perguntado às empresas se as ações tomadas são essencialmente visando à sustentabilidade ou existe outro motivo que justifique essas ações, verificou-se que para as empresas A e C as ações são tomadas por iniciativa do departamento de QSMS (Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde), porém só são aprovadas caso a relação custo-benefício seja balanceada, sendo que as demais ações são exclusivamente para atendimento à legislação. Para a empresa B, as empresas consorciadas possuem políticas de sustentabilidade bem definidas, porém as ações somente serão implementadas caso não gerem prejuízo financeiro excessivo.

A implantação das ações sustentáveis está diretamente ligada às exigências do cliente, políticas das empresas e vantagens aos mesmos, sejam elas estratégicas, como visibilidade e credibilidade da empresa, ou financeiras.

Pode-se verificar através das entrevistas que mesmo com sistemas de gestão implantados e políticas de sustentabilidade bem definidas, as ações sustentáveis não podem gerar custo maior que o orçado ou pago pelo cliente, com o risco de não serem implantadas. Ou seja, qualquer serviço, que não esteja na legislação ou não tenha sido orçado, deve apresentar relação custo-benefício favorável para ser implantada.

Com relação à reciclagem de materiais, foi observado que em todas as empresas é implantado algum tipo de sistema de reciclagem de materiais, para os mesmos tipos de materiais. Apenas uma das empresas estudadas obtém lucro com a venda de materiais, pois realiza a venda dos mesmos; esse fato se dá, pois para a venda do material reciclável é necessário o acúmulo de grande quantidade de resíduos para que seja vantajoso ao comprador o transporte dos mesmos e na maioria dos canteiros de obra, não há local suficientemente grande para o armazenamento, fazendo com que as empresas precisem pagar o transporte da destinação. Mesmo que a reciclagem seja uma exigência dos sistemas de gestão, ainda não se obtém lucro ou vantagens com a realização das ações. É importante perceber, que mesmo

sendo uma ação sustentável de longo prazo, com vantagens ao meio ambiente, a reciclagem de materiais tende a ser realizada apenas por ser uma exigência legal ou do cliente, uma vez que gera gastos financeiros às empresas.

Observa-se que a destinação correta dos resíduos é uma questão amplamente abordada na legislação, porém, ainda sem benefícios aos geradores, sendo assim, é possível verificar um padrão entre as empresas com relação ao consumo de recursos, que é pautado apenas em atendimento a legislação ambiental e ganhos econômico/financeiros.

Para a variável 2 – Projeto e planejamento, a resposta dos gestores das empresas foi praticamente unânime uma vez que o projeto das quatro empresas é o mesmo, fornecido pelo cliente e nenhuma das empresas possui interferência sobre ele. Até o momento, não há informações sobre os projetos finais de edificações que possam dar uma ideia das características sustentáveis do mesmo, características essas não observadas no projeto básico.

Com relação à implantação de inovações tecnológicas e desenvolvimento de tecnologias limpas, em somente duas empresas estudadas foram utilizadas inovações tecnológicas e/ou uso de tecnologias limpas no processo construtivo, o que demonstra que esse tipo de prática é iniciativa da empresa e não do cliente, responsável pelo projeto, sendo que para este tipo de prática não há obrigatoriedade legal ou contratual.

Algumas empresas alegaram que enfrentam barreiras para a implantação das iniciativas, como recursos financeiros e aprovação do cliente o que esbarra mais uma vez na relação custo-benefício onde não há interesse na implantação de novas tecnologias que possam vir a gerar mais gastos à empresa.

Na Variável 3 – Gestão Ambiental, os dados obtidos demonstram que nas quatro empresas, há implantado, e funcionando, um sistema de gestão ambiental, mesmo que este não seja oficializado ou certificado por órgão externo.

Prova disto é que em apenas uma das empresas não há sistema de gestão ambiental implantado formalmente, porém, há atendimento à legislação e implantação de iniciativas que visam uma gestão mais eficiente. O sistema de gestão ambiental das empresas é uma iniciativa por parte das mesmas e não há exigência do cliente.

