

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMA DE CAPTAÇÃO SOLAR COM E SEM ALETAS COMPOSTAS DE CHAPAS DE ALUMÍNIO PROVENIENTES DO DESCARTE DE IMPRESSÕES *OFFSET*

RESUMO

Atualmente vive-se em um contexto de degradação ambiental, com isso torna-se necessário o desenvolvimento de medidas de mitigação dos impactos negativos das ações do homem sobre o meio ambiente. Assim, uma alternativa é propor soluções sustentáveis de baixo custo visando o reuso de materiais usualmente descartados que impactam negativamente o ambiente. Este estudo tem como objetivo analisar a variação térmica entre um ambiente e o fluido, utilizado inicialmente a unidade com chapas de alumínio, provenientes do descarte de impressões *offset* e posteriormente entre a variação térmica do fluido na unidade sem as chapas *offset*, possibilitando assim reuso deste material e uma sobriedade, proporcionando benefícios socioeconômicos e introduzindo um sistema de aquecimento, com potencial de reduzir os custos energéticos, com o uso de uma fonte de energia inesgotável. Os resultados indicaram ganho médio de 14% em relação ao sistema sem aletas, o que mostra um aumento no potencial da utilização de chapas *offset*, com a finalidade de captar radiação solar e armazená-la para o seu uso posterior. De maneira geral, este estudo trouxe uma nova alternativa para a construção de captadores solares, através do aproveitamento de resíduos sólidos, o que poderá auxiliar na criação de tecnologias associadas ao desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: aleta; chapas *offset*; coletor solar; baixo custo.

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN SOLAR COLLECTOR SYSTEM WITH AND WITHOUT FINS MADE OF ALUMINUM SHEETS FROM THE DISPOSAL OF *OFFSET* IMPRESSIONS

ABSTRACT

Nowadays we live in a context of environmental degradation, making it necessary to develop measures to mitigate negative impacts of human actions on the environment. Thus, an alternative is to propose sustainable and low-cost solutions aiming the reuse of materials usually discarded that negatively impact the environment. This study aims to analyze the thermal variation between an environment and the fluid, initially used the unit with aluminum plates, from the discard of *offset* printings and later between the thermal variation of the fluid in the unit without the *offset* plates, thus enabling reuse of this Material and survival, providing socio-economic benefits and introducing a heating system with the potential to reduce energy costs with the use of an inexhaustible source of energy. The results indicated an average gain of 14% in relation to the wingless system, which shows an increase in the potential of the use of *offset* plates, in order to capture solar radiation and store it for later use. In general, this study brought a new alternative for the construction of solar collectors, through the use of solid waste, which could help in the creation of technologies associated with sustainable development.

Key Words: fin; *offset* plate; solar collectors; low cost.

1 INTRODUÇÃO

O sol é considerado uma fonte de energia limpa e gratuita, além de ser uma fonte inesgotável e um recurso natural, é indispensável para a vida no planeta Terra. Além da energia solar, outras fontes renováveis podem ser utilizadas atualmente, como a energia hidráulica, energia eólica, energia geotérmica, biomassa e maré motriz. Assim como o uso de fontes esgotáveis como o carvão, gases e petróleo também estão no nosso cotidiano porém estes são nocivos e não renováveis. (PRADO et al., 2014).

Para utilizar a energia solar, é necessário convertê-la de forma direta ou indireta. Quando utiliza-se painéis fotovoltaicos para gerar eletricidade, é definido como forma direta, já quando utiliza-se coletores solares para captar a radiação, é necessária uma área de grande insolação para gerar energia elétrica, esta é definida como conversão de forma indireta. (PRADO et al., 2014).

Vários modelos de concentradores e coletores são utilizados para aproveitar a energia solar, estes podem ser empregados tanto em residências como em indústrias. Quando utiliza-se o coletor solar plano, a intenção é captar a radiação solar para aquecer o fluido, utilizado no coletor e transportar o mesmo até o reservatório, onde será armazenado. Este tipo de coletor é utilizado geralmente em aquecimento de água para chuveiros, piscinas e torneiras em geral.

No entanto, os custos iniciais para adquirir um coletor solar são elevados, pois além da compra da tecnologia é necessária a infraestrutura, adaptações nas tubulações e também quebrar alguns paradigmas culturais. (RODRIGUES; MATAJS, 2004).

