IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS PAINÉIS SOLARES: PERCEPÇÃO DOS DISCENTES DA UFRA - CAMPUS BELÉM - PA

Glênea Rafaela de Souza Costa¹; Denilson do Socorro Pinheiro Martins²; Abraão Smith Pinho da Silva³; João Carlos da Silva Ferreira⁴

^{1,2,3,4} Discentes do curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA. (grafacosta13@gmail.com)

Recebido em: 04/10/2019 – Aprovado em: 30/11/2019 – Publicado em: 15/12/2019

DOI: 10.18677/EnciBio_2019B33

RESUMO

O trabalho teve como objetivo analisar a percepção dos discentes da UFRA, campus de Belém, sobre os impactos ambientais causados pelos painéis solares a fim de contribuir para a proteção e conservação do meio ambiente. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa a respeito dos impactos ambientais através de questionário online, mas passado presencialmente, nos cursos da UFRA para 339 discentes. Constatou-se que os discentes entrevistados têm pouco conhecimento a respeito do assunto proposto, logo é necessário incluir disciplinas sobre energias renováveis na grade curricular.

PALAVRAS-CHAVE: Energias renováveis; interdisciplinaridade; impactos ambientais; painéis solares.

ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY SOLAR PANELS: UFRA'S STUDENTS PERCEPTION - CAMPUS BELÉM – PA

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze UFRA's students perception, Belém campus, about the environmental impacts caused by solar panels in order to contribute to the protection and conservation of the environment. For this, a qualitative research on environmental impacts was carried out through an online questionnaire, but passed in person, in UFRA's courses for 339 students. It was found that the students interviewed have little knowledge about the proposed subject, so it is necessary to include renewable energy subjects in the curriculum.

KEYWORDS: Renewable Energy; interdisciplinarity; environmental impacts; solar panels.

INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, como a solar, foi impulsionada pela preocupação com a preservação do meio ambiente e a busca pela diversificação da matriz elétrica, associado ao aumento na demanda por energia e desenvolvimento da indústria. O Brasil possui expressivo potencial para geração de energia elétrica a partir de fonte solar, contando com níveis de irradiação solar superiores aos de países onde projetos para aproveitamento de energia solar são amplamente disseminados, como Alemanha, França e Espanha (NASCIMENTO, 2017).

A sociedade tem necessidades essenciais como na geração e transmissão de energia e para mantê-las são necessárias mudanças, principalmente, na infraestrutura da demanda do setor energético, pois como essas mudanças são de grande porte, causarão impactos ambientais e conseqüentemente buscarão soluções práticas com investimentos baixos (MOSCARDINI JÚNIOR et al., 2017).

A expansão da energia solar se deve ao potencial de geração instalada, principalmente, ao elevado potencial de aproveitamento energético e, conseqüentemente, à geração de energia e ao fato de não emitirem poluentes ao ambiente (DIAS et al., 2017a). Assim, de acordo com Oliveira (2017), a tecnologia fotovoltaica é uma grande alternativa para o mercado energético e principalmente se for presente na matriz energética brasileira, pois ajudará na redução de fontes poluidoras tornando a energia mais sustentável e para isso, é importante utilizar materiais que substituam os principais compostos que levam aos impactos ambientais, fazendo com que a energia solar fotovoltaica seja mais limpa desde o início da produção.

De acordo com Nascimento (2017), o Brasil possui uma das matrizes mais renováveis do mundo, com aproximadamente 75% de fontes renováveis na oferta de energia elétrica, e conforme EPE (2016), será necessário expandir o uso de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) para ao menos 23% até 2030, principalmente pelo aumento da participação das fontes solar, eólica e biomassa para alcançar as metas firmadas no Acordo de Paris, COP 21, em 2015. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a percepção dos discentes da UFRA, campus de Belém, sobre os impactos ambientais causados pelos painéis solares.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, localizada em Belém-PA, no período de 10 de dezembro de 2018 a 10 de janeiro de 2019. O campus de Belém atende a 2.869 discentes dos quais 672 são de Agronomia, 233 são Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, 195 são de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, 200 são de Engenharia de Pesca, 405 são de Engenharia Florestal, 211 são de Licenciatura em Computação, 70 são de Letras/Libras, 45 são de Letras/Português, 423 são de Medicina Veterinária, 204 são de Sistemas de Informação e 211 são de Zootecnia.