Em todas as empresas há a implantação do princípio dos 3R's, porém de forma restrita uma vez que não há a possibilidade de reinserção dos resíduos no ciclo produtivo em função da qualidade do produto final e do não incentivo por parte do cliente. O uso de materiais reutilizados em processos produtivos na construção civil requer controle tecnológico eficiente e comprovação de que o produto final não apresentará qualidade inferior à definida em projeto, sendo assim, a utilização de materiais virgens é menos dispendiosa para a construção

civil, porém, afeta diretamente o consumo de recursos não renováveis, tornando o setor um dos que mais impacta o meio ambiente.

Todas as empresas possuem programa de educação ambiental, porém somente uma delas aplica à comunidade. Essa ação é incentivada pelo sistema de gestão da empresa em questão.

Apesar do programa de educação ambiental estar presente no Plano Básico Ambiental (PBA) das obras como uma das condicionantes da licença, as ações são de responsabilidade do cliente e não são incentivadas pelo mesmo.

Em apenas uma das empresas há casos significativos de logística reversa, em entrevista aos gestores, os mesmos alegam que vem encontrando barreiras junto aos fornecedores, pois os mesmos ainda não adotaram a prática.

Apesar de a logística reversa ser um dos itens da política nacional de resíduos sólidos, a grande maioria dos fornecedores não se adequou e ainda não alterou seu processo produtivo a fim de realizar a reutilização de materiais. Acredita-se que grande parte do problema esteja na fiscalização do poder público, que ainda não aplica multas às empresas não enquadradas na legislação; além disso, o custo de readequação das mesmas para atendimento ao item é muito alto e não há incentivo para a realização das ações.

Pôde-se verificar que em todas as empresas, a legislação ambiental é cumprida em sua íntegra, e que a aplicação da mesma no dia a dia, incentiva a implantação de um sistema de gestão ambiental, ou seja, é possível perceber que a partir da aplicação das leis e normas, as empresas podem gerir um sistema sustentável atendendo as melhores práticas previstas na literatura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de avaliar em que medida as empresas de construção de obras públicas do setor de transportes adotam os princípios da gestão de sustentabilidade na construção civil, foi realizado um estudo de múltiplos casos em quatro obras públicas do setor de transportes do Estado de São Paulo, onde foram realizadas entrevistas diretas com gestores da área, análise da documentação existente na obra e observações no local.

A partir das entrevistas e análise dos dados foi possível concluir que em todas as empresas, a legislação ambiental é cumprida em sua íntegra, sendo que a aplicação da mesma no dia a dia das empresas leva à implantação de um sistema de gestão ambiental, uma vez que a legislação brasileira possui em seu texto, os melhores princípios de sustentabilidade encontrados na literatura.

Existem evidências que em todas as empresas há algum tipo de prática que vise à prevenção e/ou minimização do consumo de recursos, umas em maior quantidade, outras focando nas atividades de maior consumo, bem como práticas de reutilização e reciclagem de resíduos. Porém, mesmo sendo uma ação sustentável de longo prazo, com vantagens ao meio ambiente, a reciclagem de materiais tende a ser realizada apenas por ser uma exigência legal ou do cliente, uma vez que gera gastos financeiros às empresas.

Pelo fato de o projeto e cliente serem os mesmos para todas as empresas estudadas, foi possível verificar que as ações sustentáveis implantadas são muito análogas, demonstrando que a criação de inovações ou ações de melhoria provém de iniciativa única de cada empresa e não por solicitação do cliente.

Com base nas informações coletadas é possível afirmar que as práticas sustentáveis são implementadas caso estejam estabelecidas por legislação ou a relação custo-benefício seja balanceada, mesmo em casos onde a empresa possui uma política de sustentabilidade bem definida, ou seja, as ações sustentáveis devem apresentar vantagens financeiras a partir do orçamento inicial da obra ou valor pago pelo cliente, ou apresentar relação custo-benefício favorável, do contrário não são implementadas, o que demonstra que o lucro ainda se sobrepõe às ações sustentáveis ou que não há incentivo financeiro para a implantação das mesmas.

