



Desenvolvimento de um fogão sustentável para residências de zona rural

Francisco Allisson de Carvalho Gomes
francisco.allisson@bol.com
AEDB

Gabriel Gonçalves Pessoa de Castro
gabriel.pessoa@aedb.br
AEDB

João Victor Rodrigues Lopes
joao-loppes@hotmail.com
AEDB

Rodrigo Cesar Lima Moreira
rodrigo.cesarlima@hotmail.com
AEDB

Resumo: O presente projeto tem a finalidade de expor as dificuldades de acesso à energia elétrica, principalmente em comunidades afastadas da zona urbana e vítimas de descaso pelo poder público. O objetivo desse estudo é através de formas alternativas e ecologicamente corretas de produção de energia (renovável), poder levar a regiões menos favorecidas o fornecimento de energia elétrica com o aproveitamento de energias naturais. Destacando como metodologia aplicada, utilizaremos um fogão a lenha, no qual com o trabalho de uma caldeira podemos aquecer água a uma certa temperatura, gerando energia em forma de vapor, que passaria como fonte de energia para um motor Stirling anexado. Essa energia mecânica será convertida por um motor eletromagnético em energia elétrica. Estruturando também um sistema de aquecimento de água para a casa por meio da instalação de serpentina e boiler. Consideraremos com esse trabalho, uma obtenção de energia totalmente renovável que podemos submetê-la a várias atribuições de uso geral, no que tange ao uso doméstico nas residências, como ligar eletrodomésticos, aparelhos eletrônicos, luz e aquecimento de água para uso geral. Conclui-se com esse estudo a importância dos resultados obtidos através de pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de tais energias para a produção de um recurso de suma importância no convívio do ser humano que é a energia elétrica. Questão que para muitos se torna cara devido às diversas formas de obtenção, ao contrário desse estudo realizado, no qual a energia gerada origina-se de fontes alternativas renováveis encontradas no meio ambiente. O projeto em desenvolvimento servirá de base para futuros estudos com intuito de melhorias visando resultados ainda mais expressivos.

Palavras Chave: Sustentabilidade - Fogão a lenha - Reaproveitamento - Zona rural - Motor a

vapor



1. INTRODUÇÃO

Ainda que a energia elétrica seja um recurso indispensável no cotidiano da população, algumas comunidades sofrem com a falta de acesso à mesma. Na perspectiva mundial, de acordo com a ONU (2016), 1,2 bilhão de pessoas vivem sem eletricidade. O quadro pode até estar evoluindo com a maior disponibilidade de fontes alternativas de energia e alguns Programas governamentais, porém até 2030, 780 milhões podem estar fora da rede elétrica (AGÊNCIA EFE, 2017).

No Brasil, segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), cerca de um milhão de brasileiros não possuem luz em suas residências. A maior parte deles vive em zonas rurais. A realidade do povoado de Salgueiro, em Pernambuco, é mais comovente, haja vista que está localizado a 100 metros de uma Estação Elétrica.

A dependência de fontes não renováveis de energia (petróleo, carvão natural e gás natural, por exemplo) permanece grande, juntamente com a preocupação com sua emissão de carbono para a atmosfera e conseqüente escassez. Como opção para atender a demanda energética, existem fontes de energia alternativa que buscam compensar econômica e ambientalmente esta situação. Caso que se mantém como um longo desafio.

Em 1765, James Watt, aperfeiçoou e concedeu em definitivo as máquinas a vapor, revolucionando de vez o conceito de desenvolvimento industrial. A partir deste momento, este projeto esteve presente cada vez mais no dia a dia da humanidade por sua praticidade e extrema utilidade, pois trabalha com o reaproveitamento de materiais que geralmente são descartados e os transformam em energia mecânica. Basicamente, seu funcionamento parte da expansão e contração dos gases, a partir da queima de biomassa, carvão, combustíveis fósseis ou água, dentro de um cilindro que contém pistões e movimentam alternadamente.