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo analisar a variação térmica entre o ambiente e o fluido utilizado em uma primeira situação, na unidade com as chapas de alumínio provenientes do descarte de impressões *offset* e na segunda situação, entre a variação térmica e o fluido na unidade sem as chapas *offset*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico serão introduzidos assuntos relevantes para compreensão da utilização de resíduos sólidos de gráficas para captação térmica.

2.1 Resíduos Gerados em Gráficas

Devido a gradual produção de bens de consumo, há conseqüentemente maior acúmulo e aumento dos resíduos sólidos, a NBR 10004:2004 define que os resíduos sólidos e semisólidos são resultados de várias atividades, como de origem doméstica, comercial, industrial, hospitalar, de serviços, agrícola e de varrição. (ABNT, 2004).

Para Braga (2005), qualquer alteração nas características químicas, físicas ou biológicas, que são indesejáveis e causam ou podem causar prejuízo à saúde, às atividades ou à sobrevivência de seres vivos da atmosfera, hidrosfera ou litosfera ou possa deteriorar materiais, é considerado poluição.

Barbosa et al. (2009) julgam a indústria gráfica como uma área que contribui socioeconomicamente para o Brasil, pois impactam na difusão de conhecimento e nos setores de ensino e cultura. Os autores ainda lembram que em 2018 a indústria gráfica completa 210 anos e a área está gerando um aperfeiçoamento das técnicas de produção, maior eficiência, bem como uma crescente preocupação com os impactos causados ao meio ambiente.

Contudo, os resíduos sólidos que as gráficas geram são significativos, alguns podem ser reutilizados e vários são nocivos ao meio ambiente como: embalagens vazias contaminadas com tinta, de cartuchos da impressora de prova, de produtos químicos, solventes, resíduo da goma utilizado no processo de revelação das chapas de alumínio,

material impresso descartado, solução de molha usada (efluente líquido) na lavagem das impressoras, resíduos de perfuração das chapas, papel com tinta, blanquetas usadas e resíduos de marcação de chapas de alumínio, feita pela máquina gravadora. (CALEGARI; PORTO, 2015).

2.2 Utilização de chapas de impressão *offset* como aletas

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Material Fotográfico e de Imagem - ABIMFI (2012), para fazer impressões de jornais, revistas, panfletos, livros, entre outros, são utilizadas chapas de alumínio como matriz e após o seu uso as mesmas ficam impossibilitadas de serem regravadas para uma nova impressão, assim, sendo descartadas, ou quando atingem a sua capacidade máxima de impressões a qual varia de 50.000 a 500.000 impressões.

Dá-se o nome de chapas *offset* (fora do lugar, deslocado) para as chapas de alumínio pelo fato da impressão ser indireta, sendo a tinta transferida da blanqueta (borracha que garante a aderência da tinta) a qual está fixada em um cilindro intermediário, que é prensado contra o papel de forma rotatória. As chapas possuem três camadas, onde a primeira camada é fotossensível, a segunda camada é de substrato e a terceira o alumínio e podem ser encontradas com espessuras de 0,15 a 0,5 milímetros (mm).

Ressalta-se que quando o trabalho possui mais de uma cor são necessárias várias placas, pois cada uma refere-se a uma cor, encarecendo o serviço, o mesmo acontece quando a tiragem de impressão é para pequenos trabalhos, pois não há como reutilizá-las para outro trabalho. (SAAD, 2012).

Saad (2012) salienta que as chapas de alumínio podem ser reutilizadas na construção da caixa interna, externa e como refletores na fabricação de fogões solares, para utilização em áreas externas e onde não há conexões a gás ou elétricas. Pelo fato do material ser leve e reciclável, outra forma de reutilizar as chapas é como telha, pois com o tempo pode ser reciclada novamente e seu custo baixo, oferecendo uma economia significativa.

Outra funcionalidade para a chapa *offset*, é sua reutilização como aleta em captadores solares, o objetivo desse estudo. Abrahão et al. (2007, p. 1) define: “As aletas são superfícies estendidas a partir de uma superfície de um objeto, de modo a aumentar sua taxa de transferência de calor para o ambiente (ou vice-versa) por meio do aumento da convecção”, tendo como principal objetivo sua maior transferência térmica, assim, podendo aplicar esse princípio para melhorar a eficiência térmica de um captador solar.

