

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Área de Ciências Exatas e Tecnologia

por

Luiz Rafael Siqueira

Marcos Rosa dos Santos, Ms.

Orientador

Itatiba (SP), dezembro de 2011

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Área de Ciências Exatas e Tecnologia

por

Luiz Rafael Siqueira

Relatório apresentado à Banca Examinadora do
Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia
Elétrica para análise e aprovação.

Orientador: Marcos Rosa dos Santos, Ms

Itatiba (SP), dezembro de 2011


LUIZ RAFAEL SIQUEIRA

FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA


Monografia aprovada pelo Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica

Data de aprovação: 02/12/2011

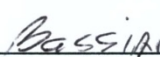
Banca Examinadora:



Prof. M.e Marcos Rosa dos Santos (Orientador)
Universidade São Francisco



Prof. Dr. Washington Luiz Alves Correa (Examinador)
Universidade São Francisco



Eng. Farzin Bassiri (Examinador)
Convidado Externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha noiva, Andreza e aos meus pais, Luiz e Aparecida, por acreditarem em mim e por todo apoio e amor incondicional durante esta longa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu professor e orientador Marcos Rosa dos Santos pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Deus por colocar todos os tipos de obstáculos e desafios em minha vida, pois vencendo esses, me tornei forte.

Aos meus amigos, poucos, porém eternos.

Agradeço aos meus amigos e colegas de trabalho, por todo apoio e ajuda nas pesquisas deste trabalho.

Agradeço aos colegas de graduação, pelos bons momentos vividos nesses cinco anos de curso.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE EQUAÇÕES.....	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. Atual Situação Energética Brasileira	3
2.2. As Fontes Alternativas de Energia	4
2.2.1. Energia Solar	4
2.2.2. Energia Eólica	10
2.2.3. Energia Nuclear	13
2.2.4. Novas Fontes Alternativas.....	14
2.3. Reeducação em Consumo Energético	15
2.4. Práticas Sustentáveis.....	17
3. METODOLOGIA	20
4. RESULTADOS.....	26
5. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
GLOSSÁRIO	32

LISTA DE ABREVIATURAS

PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
W	Watt
kW	Quilowatt
MW	Megawatt
GW	Gigawatt
TW	Terawatt
°F	graus Fahrenheit [26]
°C	graus Celsius [25]
Wh	watt-hora
kWh	Quilowatt-hora
MWh	Megawatt-hora
GWh	Gigawatt-hora
TWh	Terawatt-hora
m/s	metros por segundo
CSPT	Concentrated Solar Power Tower
SP	São Paulo
d.C.	Depois de Cristo
a.C.	Antes de Cristo
COA	Coluna Oscilatória de Água
RAA	Região Administrativa de Araçatuba
CPU	Central Processing Unit

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Paineis fotovoltaicos. [10]	6
Figura 02 - Coletor Solar [16]	7
Figura 03 - Visão interna de um coletor solar. [10]	10
Figura 04 - Turbinas Eólicas instaladas em alto-mar (Dinamarca) [18]	11
Figura 05 - Visão Interna de uma unidade eólica [17]	12
Figura 06 - Funcionamento de uma Usina Nuclear [40]	14
Figura 07 - Tabela informativa sobre a economia de energia [14]	16
Figura 08 - Instalação de uma das turbinas do BWTC [23]	17
Figura 09 - Bahrain World Trade Center [23]	18
Figura 10 - Usina CSPT no Deserto [27]	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Potencia média, tempo de uso e consumo mensal de uma residência.....	21
Tabela 02 – Consumo diário individual	23
Tabela 03 – Consumo mensal de uma residência.	24
Tabela 04 – Consumo médio anual	24
Tabela 05 – Consumo médio anual brasileiro	25

LISTA DE EQUAÇÕES

1	16
2	22
3	22
4	25

RESUMO

SIQUEIRA, Luiz Rafael. **Fontes Alternativas de Energia**. Itatiba, 2011. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2011.