Analisando a problemática, observou-se que em moradias de zonas rurais, majoritariamente, são utilizados fogões a lenha. Sobre isto, constatou-se a oportunidade de aplicar a teoria dos motores a vapor para conversão de energia térmica em energia elétrica. Ou seja, uma proposta de minimizar um incômodo social.



2. DESENVOLVIMENTO

2.1 ENERGIA RENOVÁVEL

Em termos de pré-história, as dificuldades do homem primitivo eram relativamente poucas e relacionavam-se intrinsecamente à sua sobrevivência. Energeticamente, dependia das cerca de duas mil quilocalorias (kcal) extraídas dos alimentos que conseguia obter com sacrifício. Atualmente, esta quantidade pode ser encontrada em um simples lanche. Apesar das questões físicas, a energia agora seria preciso atender também necessidades variadas do cotidiano: em casa, no trabalho, no lazer. Suprir esta lacuna de consumo só foi possível com a evolução dos meios de obtenção, começando com o emprego da força animal, adquirindo posteriormente ainda pelos moinhos, máquinas a vapor, até finalmente e, principalmente, os derivados do petróleo como gasolina e diesel (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Entretanto, a premissa básica de não gastar mais do que se pode receber é constantemente ignorada neste quesito, ainda mais com a crescente demanda de consumo de energia, que neste caso não se limita apenas em energia elétrica. Não se pode separar este crescimento com preocupações ambientais, haja vista toda esta carga teve de ser retirada e transformada a partir de recursos naturais. Desta maneira, é necessário que os países se preocupem e se preparem para construção de matrizes energéticas que se adequem à oferta dos meios disponíveis (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

Para tal, a utilização de fontes de energia renováveis é cada vez mais estudado e presente nas discussões sobre as soluções para essa aflição mundial. Mas o que seria uma fonte renovável? Fontes renováveis são aquelas que são repostas imediatamente pela natureza, como as hidrelétrica, que utilizam a força de quedas d'água para o fornecimento de energia, eólica, obtenção por meio dos ventos e solar. Alternativas que são características por seu grande potencial e também menos poluentes (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

A mudança deste cenário deve começar por alterações agressivas de políticas sociais em âmbitos locais, nacionais e internacionais. Existem diferentes opções para implementações destas alternativas ambientalmente corretas, por exemplo o estabelecimento de políticas mandatórias e progressivas na introdução desse pensamento e uma menor resistência do mercado e diminuir os subsídios de fontes não renováveis. Interessante destacar duas atitudes do Brasil: primeiro o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que há mais de quatro décadas impulsionou os estudos sobre bioenergia no país com a obrigação de adicionar o biocombustível na gasolina. Ou seja, não só o desenvolvimento na produção e aperfeiçoamento do álcool etílico anidro, bem como na tecnologia *flex*, que permite ao motorista escolher entre álcool ou gasolina. O segundo ponto se refere ao IPTU Verde, que a partir de práticas de sustentabilidade dos contribuintes em suas construções, são oferecidos descontos nas alíquotas deste imposto.

2.2 MOTOR STIRLING

A escolha por usar este tipo de motor no Projeto se deve ao fato do mesmo conciliar simplicidade e eficiência. Ou seja, a facilidade de montagem e aquisição o tornou bem atrativo, ao passo que atende aos requisitos que serão utilizados para alcançar os objetivos de produção de energia na forma de trabalho.

Robert Stirling e seu irmão, James Stirling, em 1816, construíram o primeiro motor Stirling, com o objetivo de diminuir os acidentes causados comumente pelos motores a vapor



da época. Em 1843, alteraram o projeto e acrescentaram atualizações que proporcionaram ganho de potência.