Neste trabalho, foram analisadas as características térmicas das chapas *offset*, descartadas de impressões gráficas, com o intuito de verificar a viabilidade de seu uso como aletas de aquecimento para painéis solares e o ganho térmico em relação a um sistema igualmente montado, porém, sem o uso das aletas.

3 METODOLOGIA

Foram construídas duas unidades experimentais A e B, a primeira (A) (figura 01), é constituída por duas chapas de alumínio de 457 x 381 x 0.15 mm, conectadas através de caixilhos, um tubo de policloreto de polivinila (PVC) de 100 centímetros, com diâmetro de 25 mm e volume de aproximadamente 196 ml, entrelaçado a aleta coletora, com uma extremidade vedada, sendo que na extremidade superior é necessário acesso para a introdução do termômetro digital, (marca Ketotek, modelo HTC-2) foi utilizada tinta spray na cor preto fosco e no fluido dentro do tubo de PVC foi utilizado água mineral.

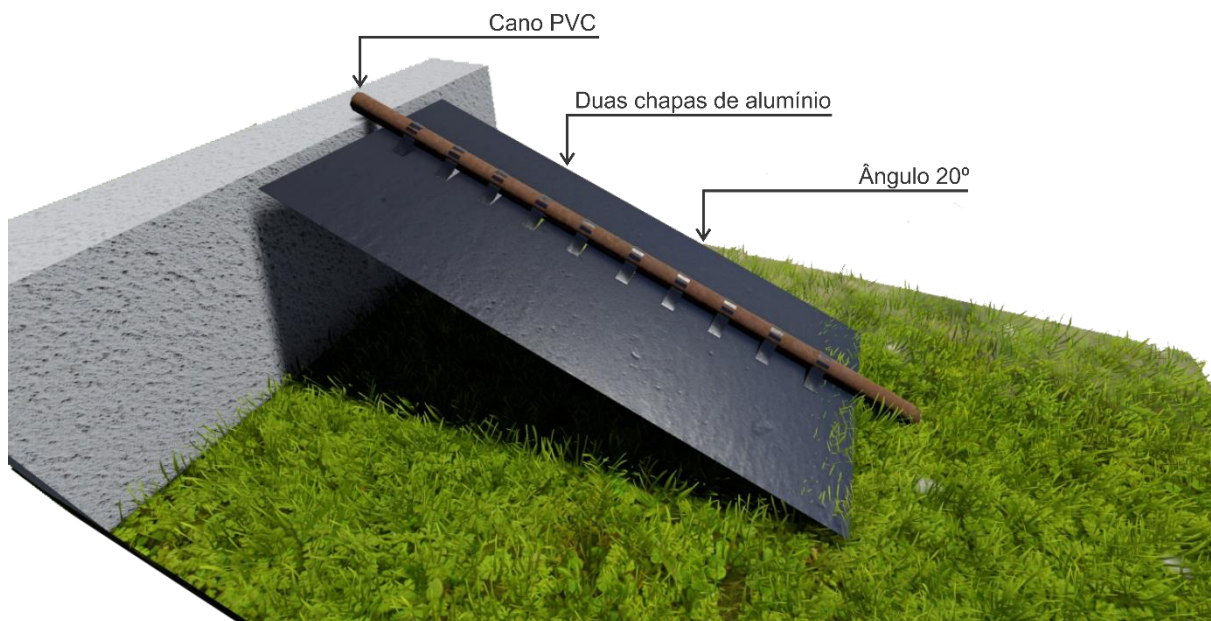


FIGURA 01 – EXPERIMENTO A
FONTE: Os autores (2017).

Na segunda unidade experimental B (figura 02), foi utilizado um tubo de PVC com diâmetro de 100 centímetros e 25 mm de diâmetro, com volume de aproximadamente 196 ml. Uma das extremidades foi vedada e a outra ficou aberta para introdução do termômetro digital, também foi utilizada tinta spray de cor preto fosco e a água mineral como fluido.



FIGURA 02 – EXPERIMENTO B
FONTE: Os autores (2017).

A utilização da tinta spray de cor preto fosco nos tubos e nas aletas, deu-se pelo fato da mesma amenizar a degradação térmica, Costa (2007) cita que os pigmentos pretos absorvem a radiação ultravioleta.

Os objetivos específicos destes experimentos são registrar o ganho e perda de temperatura em relação as temperaturas ambientes de ambos os experimentos e entre si, comparar as diferenças de temperatura e de ganho térmico dos fluidos dos experimentos, avaliar se as chapas de alumínio são funcionais para aquecer o fluido do tubo e se a conexão das chapas feitas através de caixilhos apresentará alguma deformação ou problema.