Atualmente o Brasil encontra-se numa fase em que não se deve negar nenhum tipo de fonte para a geração de energia elétrica. Com o objetivo de reduzir a ameaça de apagão, é preciso explorar o potencial dos recursos naturais, a fim de reduzir o impacto ambiental e proporcionar estabilidade e confiabilidade na geração e distribuição de energia elétrica. Investir e incentivar os estudos sobre o uso e viabilização do uso de recursos renováveis como energia eólica e solar, colocar em prática novas estratégias para incentivo da economia e uso consciente da energia elétrica, são apenas alguns exemplos do que pode ser feito por todos para evitar uma nova era de racionamento de energia.

Palavras-chave: Fontes Alternativas de Energia. Recursos naturais. Energia solar. Energia eólica.

ABSTRACT

Currently, Brazil is at a stage where they should not be denied any kind of source for generating electricity. Aiming to reduce the threat of a blackout, we must explore the potential of natural resources in order to reduce environmental impact and provide stability and reliability in generating and distributing electricity. Investing and encourage studies on the use and feasibility of using renewable resources like wind and solar power put into practice new strategies for stimulating the economy and the conscientious use of electricity, are just some examples of what can be done by all to avoid a new age of rationing.

Keywords: *Alternative Energy Sources. Natural resources. Solar energy. Wind energy.*

1. INTRODUÇÃO

Entre o final da década de 90 e o início do século XXI, o Brasil enfrentou a delicada situação de racionar energia elétrica a fim de evitar os cortes repentinos na distribuição da mesma. Isto foi ocasionado por diversos fatores, entre os quais é viável pautar: o grande período sem chuvas, o que impossibilitava a manutenção dos níveis das represas para a geração de energia, e a carência em planejamentos e investimentos eficientes para a distribuição, transmissão e utilização consciente da energia.

Com a eminente possibilidade de ocorrerem inesperados apagões (nome dado pelo povo e pela imprensa para os cortes repentinos de energia), o governo federal foi obrigado a adotar uma estratégia radical para amenizar tal problema: racionamento do consumo de energia elétrica. A meta era a redução de 20% do consumo nacional (a região Sul brasileira ficou isenta deste programa de redução, pois não sofreu com o problema nas represas, que estavam cheias no período). O plano previa benefícios a quem cumprisse a meta e punições (multas) para quem não reduzisse o consumo.

Esta campanha “voluntária” foi necessária até fevereiro de 2002, pois ao final do ano anterior, a intensidade de chuvas foi grande o bastante para normalizar o nível das represas.

Segundo diversos economistas, cada cidadão brasileiro teve em média um prejuízo de aproximadamente R\$ 300,00. Mas em contra fluxo dos prejuízos causados pelo racionamento, houve um grande benefício que rende e renderá grandes frutos: a busca e implantação de novas tecnologias para a geração de energia elétrica, independente do uso do ciclo da água, tais como energia solar (fotovoltaicas ou espelhos), energia eólica, energia nuclear, biomassa, energia maremotriz, etc.

Esses estudos por novas tecnologias possibilitaram também que outro problema fosse resolvido (ao menos amenizado em certos locais): o problema da distribuição e transmissão de energia para locais de difícil acesso.

Efetuando esses estudos sobre a situação das fontes alternativas de energia no Brasil e comparando com países em que as pesquisas e implantações de tais encontram-se mais avançadas, analisando o que cada país, com potencial mais desenvolvido em cada segmento, desenvolveu no sentido de melhoria e viabilização e o que há de pesquisas para a melhoria contínua de tais tecnologias, podemos analisar o que poderia ser feito aqui.

A questão da reeducação no uso consciente da energia em conjunta com as fontes alternativas de energia é outro assunto que muito deve ser debatido e explorado, a fim de minimizar perdas energéticas por mau uso da energia elétrica (sendo a provida de qualquer fonte).