Motores Stirling são máquinas térmicas, sendo o que mais se aproxima do Ciclo de Carnot. É composto por câmaras que oferecem temperaturas diferentes, fazendo com o gás se expanda quando aquecido e contraia quando resfriado. Na transformação de energia térmica em energia mecânica que o motor Stirling irá sustentar o ideal do Projeto.

A eficiência dos motores neste Ciclo gira em torno de 45%, considerada alta em comparação aos outros Ciclos (FIGUEIREDO, 2003).

A Figura 1 mostra uma comparação entre os principais ciclos de motores térmicos.

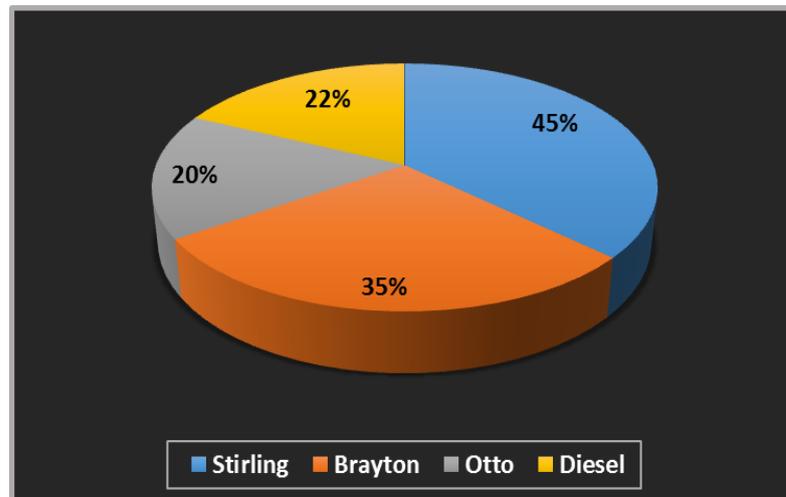


Figura 1: Gráfico comparativo entre ciclos

2.2.1 TIPOS DE MOTOR STIRLING

Alfa: Este tipo de motor possui dois pistões instalados em cilindros independentes, cujo movimento alternado faz o gás deslocar-se entre o espaço quente e o espaço frio. Ambos os cilindros estão ligados por um tubo onde está situado o regenerador que armazena e transfere o calor. A Figura 2 mostra o comportamento dos pistões em funcionamento. O mecanismo deste motor é bastante simples, porém torna-se complexo pela necessidade de conter os pistões posicionados a 90° um do outro, e também pelo desgaste dos componentes diante às mudanças de temperatura sofridas.

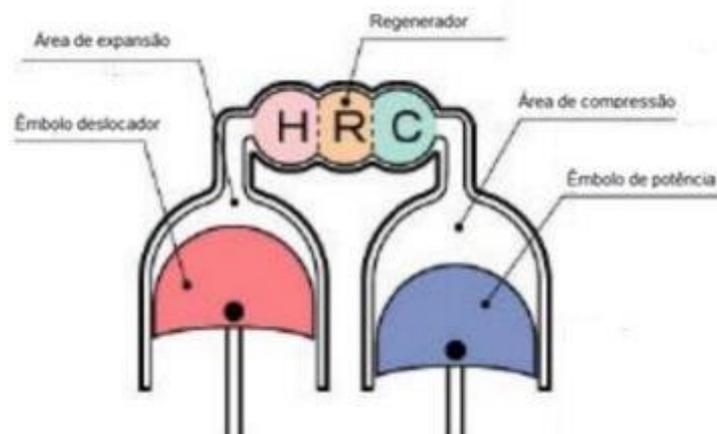




Figura 2: Forma construtiva tipo “Alfa” (extraído de nmri.go.jp/eng/khirata/stirling/, 2014).

Beta: É constituído por um cilindro dividido em duas zonas (Figura 3), uma quente e outra fria, que, com ajuda de dois pistões dentro desse mesmo cilindro, vão permitir movimentar o ar quente para a zona de ar frio e vice-versa.