Essa pesquisa possui um questionamento qualitativo, utilizando-se de questionário fechado e aberto para coleta de dados. Aplicaram-se, ao corpo discente da UFRA, os questionários, sem nenhuma instrução prévia, evitando assim, a persuasão nos resultados por parte dos pesquisadores (CARVALHO; RODRIGUES, 2015).

O questionário foi composto por 11 perguntas fechadas e duas perguntas abertas variando o nível de dificuldade e feito em um aplicativo chamado *Google Forms*¹, para facilitar o acesso ao aluno, contudo foi passado presencialmente nos cursos da UFRA. Desenvolveram-se as questões com base em análises bibliográficas e estudos de caso realizados na área da pesquisa para a orientação do embasamento teórico e metodológico do trabalho e também a posterior pesquisa de campo oferecendo dados e conceitos sobre a área de energias renováveis, mas principalmente sobre os impactos dos painéis solares (DIAS et al., 2017b).

¹ Serviço gratuito para criar formulários online (BIJORA, 2018)

A delimitação da amostra representativa dos discentes (Tabela 1), foi realizada a partir do número de todos os alunos regularmente matriculados no segundo semestre de 2018 no campus de Belém da UFRA e se definiu o número populacional com base em Miot (2011) para uma amostra com tamanho conhecido e grau de confiança de 95%.

TABELA 1. Cursos desenvolvidos pela Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém e seus respectivos números de estudantes regularmente matriculados no segundo semestre de 2018 e o número amostral para cada curso (margem de confiança de 95%).

Cursos	Alunos matriculados	Amostra entrevistada
Agronomia (AG)	672	79
Engenharia Ambiental (EA)	233	28
Engenharia Cartográfica (EC)	195	23
Engenharia de Pesca (EP)	200	24
Engenharia Florestal (EF)	405	48
Licenciatura em Computação (LC)	211	25
Letras/Libras (LE/L)	70	8
Letras/Português (LE/PORT)	45	5
Medicina Veterinária (MV)	423	50
Sistemas de Informação (SI)	204	24
Zootecnia (ZO)	211	25
Total	2869	339

Fonte: Autores (2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário foi dividido em duas partes: perfil do entrevistado e a percepção dos discentes sobre os impactos dos painéis solares. O perfil do entrevistado era composto por cinco perguntas referentes ao curso e respectivo semestre, nos quais os discentes relataram estar entre o 2º e 10º semestres, a maioria foi do sexo masculino (47%), à faixa etária variou entre 16 a 26 anos, 27 a 37 anos, 38 a 48 anos e acima de 48 anos, sendo que a maioria (80%) estão entre 16 e 26 anos e à renda variou: um salario minimo (44%), um a tres salarios minimos , tres a cinco salarios minimos e outros. A percepção dos discentes sobre os impactos dos painéis solares composto por 13 perguntas foi analisada por curso (tabela 2).

TABELA 2: Questões e respostas de acordo com curso de graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus de Belém: AG-Agronomia, EA-Engenharia Ambiental, EC-Engenharia Cartográfica, EP-Engenharia de Pesca, EF-Engenharia Florestal, LC-Licenciatura da Computação, LE/L – Letras/Libras, LE/PORT- Letras/Português, MV-Medicina Veterinária, SI-Sistema de Informação e ZO-Zootecnia.

Percepção dos discentes da UFRA – Belém sobre impactos ambientais causados por painéis solares												
Perguntas / Respostas	AG	EA	EC	EP	EF	LC	LE/L	LE/POR T	MV	SI	ZO	Geral
1 - Na sua opinião, a Energia Solar é uma energia limpa?												
SIM	96%	89%	100%	79%	90%	88%	62%	100%	96%	87%	84%	88%
NÃO	4%	11%	0%	21%	10%	12%	38%	0%	4%	13%	16%	12%
2 - Qual o seu nível de conhecimento sobre os benefícios proporcionados por sistemas de painéis solares fotovoltaicos?												