Posteriormente, os dados obtidos serão avaliados para o objetivo geral: a variação térmica entre os fluidos de ambos os experimentos relacionados entre si e entre a temperatura ambiente.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os procedimentos do experimento A foram realizados no município de Francisco Beltrão – PR, no dia 23 de julho de 2017, com temperaturas ambiente mínimas de 19,2°C (grau Celsius) e máximas de 21,1°C, vento de 14km/h NNE registrados na estação meteorológica da cidade, nos horários das 13:29 horas às 14:59 horas, de dois em dois minutos.

O experimento B também foi realizado no município de Francisco Beltrão – PR, no dia 24 de julho de 2017, com temperaturas ambiente mínimas de 15°C e máximas de 29,9°C, com ventos de 18Kn/h N registrados na estação meteorológica da cidade, foi iniciado às 9:00 horas e a última medição aconteceu às 16:00 horas, foram aferidas medições com intervalo de uma hora. Ambos os experimentos tinham seu comprimento longitudinal alinhado com o norte e uma inclinação de 15% de elevação em relação ao solo.

De forma inicial foi verificado se o fluido aumentaria sua temperatura em algum momento, quando submetido no experimento, as 13h12min, a água encontrava-se a temperatura de 17,9°C e após uma hora e 26 minutos, a mesma atingiu seu ápice sendo elevada para a temperatura de 47,8°C, em seguida a temperatura começou a baixar, como observa-se na figura 03. Deste modo, percebe-se que o fluido obteve grande captação térmica da energia solar com a aplicação das aletas.

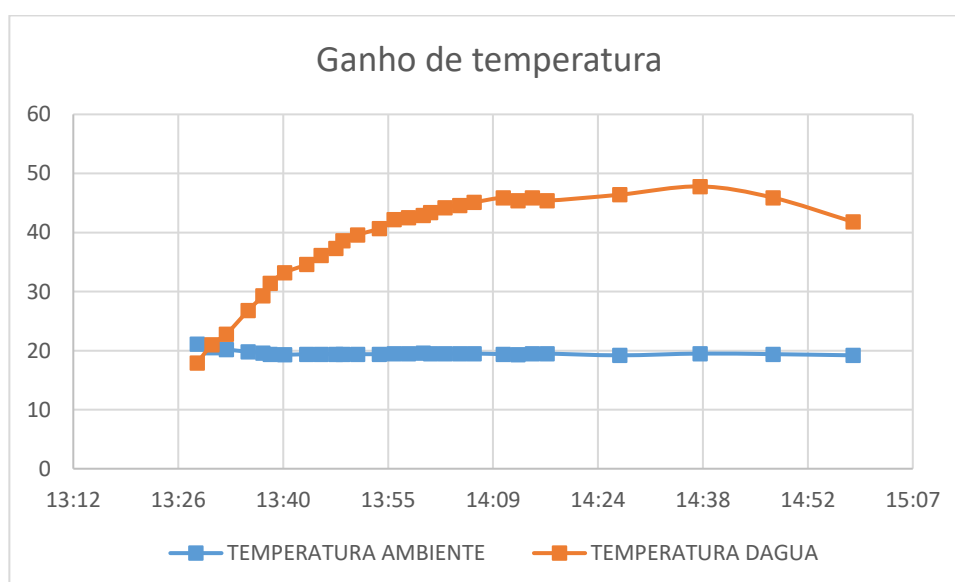


FIGURA 03 – GANHO DE TEMPERATURA EXPERIMENTO A
FONTE: Os autores (2017).

No experimento A registrou-se um ganho de até 2,67 vezes na temperatura da água inserida no experimento, totalizando um acréscimo de 29,9°C na temperatura da mesma em relação a sua temperatura inicial.

No experimento B, a intenção foi de avaliar a eficiência da aleta no aquecimento, visto que havia funcionado na experiência anterior, então, como citado anteriormente, foi utilizado um cano com duas aletas e outro cano sem aletas.

De início a água introduzida no cano sem as aletas encontrava-se a 15,8°C, seu ápice aconteceu às 12:00 horas, atingindo a temperatura máxima de 42,2°C. A água introduzida no cano com as aletas também estava a 15,8°C e seu ápice aconteceu às 12:00 horas, mas atingiu a temperatura de 48,2°C, chegando a 305% da temperatura inicial da água. Verifica-se através deste, que as aletas são funcionais para o fluido atingir uma temperatura mais alta.