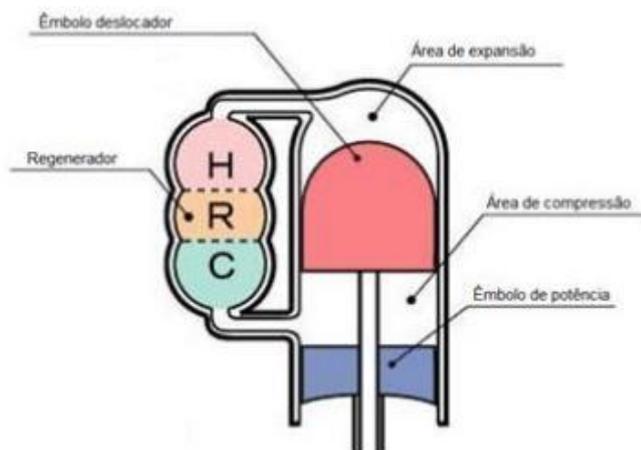


Figura 3: Forma construtiva tipo “Beta” (extraído de nmri.go.jp/eng/khirata/stirling/, 2014).

Gama: Este motor (Figura 4) é muito semelhante ao do tipo beta, porém, os seus cilindros são diferentes, permitindo assim uma separação completa entre a zona de compressão do ar e da expansão. Nos dois últimos tipos de motores, existe um deslocador que permite isolar as zonas quente e fria e, ao mesmo tempo, movimentar uma grande quantidade de gás, deixando uma folga para que ele passe de um lado para o outro.

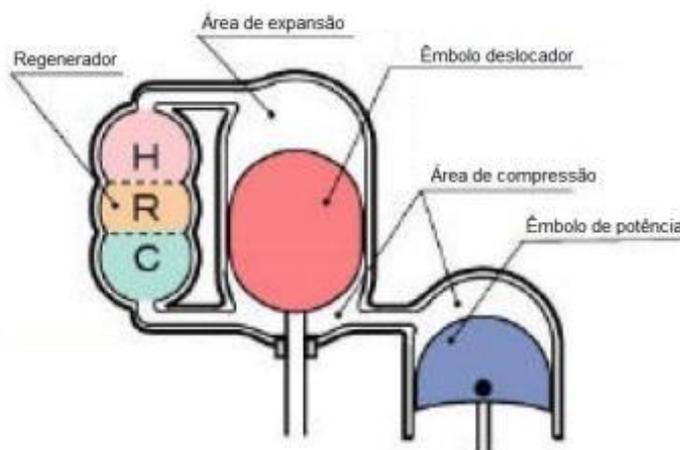


Figura 4: Forma construtiva tipo “Gama” (extraído de nmri.go.jp/eng/khirata/stirling/, 2014).

2.3 FOGÃO A LENHA

Com os índios, o fogo era feito no chão e cercado por pedras e, sobre elas eram colocadas vasilhas de barro. Com o passar do tempo, o fogão foi sendo modificado e passou a ocupar espaço nas cozinhas das casas do ciclo bandeirantista. Até hoje podem ser encontrados em diversas casa por sua simplicidade e funcionalidade.



A Figura 5 é meramente ilustrativa, já que os fogões a lenha têm tamanhos e modelos variados, os componentes principais mantêm-se os mesmos, desta maneira, são capazes de atender o Projeto.