Foram encontradas evidências que apontam que a legislação ambiental brasileira e os sistemas de gestão englobam os princípios fundamentais para uma gestão sustentável, porém o conceito não é amplamente atingido uma vez que há entraves no projeto, que não possui

características sustentáveis e não permite a reinserção de materiais recicláveis em seu processo produtivo.

A reinserção de materiais reciclados no processo produtivo mais uma vez esbarra em entraves financeiros que não são suficientes para realizar a reciclagem e controle tecnológicos adequados a fim de garantir a qualidade do produto final, tornando mais prático e menos dispendioso o uso de materiais virgens, mesmo que isso cause inúmeros impactos ambientais.

Ainda há entraves envolvendo o poder público que não fiscaliza e garante a implantação da legislação em sua totalidade; exemplos disso são os fornecedores que não se adequaram ao item da política nacional de resíduos sólidos, logística reversa, fazendo com que os consumidores também não consigam implantá-lo.

Verificou-se através do presente trabalho que nos casos estudados é possível constatar a adoção dos melhores princípios da gestão de sustentabilidade através de ações isoladas dentro de cada obra, e que ainda há muitas barreiras que impedem que os projetos atendam plenamente o conceito de gestão sustentável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012.** Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf. Acesso em: 30.mar.2014

_____. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013.** Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf. Acesso em: 02.nov.2014

_____. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014.** Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf. Acesso em: 25.out.2015

AFROZ, R. et al. Factors affecting waste generation: a study in a waste management program in Dhaka City, Bangladesh. **Environ Monit Assess**, p. 509–519, 2011.

ANGULO, Sérgio C. **Caracterização de Agregados de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados e a Influência de suas Características no Comportamento de Concretos.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2005.

ÁVILA, L. V. et al. Análise das estratégias de gestão ambiental em empresas do setor industrial. **Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe)**, Guarapuava, v. 11, n. 1, jan/jun. 2013. ISSN 2177-4153.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEA. **Guia sustentabilidade na arquitetura:** diretrizes de escopo para projetistas e contratantes. São Paulo, p. 132. 2012.

BRASIL. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, v. 136, 17 jul. 2002, Seção I, p. 95-96

_____. Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. **Diário Oficial Eletrônico**, 3 ago. 2012. Disponível em: <http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/1024358/politica-nacional-eresiduossolidos-lei-12305-10. Acesso em: 30.mar.2014

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, p. 133. 2005.

CARNEIRO, A. P.; CASSA, J. C. S.; BRUM, I. A. S. **Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção**. Caixa Econômica Federal. Salvador, p. 312. 2001.

CHA, H. S.; KIM, J.; HAN, J.-Y. Identifying and Assessing Influence Factors on Improving Waste Management Performance for Building Construction Projects. **Journal Of Construction Engineering And Management**, v. 135, n. 7, July 2009. ISSN 0733-9364.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. **Metro SP**. Disponivel em: <http://www.metro.sp.gov.br>. Acesso em: 15 Novembro 2015.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa**. 3º. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEMAJOROVIC, Jacques. Da Política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: As novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, maio/jun., 1995.

DEMAJOROVIC, Jacques. A evolução dos modelos de gestão dos resíduos sólidos e seus instrumentos. **Cadernos Fundap**, São Paulo, n. 20, maio/ago., 1996.

DJOKOTO, S. D.; DADZIE, J.; OHMENG-ABABIO, E. Barriers to Sustainable Construction in the Ghanaian Construction Industry: Consultants Perspectives. **Journal of Sustainable Development**, Canadá, v. 7, n. 1, p. 134-143, Jan. 2014.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - FIRJAN. **Manual de Gerenciamento de Resíduos:** Guia de procedimento passo a passo. Rio de Janeiro, 2006.