Nenhum	14%	0%	0%	21%	25%	28%	0%	0%	10%	17%	40%	14%
Pouco	63%	47%	61%	67%	62%	68%	100%	100%	68%	67%	40%	67%
Bom	19%	39%	39%	8%	13%	4%	0%	0%	22%	12%	16%	16%
Muito	4%	14%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	4%	3%
3 - Qual o tempo de vida útil de um painel solar?												
10	27%	0%	26%	29%	14%	8%	62%	100%	12%	8%	40%	30%
15	15%	54%	22%	13%	23%	20%	0%	0%	16%	21%	28%	19%
20	20%	25%	43%	33%	17%	16%	0%	0%	32%	42%	16%	22%
25	44%	21%	9%	25%	46%	56%	38%	0%	40%	29%	16%	29%
4 - Na sua opinião, existem impactos ambientais relacionados aos painéis solares, desde a sua produção até o final de sua vida útil?												
SIM	53%	64%	48%	21%	56%	24%	37%	0%	32%	25%	32%	36%
NÃO	47%	36%	52%	79%	44%	76%	63%	100%	68%	75%	68%	64%
5- Do ponto de vista ambiental, usinas hidrelétricas causam impactos na flora e fauna locais, aumento de gases CO2, inundações, perda de biodiversidade. Por sua vez, a energia fotovoltaica também causa alguns impactos negativos: a produção do módulo fotovoltaico apresenta alto potencial de toxicidade humana através do Silício; altas concentrações de metano; e grande concentração de CO2 nesse processo. Na sua opinião, em relação aos impactos ambientais, a energia fotovoltaica pode ser considerada menos poluente?												
SIM	95%	64%	100%	79%	90%	88%	100%	100%	98%	83%	64%	87%
NÃO	5%	36%	0%	21%	10%	12%	0%	0%	2%	17%	36%	13%
6 - Um subproduto da fabricação de painéis solares é o tetracloreto de silício que se despejado sem tratamento no ambiente pode causar problemas?												
SIM	42%	57%	48%	21%	37%	8%	12%	0%	28%	8%	28%	26%
NÃO	58%	43%	52%	79%	63%	92%	88%	100%	72%	92%	72%	74%
7 - A bateria utilizada em sistemas solares são as baterias de chumbo-ácido, que tem uma vida útil de 2 a 6 anos, após esse tempo você tem noção do seu destino final?												
SIM	37%	57%	48%	25%	37%	36%	37%	0%	22%	12%	28%	31%
NÃO	63%	43%	52%	75%	63%	64%	63%	100%	78%	88%	72%	69%
8 - Você tem conhecimento de que os painéis solares causam efeitos no microclima local?												
SIM	30%	57%	39%	4%	19%	8%	0%	0%	16%	96%	12%	26%
NÃO	70%	43%	61%	96%	81%	92%	100%	100%	84%	4%	88%	74%
9 - Em relação aos impactos socioeconômicos, considere a hipótese da implantação de uma usina solar no seu bairro, você acha que teria mão de obra qualificada?												
SIM	47%	54%	65%	25%	44%	64%	25%	100%	36%	0%	16%	45%
NÃO	53%	46%	35%	75%	56%	36%	35%	0%	64%	100%	84%	55%
10 - Você teria condições de custear a implantação de um sistema solar em sua residência?												
SIM	13%	7%	48%	8%	8%	16%	0%	0%	10%	0%	12%	11%
NÃO	87%	93%	52%	92%	92%	84%	100%	100%	90%	100%	88%	89%
11 - Ao final da vida útil de um painel solar, você sabe o que fazer?												
SIM	34%	43%	43%	0%	23%	28%	0%	0%	18%	4%	12%	19%
NÃO	66%	57%	57%	100%	77%	72%	100%	100%	82%	96%	88%	81%

Fonte: Autores (2019)

Ao questionar se a energia solar é uma fonte de energia limpa, a maioria dos discentes (88%) consideraram que sim. A conversão da radiação solar em eletricidade é considerada limpa e como vantagens em utilizar a energia solar fotovoltaica, por ser uma fonte ilimitada de energia e disponível em todos os lugares do mundo, não há produção de gases e ruídos nocivos e a instalação se torna fácil, praticamente não necessitando de manutenção e o longo tempo de vida dos seus equipamentos (WANDERLEY; CAMPOS, 2013). Mas em relação aos que consideraram como não sendo uma energia limpa, pode-se destacar o curso de

Letras/Libras com 38%, isso se deve ao fato da distância desse curso em relação as temáticas de energias renováveis.