Figura 5: Fogão a Lenha 2 Bocas nº 2 Iany Maestro

2.4 FUNCIONAMENTO DO PROJETO

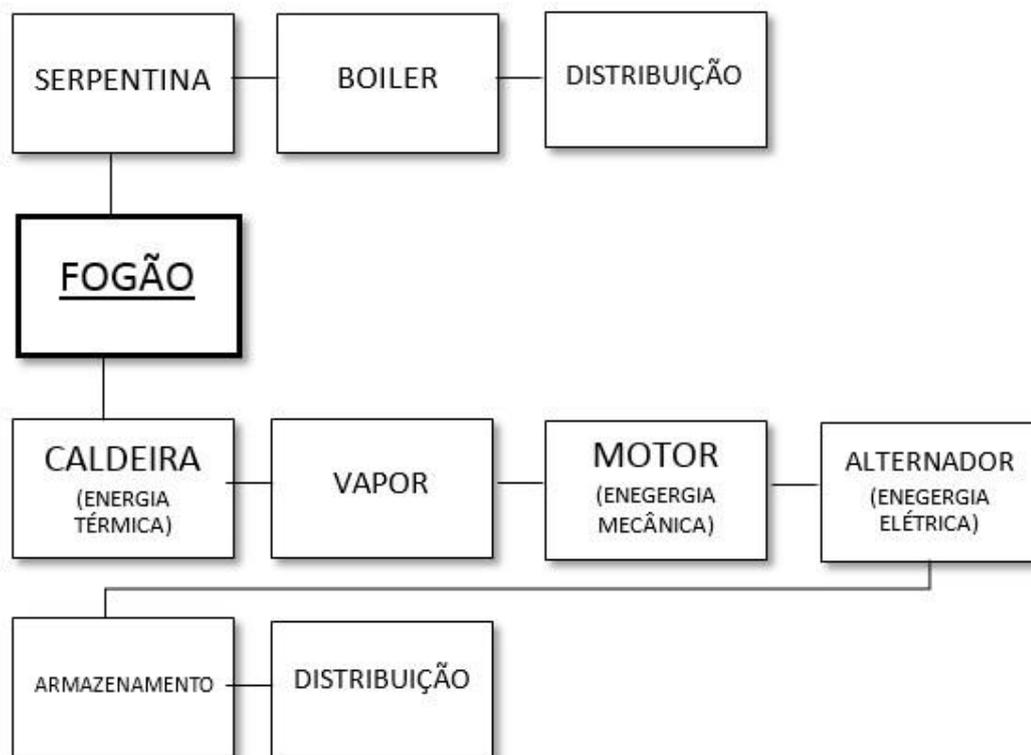


Figura 6: Diagrama de funcionamento do Projeto



O projeto proposto consiste na otimização de fogões a lenha (de maneira supracitada, não foram estabelecidos padrões para tais), adaptando a eles uma caldeira para produção de vapor de água que será utilizado como fonte de energia por um motor Stirling (anexado por tubulações à caldeira). A energia mecânica produzida pelo motor será convertida em energia elétrica através de um motor eletromagnético e, posteriormente armazenada em baterias. A fim de aproveitar o máximo de energia que essa instalação dispõe, conjuntamente será arranjado um sistema de aquecimento de água para a habitação, empregando uma estrutura de boiler e serpentina.

2.4.1 FOGÃO – CALDEIRA

Caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia (Tripartite, 1996). O Projeto usa o vapor gerado no reservatório para alimentar um motor Stirling. Este vapor é transportado através de uma tubulação, que de acordo com a NR 13 (Norma Regulamentadora para utilização de caldeiras), deve seguir orientações conforme o projeto, evitando especialmente a sobre pressão. A Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA) varia de acordo com o projeto e é calculada por meio de fórmulas e tabelas que levam em consideração aspectos como a resistência do material que é feita, situações específicas de uso e as dimensões e geometria da caldeira. E assim pretende se estabelecer os parâmetros de uso para o equipamento.

2.4.2 MOTOR STIRLING – MOTOR ELETROMAGNÉTICO

O acionamento mecânico do motor Stirling é encarregado de promover a ação do motor eletromagnético localizado logo após. Este modelo de conversor eletromagnético é um sistema simples em que é acionado pelo motor, gerando uma baixa tensão contínua e que passando por um sistema regulador de tensão alimenta o comando elétrico que chega à bateria.