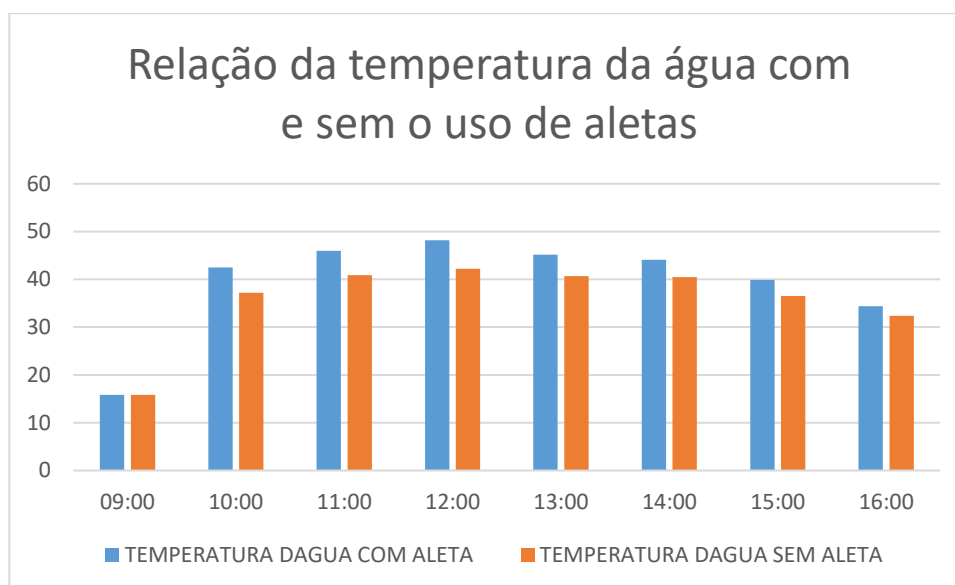


FIGURA 04 – RELAÇÃO DA TEMPERATURA DA ÁGUA COM E SEM O USO DE ALETAS
FONTE: Os autores (2017).

Pode-se verificar através da figura 04 que no momento de maior temperatura, o tubo acrescido de aleta teve um aumento de 6°C em relação ao tubo sem aleta e manteve em média um aumento de 4,27°C durante as etapas onde o sistema já estava aquecido.

Percebeu-se após os experimentos, que não houve deformações ou problemas quanto as conexões através de caixilhos e que a utilização das chapas *offset* aumentaram a temperatura do fluido, além de melhorar a eficiência (experimento A) comparando-a com a utilização do cano sem as aletas (experimento B).

Foi possível verificar também que o ganho térmico do fluido teve influência quanto a direção e velocidade dos ventos, pois o sistema com aletas (experimento A) por ter uma área de superfície maior, possuía mais contato com o ar, acarretando em menor rendimento quando notava-se uma maior interação dos ventos sob as aletas.

Verifica-se a necessidade de analisar a contribuição do vento e outras variações atmosféricas com os sistemas, tais como, a vedação do sistema do ambiente externo, prevenindo assim a interação com o fluxo de ar e seu fechamento superior com vidro, criando um efeito estufa através da entrada de ondas longas de radiação solar e o bloqueio da saída de ondas curtas e quais as variações térmicas que estas mudanças promoverão.

Uma forma de potencializar a velocidade de aquecimento, é a utilização de um reservatório para a circulação do fluido, através da dinâmica de movimentação de fluidos, onde o mais quente torna-se menos denso, fazendo com que o mesmo gere o efeito de termossifão. (ANDRADE et al., 2009).

Para receber maior incidência solar, as aletas dos experimentos foram posicionadas em um ângulo de 20° de inclinação em relação ao nível do solo, o qual está dentro da média de inclinação dos telhados de baixo custo, que variam de 12% a 30%. Ainda pode-se isolar a

variável de inclinação do sistema e analisar seus impactos de custo, provenientes da estrutura de fixação e eficiência no projeto.

Visando a otimização do estudo, além das indicações anteriores há a possibilidade da execução do sistema alternativo proposto em um captador solar, afim de verificar o comportamento das chapas alumínio no mesmo.