FREITAS, A. R. P. et al. Indicadores Ambientais: Um estudo comparativo entre empresas brasileiras e espanholas. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 34-51, jan./abr. 2013. ISSN 1981-982X.

GHIBAM, A.; Alexandru; NEGOITÃ, Octavian Ion; NEGOITÃ, Olivia Doina. Management of the Waste Materials. **Journal of Electrical and Electronics Engineering**, v. 5, p.73 - 78, 2012

HWANG, B.-G.; YEO, Z. B. Perception on benefits of construction waste management in the Singapore construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 18, n. 4, p. pp. 394-406, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**, Rio de Janeiro, 2010, Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em 08.abr.2014

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de São Paulo. **São Paulo em perspectiva**, p. 90-104, abr/jun. 2006.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo: PCC-USP, 2000. 113p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2000.

_____. **Aproveitamento dos resíduos sólidos como material de construção.** Salvador: UFBA, 2001.

LAM, P. T. I. et al. Factors affecting the implementation of green specifications in construction. **Journal of Environmental Management**, Hong Kong, v. 91, p. 654-661, Setembro 2010.

LACY, P. et al. **A New Era of Sustainability**. Accenture. [S.l.]. 2010.

LAPORTA et al. **Gestão de Resíduos Sólidos**: dilemas atuais. Santo André: Centro Universitário Fundação Santo André, 2006. 92 p.

LINHARES, S. P.; FERREIRA, J. A.; RITTER, E. Avaliação da Implantação da Resolução n. 307/2002 do CONAMA sobre Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, São Leopoldo, v. 3, n. 3, p. 176-194, out/dez. 2007. ISSN 1808-7310.

MANO, Eloísa B.; PACHECO, Élen Beatriz A. V.; BONELLI, Cláudia Maria C. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. São Paulo: Blucher, 2010.

MARQUES, R. B. **Resíduos da Construção Civil em Araguari - MG:** Do diagnóstico à Proposta de um Modelo Gerencial Proativo. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p. 158. 2007.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing:** metodologia e planejamento. São Paulo: Atlas, 1996.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216-229, jan./abr. 2007. Falta local

MIRANDA, L. F. R. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil.** Paraná: Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolições. 2013.

MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, É. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986:2008. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, jan/mar. 2009. p. 57-71.

MONTEIRO, Dulce C. F.; COSTA, Ana C. R.; ROCHA, Érico R. P. **Perspectivas e desafios para inovar na construção civil**. BNDES Setorial 31, p. 353-410, 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3110.pdf> Acesso em 30 mar. 2014.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 84-119, maio 2009.

MIYATAKE, Y. Technology Development and Sustainable Construction. **Journal of Management Engeneering**, v. 12, n. 4, p. 23-27, July 1996.

PINTO, Tarcísio de Paula**. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1999. 189p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1999.

PUCCI, Ricardo B. **Logística de Resíduos da Construção Civil atendendo a Resolução CONAMA 307.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, 2006. 137p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 2006.

SAMBIASE, M. F.; FRANKLIN, M. A.; TEIXEIRA, J. A. Inovação para o desenvolvimento sustentável como fator de competitividade para as organizações: Um estudo de caso Duratex.

Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 144-168, abr./jun. 2013. ISSN 1809-2039.

SANTOS, A. L. **Diagnóstico Ambiental da Gestão e Destinação dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD):** Análise das Construtoras Associadas ao Sinduscon/RN e Empresas Coletoras Atuantes no Município de Parnamirim - RN**.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 107. 2009.

SAID, I. et al. Identifying the indicators os sustainability in the construction industry. **The International Journal of Organizational Innovation**, v. 2, n. 3, p. 336-350, 2010. local

SCHNEIDER, D. M.; PHILIPPI, A. Gestão pública de resíduos da construção civil no município de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 21-32, Out./Dez 2004.