A comunicação entre ambos os motores é feita por meio de correias, que transmitem a movimentação do eixo principal do motor Stirling para o eixo do motor eletromagnético. A distribuição da energia elétrica para as casas é intermediada por um quadro elétrico.

2.4.3 FOGÃO – SERPENTINA – BOILER

O aquecimento da água por meio do sistema de serpentina envolve a utilização de um boiler, instalado acima das casas. Trata-se de uma composição simples de fácil funcionamento (Figura 7).

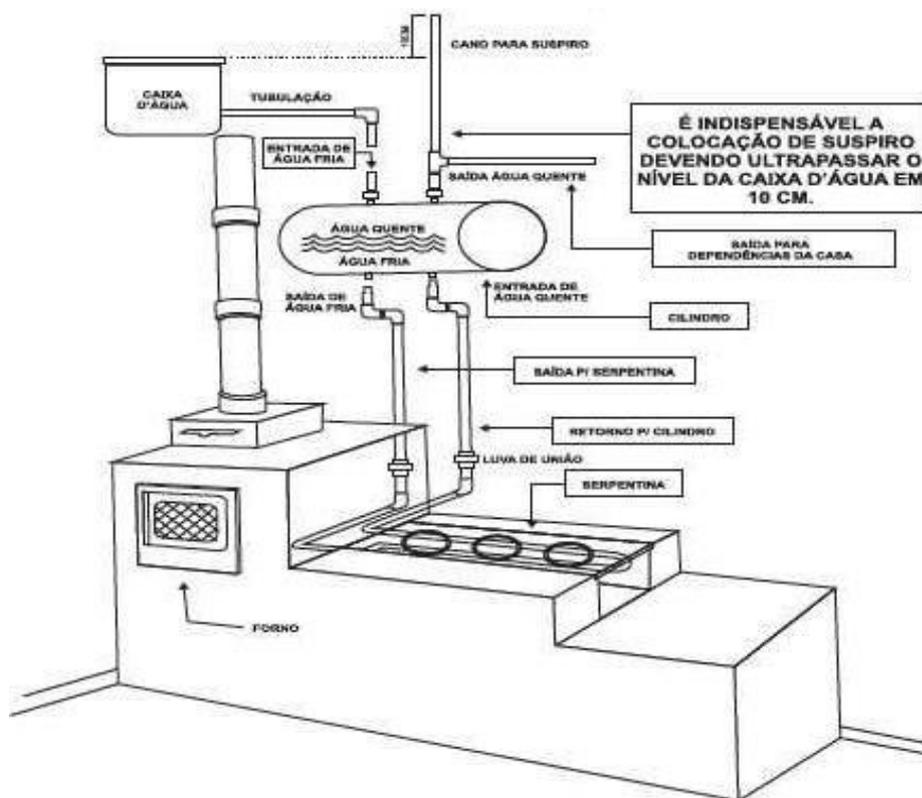


Figura 7: Esquemática da instalação do Sistema de aquecimento de água por boiler e serpentina

A água da caixa d'água é transportada ao boiler, onde a mesma permanece armazenada. Boiler é um reservatório térmico de água que permite que a água seja aquecida além de preservar sua temperatura. Tem um grande formato cilíndrico na horizontal ou vertical. Contém, por questões de funcionalidades, entradas e saídas para água fria e água quente, devidamente identificadas e distribuídas para seu pleno funcionamento. Por força gravitacional, a água fria desce e percorre a serpentina inserida dentro do queimador do fogão, ou seja, a água é aquecida conforme a utilização do fogão. As serpentinas são tubulações feitas em geral de alumínio e que tem grande uso pela população rural que não possui acesso a energia elétrica. É uma forma de conter calor para realizar tarefas como aquecer a água, por exemplo. Refere-se a uma ferramenta bastante útil quando o assunto for economizar energia elétrica. O princípio de funcionamento do sistema com serpentina é semelhante ao do recuperador de calor no que tange ao movimento da água nos tubos por diferença de densidade entre a água fria e a quente, denominado termossifão (Macintyre, 1996). Então, a água aquecida sobe pela tubulação e se conserva no boiler. O encanamento localizado na parte superior do boiler é responsável pela distribuição da água aquecida nos pontos desejados da residência.