Quando perguntado aos discentes o nível de conhecimento sobre os benefícios proporcionados pelos painéis solares, percebeu-se que 14% não tem nenhum conhecimento; 67% pouco conhecimento; 16% bom conhecimento e 3% muito conhecimento. Isso certamente ocorre devido a matriz curricular dos cursos de graduação da UFRA não terem disciplinas referentes às energias renováveis, com exceção do curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, no qual 14% dos discentes declararam ter muito conhecimento no assunto.

No curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis vê-se na matriz curricular disciplinas como Elementos de Energias Renováveis e Aplicações em Fontes Alternativas de Energia que dão suporte para um conhecimento a respeito do assunto. Assim, verifica-se a importância de entender e trabalhar a educação de forma interdisciplinar, na qual o discente torna-se uma pessoa capaz de idealizar suas ações, assumir responsabilidades, tomar decisões em relação aos fatos e interagir no meio em que vive, com isso, contribui para a melhoria do processo ensino aprendizagem (FAVARÃO; ARAÚJO, 2004). Logo, é importante auxiliar para uma reflexão crítica e sensibilização dos estudantes (BESCOROVAINE et al., 2016).

Em relação ao tempo de vida útil de um painel solar, percebeu-se que ficou bem distribuído nas quatro opções, valores bem próximos um do outro. Assim, segundo Tolmasquim (2004) a vida útil dos componentes é estimada entre 20 e 30 anos. Infere-se então que 51% dos discentes, principalmente dos cursos de Agronomia, Engenharia de Pesca, Engenharia Florestal, Licenciatura em Computação e Medicina Veterinária tem um conhecimento significativo sobre a vida útil dos painéis, pode estar relacionado ao conhecimento adquirido em outro local.

Quando se perguntou sobre os impactos ambientais gerados pelos painéis solares, desde a produção até o fim da vida útil, pode-se perceber que os discentes do curso de Engenharia Ambiental (64%) sabem que esses impactos existem e os discentes dos cursos de Letras/Português (100%), Engenharia de Pesca (79%), Licenciatura e Computação (76%) e Sistema de Informação (75%) disseram que não sabiam dos impactos ambientais como mostrado na figura 1 .

FIGURA 1. Percepção dos discentes em relação aos impactos ambientais relacionados aos painéis solares, desde a sua produção até o final da sua vida útil. **Fonte:** Autores (2019)

Nota-se que, quando o conhecimento trata-se de algo mais específico relacionado às energias renováveis, são poucos os discentes que detêm o mesmo conhecimento, fazendo-se necessária uma flexibilização curricular em todos os demais cursos para que haja uma maior sensibilização entre a comunidade acadêmica sobre as questões energéticas.

De acordo com Inatomi e Udaeta (2005) apesar do sistema fotovoltaico não emitir poluentes durante a operação, sendo considerada uma alternativa energética sustentável, gera impactos ambientais a serem considerados, principalmente os que são oriundos da fabricação dos componentes dos painéis fotovoltaicos.

Segundo Tolmasquim (2004), de uma forma geral o sistema fotovoltaico apresenta os seguintes impactos ambientais negativos: emissões e outros impactos associados à produção de energia necessária para os processos de fabricação, transporte, instalação, operação, manutenção e descomissionamento dos sistemas; emissões de produtos tóxicos durante o processo da matéria-prima para a produção dos módulos e componentes periféricos, tais como ácidos e produtos cancerígenos, além de CO₂, SO₂, NO_x, e particulados; ocupação de área para implementação do projeto e possível perda de habitat (crítico apenas em áreas especiais), no entanto, sistemas fotovoltaicos podem utilizar-se de áreas e estruturas já existentes como telhados, fachadas; impactos visuais, que podem ser minimizados em função da escolha de áreas não-sensíveis; riscos associados aos materiais tóxicos utilizados nos módulos fotovoltaicos (arsênico, gálio e cádmio) e outros componentes.