Segundo Araújo (2004), cada metro quadrado destinado a captação solar evita a inundação de uma área de 56 metros quadrados de áreas férteis, necessárias na construção de hidroelétricas para a produção da mesma quantidade de energia.

A autora ainda salienta que a energia solar incidente no território brasileiro no decorrer de um ano, é equivalente a 15²² de megawatts, toda a energia gerada pelo petróleo nacional equivale apenas a 000.000.54%, ou seja, seriam necessárias quatro milhões de vezes a quantidade atual de usinas hidroelétricas em funcionamento durante todo o ano para gerar a mesma energia. (ARAÚJO, 2004).

6 CONCLUSÃO

Percebe-se que nos últimos anos houve um significativo aumento da utilização da energia solar, além de ser uma fonte de energia limpa e inesgotável, não emite poluentes ao ambiente.

Um ponto desfavorável na utilização da energia solar por meio de coletores solares comerciais é o alto custo inicial, entretanto, este estudo visa a reutilização das chapas de alumínio provenientes de impressões *offset* na produção de aletas para um captador solar de baixo custo, objetivando reduzir o custo de fabricação do sistema fomentando assim sua utilização para o aquecimento de água.

Um comparativo entre as propriedades de condutividade térmica do cobre (metal mais utilizado para produção de aletas) (401w/(m.k)) e o alumínio (230w/(m.k)) percebe-se que o alumínio tem uma condutividade satisfatória levando em conta o elevado custo do cobre.

Assim, nas condições estudadas, foi possível verificar que as chapas de alumínio recicladas apresentaram uma solução economicamente viável com um ganho de temperatura de até 14% em relação à temperatura do sistema sem aleta.

REFERÊNCIAS

ABIMFI - Associação Brasileira da Indústria de Material Fotográfico e de Imagem. **O que são as Chapas Off-set**. Manual de chapas offset. 2012.

ABRAHÃO, PEDRO BAZANI; SUSIN, MAURÍCIO; BARROS, GUSTAVO; LUZ, JOSÉ ROSALES. **Estudo do Comportamento e Desempenho de Aleta Tipo Pino**. Relatório de trabalho de conclusão em engenharia mecânica. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

ANDRADE, ALEXANDRE SALOMÃO DE. ET AL. **Qualidade em Instalações de Aquecimento Solar. Boas Práticas**. São Paulo, 2009. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Qualidade_em_Instalacoes_de_Aquecimento_Solar.pdf>. Acessado em 11/08/2017.

ARAÚJO, ELIETE DE PINHO. **Sol: a fonte inesgotável de energia**. Novembro 2004, p.1. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.054/531>>. Acessado em: 18/07/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BARBOSA, DANIELE DE O. ET AL. **Cartilha ABTG Boas Práticas Ambientais para a Indústria Gráfica**. 2ª Edição ed. São Paulo: [s.n.]. 2009.

BRAGA, B. ET AL. **Introdução á Engenharia Ambiental** - 2ª Edição - Benedito Braga e outros, 2005.

CALEGARI, ELIANA PAULA; PORTO, J. S.; OLIVEIRA, D. J. L.; ANGRIZANI, C. C. **Levantamento dos Resíduos Gerados na Gráfica da UFRGS Visando a Reutilização de Materiais para o Desenvolvimento de Produtos**. In: 4º Fórum Internacional Ecoinnovar, 2015, Santa Maria. 4º Fórum Internacional Ecoinnovar, p. 1–17, 2015.

COSTA, RAIMUNDO NONATO ALMEIDA. **Viabilidade Térmica, Econômica e de Materiais de um Sistema Solar de Aquecimento de água a Baixo Custo para Fins Residenciais**. Dissertação para obtenção de grau de mestre em engenharia mecânica. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007.

PRADO, G. O.; ULHOA, T. F.; DAMASCENO, J.J.R.; VIEIRA, L.G.M. **Estado da Arte em Tecnologias de Captação da Energia Solar para Fins Térmicos**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis – SC, 2014.

RODRIGUES, D.; MATAJS, R. **Mudando o Curso do Uso Doméstico de Energia: Ações para a Promoção do Uso de Coletores Termosolares e Políticas e Mercados para Energia Sustentável**, Instituto Vitae Cicilis, 2004.

SAAD, FLÁVIA. **Usos para Chapas de Impressão de Alumínio**. Março de 2012. Disponível em <<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/6060-usos-para-chapas-de-impressao-de-aluminio/>>. Acessado em: 18/07/2017.