Ao aquecer a água, tem-se um aumento de volume e pressão do fluido, logo, para que não haja algum tipo de sobrecarga tanto de água aquecida quanto de vapor, é necessária a presença de um “suspiro” conectado na tubulação de água quente. O mesmo que deve ter comprimento superior ao nível da caixa d'água, evitando que exale a água pela abertura do cano.



3. CONCLUSÃO

Mundialmente, a sociedade enfrenta problemas relacionados à energia, seja pelo preço ou pela dificuldade de acesso. Este problema está relacionado a inúmeros aspectos como governamentais, questões de localidade, contingente populacional, entre outros, porém é possível que seja minimizada esta situação com o desenvolvimento de estudos sobre fontes de energia renováveis e a possibilidade de suas aplicações em diferentes localidades.

O projeto buscou atender a demanda de um público específico, no caso, a população que vive em zonas rurais do Brasil. Utilizando um equipamento que está tão presente nestas residências, o fogão a lenha, de forma que pudesse reaproveitar a energia térmica gerada para convertê-la em energia elétrica que seria distribuída nas casas. Também esteve presente um sistema de serpentina e boiler para aquecimento da água que circula pela residência.

Com pesquisas mais aprimoradas poderá se obter energia limpa de verdade, ainda mais utilizando água como combustível real para abastecimento do motor Stirling, ou seja, não será usado nenhum fluido de gás tóxico como fluido de trabalho.



4. REFERÊNCIAS

ABIMAQ. A história das máquinas

AGÊNCIA EFE. Disponível em <<https://www.efe.com/efe/brasil/sociedade/quase-1-bilh-o-de-pessoas-no-mundo-vivem-sem-eletricidade-segundo-onu/50000246-3459016>>. Acesso 19 maio de 2018

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). A produção de energia elétrica a partir da biomassa. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso 19 de maio de 2018

AGUIAR, WILSON MANSUR DE. O uso de fontes alternativas de energia como fator de Desenvolvimento social para segmentos marginalizados da sociedade. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/wmaguiar.pdf>>. Acesso em 30 de maio de 2018.

CRUZ, VINICIUS GUIMARÃES DA. Desenvolvimento experimental de um motor Stirling tipo gama. Universidade Federal da Paraíba: João Pessoa, 2012.

DUPONT, FABRÍCIO HOFF; GRASSI, FERNANDO; ROMITTI, LEONARDO. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável, 2015

GABRIELA CAIUBY ARIANI NADAUD. Acesso à Energia Elétrica de Populações Urbanas de Baixa Renda: o Caso das Favelas do Rio de Janeiro

GOLDEMBERG, JOSÉ; LUCON, OSWALDO. Energias renováveis: um futuro sustentável

INTERACADEMY COUNCIL. Lighting the way: toward a sustainable energy future, 2007

MACINTYRE, A. J. Instalações Hidráulicas, Prediais e Industriais. 1996. LTC Livros técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro RJ. 3ª Edição.

SILVA, L. L, et al. Princípios de termoeletricas em pequenas propriedades rurais. In: 2º International workshop advances in cleaner production. São Paulo, maio 2009.

TAVARES, LUIZ ALBERTO. James Watt: A trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina a vapor vista por seus biógrafos e homens de ciências, 2008

TRIPARTITE, GRUPO TÉCNICO NR-13 Manual Técnico de Caldeiras e Vasos de Pressão, 1996. Disponível em: <http://www.segurançanotrabalho.eng.br/manuais_tecnicos/manualcaldeiras.pdf>. Acesso em 13 de junho de 2018