Os discentes dos cursos de Engenharia Cartográfica, Letras/Libras e Letras/Português foram os que tiveram 100% dos alunos que responderam que a energia solar causa menos danos ao meio ambiente referente à comparação entre energia fotovoltaica e energia hidrelétrica. Fazendo essa comparação, de acordo com Inatomi e Udaeta (2005) as hidrelétricas consideradas como fonte de 'energia limpa', do ponto de vista ambiental, não são uma ótima solução ecológica, pois modificam o meio ambiente devido à construção das represas, provocando inundações em imensas áreas de matas, interferem no fluxo de rios, destruindo a flora e prejudicando a fauna, e interferindo na ocupação humana. Em relação ao impacto ambiental do sistema fotovoltaico para a geração de energia solar, é durante o processo de fabricação dos materiais dos painéis solares e também ao tamanho da área de implantação.

Quando os discentes foram indagados se sabem quais problemas ambientais são ocasionados pelo descarte do tetracloreto de silício, que é um subproduto da fabricação de painéis solares, percebeu-se que a maioria dos alunos (74%) não sabem quais são os impactos ambientais. Entretanto, os estudantes dos cursos de Agronomia (42%), Engenharia Ambiental e Energias Renováveis (57%) e Engenharia Cartográfica (48%), são os cursos que tiveram o maior percentual de estudantes que sabem quais os impactos que o descarte irregular do tetracloreto de silício pode ocasionar para o meio ambiente. De acordo com Oliveira (2017), na produção do módulo fotovoltaico, o processo de extração e a purificação do silício estão entre os principais contribuintes para a geração dos impactos ambientais e Silva (2015), afirma que cerca de 80% das células fotovoltaicas são fabricadas a partir do silício cristalino.

Quanto aos estudantes saberem ou não sobre a destinação final das baterias de chumbo-ácido logo após o término do ciclo de vida, a maioria dos discentes (69%) não sabem a destinação que é dada as baterias. No entanto, os alunos do curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis (57%) foram os que mais

responderam sim para este questionamento, isso se deve a matriz curricular, e devido ao curso ter maior enfoque no meio ambiente se comparado com os demais cursos da instituição.

Segundo Silva (2010), alguns incidentes diminuem a vida útil das baterias de chumbo, como por exemplo, a elevada temperatura de operação, a alta frequência e a profundidade das descargas, em concordância com a Lei de Faraday, e mesmo quando estejam descarregadas, tendem a acumular sulfato reduzindo o período de vida.

Em relação aos possíveis impactos ambientais sobre o microclima local, a maior parcela dos discentes (74%) não souberam quais os efeitos desses impactos no microclima da região. Entretanto, observou-se que os discentes do curso de Sistema de Informação (96%) responderam sobre tais impactos, assim como, os acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis (57%) que também responderam sim ao questionamento. Oliveira (2017) afirma que a purificação do silício é a segunda maior representabilidade na geração de impactos ambientais, assim como, os potenciais de acidificação (PA), o de eutrofização (PE), e de toxicidade Humana (PTH).

A pesquisa revelou que o curso de Letras/Português, foi o curso com maior proporção de alunos que consideram a existência de mão de obra qualificada em seu bairro para implantação de uma usina solar, 100% dos discentes. Os cursos de Letras/Libras, Letras/Português e Sistemas de Informação, foram os cursos com maior proporção de alunos que teriam condições de custear a implantação de um sistema solar em sua residência, 100% dos discentes também.

Para instalações interligadas à rede elétrica pública, o custo da energia solar é superior ao da energia fornecida de forma convencional, no entanto, desde o início do lançamento dos programas 1000-Roofs e 100.000- Roofs esses custos vem declinando continuamente (ESTEVES, 2014).

A pesquisa revelou que os cursos de Engenharia ambiental e energias renováveis e Engenharia cartográfica, foram os cursos com maior proporção de alunos que sabem o que fazer ao final da vida útil de um painel solar cada qual com 43% dos discentes (figura 2).