SHEN, L.-Y. *et al.* Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. **Journal of Cleaner Production**, Hong Kong, v. 18, p. 254-259, Out. 2009.

SILVA, A. F. F. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de Acordo com a Resolução CONAMA n° 307/02 – Estudo de Caso para um Conjunto de Obras de Pequeno Porte.** Belo Horizonte: Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2007. 117p. Dissertação - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte 2007.

SILVA, P. J. D. R. S. D. **Princípios para a eficiência dos Sistemas de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição**. Universidade Nova de Lisboa, 2011. 72p. Dissertação em Engenharia Civil - Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2011.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de Conteúdo: Exemplo de Aplicação da Técnica para Análise de Dados. In: Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade, IV 2013, Brasilia **Anais...**Brasilia: 2013

SINHA, N. K. et al. **Solid Waste Management with Emphasis on Environmental Aspect**. 2nd International Conference on Methods and Models in Science and Technology (ICM2ST-11). Cambridge: [s.n.]. 2011. p. 123-127.

TAM, V. W.-Y.; LU, W. ConstructionWaste Management Profiles, Practices,and Performance: A Cross-Jurisdictional Analysis in Four Coutries. **Sustainability**, Basel, 22 Feb. 2016.

TEIXEIRA, Carina C. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Obras de Edificação.** Bragança: Instituto Politécnico de Bragança. Escola Superior Agrária, 2013. 107p. Dissertação - Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança 2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP, Building and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities. http: //www.unep.fr, 2007. Disponivel em: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx0916xPA-BuildingsClimate.pdf>. Acesso em: 06 July 2014.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations managemente. **International Journal of Operations & Production Management**, Londres, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our Common Future, The Report**. Oxford University. Oxford, p. 300. 1987. Disponível em: < http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm > Acesso em 22 jun. 2014.

YEHEYIS, M. et al. An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. **Clean Techn Environ Policy**, British Columbia, v. 15, p. 81-91, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso:** planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE PESQUISA

Geral

Data da entrevista:

Nome do entrevistado;

Empresa;

Obra;

Localização da Obra;

Tipo de obra (Pública, privada, Municipal, etc);

Duração da obra;

Porcentagem de conclusão da obra na data da entrevista:

Consumo de Recursos

1. Existe prática que vise à prevenção e/ou minimização do consumo de recursos, como matérias primas, água e energia? Quais?
2. A obra implanta sistema que permite a reutilização de recursos? Exemplos.
3. É implantado sistema de reciclagem de materiais? Quais materiais são reciclados e como?

Projeto e Planejamento

4. O projeto apresenta características de sustentabilidade, visando à construção em longo prazo e adaptação às necessidades futuras dos usuários?
5. Foram consideradas ou implantadas inovações tecnológicas, no processo construtivo, que visem a sustentabilidade (ex.: diminuição de uso de recursos naturais; diminuição da geração e reúso de resíduos).
6. A obra possui a adoção, desenvolvimento e/ou aprimoramento de tecnologias limpas na execução da obra como forma de minimizar ou reduzir os impactos ambientais? Quais?

Gestão Ambiental

7. A obra possui sistema de gestão ambiental implantado?
8. O sistema de gestão ambiental implanta a prática dos 3R's (reduzir, reciclar e reutilizar)? Se sim, há incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo?
9. Existe algum tipo de programa ou plano de educação ambiental que atinja os funcionários e/ou comunidade?
10. Com relação à destinação final dos resíduos, os transportadores e fornecedores são devidamente autorizados pelos órgãos competentes?
11. Para a reciclagem de materiais, existe algum tipo de critério para a reciclagem (ex.: reciclagem de materiais virgens, utilização de grande volume de produtos reciclados, uso de produtos alternativos)? Exemplos
12. Está implantado, junto aos fornecedores, algum sistema de logística reversa, que permita a devolução de materiais, embalagens e ou resíduos? Em quais materiais?