FIGURA 2. Percepção dos discentes sobre o que fazer ao final da vida útil de um painel solar. **Fonte:** Autores (2019)

Em relação às perguntas abertas foi questionado aos discentes, quais são impactos ambientais relacionados aos painéis solares, desde a produção até o final de sua vida útil? Foram obtidas respostas como “Extração dos materiais”, “Geração de resíduos”, “Impacto visual”, “Degradação da paisagem em relação ao espaço ocupado”, “Consumo de energia”, “Destinação final irregular”. Assim, para Jannuzzi, et al., (2009), o uso da energia fotovoltaica acarreta prejuízos ao meio ambiente quando o processo de transformação do silício, principalmente, durante o processo de transformação do silício metalúrgico para o grau solar, no qual ocorre a emissão de gases de efeito estufa (incluindo Hexafluoreto de Enxofre) e de SO₂ (chuva ácida), possibilidade de contaminação da água utilizada em processos de resfriamento, riscos de acidentes e danos ambientais devido à utilização de produtos químicos corrosivos, manuseamento de substâncias explosivas (Gás de Silano) e gases tóxicos, geração de resíduos tóxicos (Tetracloro de Silício), e outros.

Ao questionar quem respondeu sim a pergunta sobre o que fazer ao final da vida útil de um painel solar, as respostas variaram em torno da “Logística reversa” e da “Reciclagem”, as quais são as destinações finais que se devem dar aos equipamentos dos painéis solares como afirma Ghizoni (2016), que através da reciclagem, os resíduos podem voltar para a cadeia produtiva como matéria prima, gerando economia com a redução de custos e aumentando a competitividade dos novos produtos e assim evitando uma nova exploração de fontes ainda conservadas.

Após os processos de reciclagem e recuperação de vários materiais no fim de vida útil destes módulos os mesmos podem ser reutilizados, inclusive, para a fabricação de novos módulos fotovoltaicos, com a utilização dessas tecnologias seria reduzido o uso de energia e as emissões que estão diretamente relacionadas com a extração da matéria prima. Em relação a logística reversa, também é eficaz, pois ao fabricar as peças, deve haver um comprometimento das empresas em captar os materiais quando não forem mais capazes de gerar eletricidade, transformando-o em componente para fabricação de um novo equipamento, ou se não for possível, descartá-lo de forma ambientalmente adequada, considerando que os materiais que compõem os painéis e outros equipamentos do sistema fotovoltaico, bem como as baterias, são altamente prejudiciais ao ambiente (ARAÚJO, 2018).

CONCLUSÃO

Constatou-se que toda e qualquer forma de energia causará impacto ambiental, seja ele positivo ou negativo e que a energia solar está em crescimento como sendo uma alternativa energética sustentável e que se deve pensar o que se fará com os resíduos sólidos gerados por ela ao final da vida útil dos seus produtos e equipamentos e se pensar nas consequências ambientais ao ser descartado de forma incorreta.

Em relação à percepção dos discentes da UFRA, campus de Belém, percebeu-se que poucos tem conhecimento a respeito dos impactos que podem ser causados pelos painéis solares, porém isso se deve ao fato de não terem disciplinas voltadas às alternativas energéticas, seria interessante a interdisciplinaridade em relação aos cursos que compõem a universidade.

Pensar em alternativas como reciclagem e logística reversa para que as futuras gerações possam também desfrutar de um meio ambiente saudável, pois não adianta ter energia sustentável e não ter descarte adequado dos resíduos no final da vida útil.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. M. de. Avaliação dos problemas que envolvem o descarte dos resíduos sólidos provenientes de painéis solares fotovoltaicos. **In:** Congresso Nacional de Meio Ambiente, 15, 2018, Poços de Caldas. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/Anais2018/Energias%20Renov%C3%A1veis/559.%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20dos%20Problemas%20que%20Envolvem%20o%20Descarte%20dos%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Provenientes%20de%20Pain%C3%A9is%20Solares%20Fotovoltaicos.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2019.

BESCOROVAINE, W. F.; SILVA, G.A.; SILVA, J.R.; MILANI, L.H.P.; MILANI, R.G. Comportamento pró-ambiental e descarte de resíduos sólidos por estudantes de arquitetura: apontamentos para a educação ambiental. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 2, p. 105–115, 2016. Disponível em: <https://verista.ufrr.br/rga/article/view/3861/pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

BIJORA, H. **Google Forms**: o que é e como usar o app de formulários online. 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/2018/07/google-forms-o-que-e-e-como-usar-o-app-de-formularios-online.ghtml>. Acesso em: 11 jan. 2019.

CARVALHO, A. P.; RODRIGUES, M. A. N. Percepção ambiental de moradores no entorno do açude Soledade no estado da Paraíba. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 25-35, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/17986/pdf>. Acesso em: 12 dez.2018.

DIAS, C. T. de C.; SILVA, W. K. de M.; FREITAS, G. P. de; NASCIMENTO, J. F. do. Energia solar no Brasil. **INTER SCIENTIA**. Vol. 5, Nº 1, ano 2017a.

DIAS, G. F. de M.; TAKASHIMA-OLIVEIRA, T.T.G.; FERREIRA, G.R.B.; PANTOJA, M.A.L.; CAMPOS, P.S.S.; Percepção ambiental: estudo de caso sobre coleta seletiva na comunidade acadêmica da universidade federal rural da Amazônia. **Enciclopedia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n.26; p. 1271. 2017b.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas**: Produção e Uso da Energia. Rio de Janeiro, junho/2016.

ESTEVES, E. N. **Estudo da viabilidade técnica e econômica para geração de energia elétrica utilizando painel fotovoltaico em uma residência no interior de São Paulo**. Curitiba, PR. UTFPR, 2014.

FAVARÃO, N. R. L.; ARAÚJO, C. S. A. Importância da Interdisciplinaridade no Ensino Superior. **EDUCERE**. Umuarama, v.4, n.2, p.103-115, jul./dez., 2004

GHIZONI, J. P. **Sistemas fotovoltaicos**: estudo sobre reciclagem e logística reversa para o brasil. Florianópolis, SC. UFSC, 2016.

INATOMI, T. A. H; UDAETA, M. E. M. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos** (2005).

Disponível em: http://www.espacosustentavel.com/assets/pdf/INATOMI_TAHI_I MPACTOS_AMBIENTAIS.pdf. Acesso em: 01 Fev.2019.

JANNUZZI, G. de M.; VARELLA, F. K. de O; GOMES, R. D. M. . **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**: Relatório final. Campinas, 2009. Disponível em: http://www.fem.unicamp.br/~jan nuzzi/docum.ents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL .pdf. Acesso em: 11 jan. 2019.

MIOT, H. A. Tamanho da amostra em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 10, n. 4, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/j vb/v10n4/v10n4a01>. Acesso em: 11 jan. 2019.

MOSCARDINI JÚNIOR, E. de F.; RÜTHER, R. VERGARA, L. G. L. Avaliação do conhecimento em o&m de sistemas fotovoltaicos por profissionais do mercado de energia solar brasileiro. **Revista Brasileira de Energia Solar**. Ano 8. Volume VIII Número 2 dezembro de 2017 p.131-139.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no brasil**: situação e perspectivas (2017). Estudo técnico. Disponível em: http://bd.camara.gov.br › bitstream › handle › bdcamara › energia_solar_limp. Acesso: 01 Fev.2019.

OLIVEIRA, A. de S. **Avaliação de Impactos Ambientais do Módulo Fotovoltaico: Produção e Uso como Fonte de Energia Elétrica**. Dissertação de Mestrado em Ciências Mecânicas, Publicação ENM-DM 268/2017. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília- DF 77p.

SILVA, E. P. **Estudo da viabilidade do uso de energia solar fotovoltaica no carregamento de baterias para fins diversos**. Trabalho de conclusão apresentado ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu para obtenção do Título d e Especialista em Formas Alternativas de Energia. LAVRAS, 2010.

SILVA, R. M. **Energia solar**: dos incentivos aos desafios. Texto para discussão nº 166. Brasília. Senado Federal, 2015

TOLMASQUIM, M. T. **Fontes Alternativas de Energia no Brasil**. Ed. Ciência Moderna. Rio de Janeiro, 2004.

WANDERLEY, A. C. F. CAMPOS, A. L. P. S. Perspectivas de inserção da energia solar fotovoltaica na geração de energia elétrica no Rio Grande do Norte. **Revista Holos**. Ano 29, Vol. 3. Natal: IFRN,2013. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1493>. Acesso: 01 Fev.2019.