A meta deste trabalho é tentar expor a realidade a qual o mundo esta convergindo, buscando novas formas de geração de energia, com um menor impacto ambiental e redução dos custos para implantação dessas novas tecnologias em locais estratégicos ou necessários.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. Atual Situação Energética Brasileira

O grande vilão nacional é o desperdício da energia elétrica, que cresceu muito nas últimas décadas. Somado com o aumento natural do consumo, em torno de 12% da produção de energia elétrica no Brasil é desperdiçada, não sendo utilizada em absolutamente nada, dados esses obtidos pela pesquisadora junto a Eletrobrás. Essa porcentagem de desperdício equivale ao consumo de 40% das residências no Brasil, ou seja, aproximadamente 7.500 MW.

O crescimento do consumo elétrico brasileiro é maior que a capacidade de geração das hidrelétricas, termelétricas e nucleares desde 1995. Então, combater o desperdício passou a ser a forma mais barata e limpa existente, pois além de gerar economia, ajudaria a evitar maiores impactos ao meio ambiente. [11]

Criado em 1985, o PROCEL foi instituído pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, através da portaria 1.877, com o objetivo de promover a racionalização do consumo elétrico no Brasil, combatendo assim o desperdício e ajudando a reduzir custos e investimentos setoriais, conseqüentemente auxiliando na eficiência energética [13]. Dentre algumas metas deste programa estava à redução de 130 bilhões de kWh até 2015. Com isso era esperado a não necessidade da instalação de 25 GW, equivalentes a duas usinas hidrelétricas do porte de Itaipu. Contando com a decrescente agressão ao meio ambiente, a economia desejada levaria o Brasil a ter um ganho de R\$ 34 milhões líquidos.

Independente do modo como é feito o consumo, é necessário voltar o pensamento para a geração de energia através de recursos naturais. E estando esta visão ambiental somada ao saber de que combustíveis fósseis são fontes de energia não renováveis e altamente prejudiciais para o meio ambiente, aumentará ainda mais a evidência de que utilizar fontes alternativas com o intuito de gerar energia é extremamente necessário.

Tratando-se de riquezas energéticas, podemos classificar o Brasil como um grande privilegiado. Considerado um país tropical por contar com a maioria de seu território situado entre a linha do Equador e o Tropicó de Capricórnio, a incidência solar é abundante em grande parte do ano, facilitando assim o uso e desenvolvimento de tecnologias baseadas na energia solar. Além do que, graças à extensa costa marinha consegue-se aproveitar a força e constante presença de ventos (principalmente na região Nordeste) para o uso de energia eólica.

2.2. As Fontes Alternativas de Energia

Muito se menciona e questiona a respeito de fontes alternativas de energia, como sua eficiência, praticidade, confiabilidade, entre outros. Pode-se listar como as mais conhecidas às fontes citadas abaixo:

- Energia Solar (Células fotovoltaicas, coletor solar ou espelhos);
- Energia Eólica;
- Energia Nuclear;

Mas não são somente estas três acima citadas que figuram no cenário energético atual. Existem outras fontes, ainda em processo de evolução tecnologia ou restritas a determinadas regiões. Dentre essas se têm: Energia maremotriz, energia das ondas, energia geotérmica e energia hidráulica.

2.2.1. Energia Solar

É uma das técnicas alternativas mais conhecidas, junto com a eólica e a nuclear. Consiste na captação da irradiação solar constante, por placas fotovoltaicas ou através do uso de espelhos. Existem registros do século 1, onde Herão de Alexandria (10 d.C. - 70 d.C.), já fazia uso da energia solar, usando a mesma para alimentar um dispositivo para bombeamento de água [9]. Há também registros que em 1767, um inventor suíço chamado Horace de Saussure, tenha construído uma “caixa quente” de vidro, com duas caixas dentro da mesma. Em algumas horas, uma das caixas chegou a 228 °F (aproximadamente 109 °C).

Nos últimos 30 anos, a aceitação no uso de energia solar para diversas necessidades, vem ganhando grande destaque, principalmente em países classificados como tropicais e subtropicais, igualmente o Brasil, que ficam próximos à linha do Equador, pois possui grande incidência solar ao decorrer do ano, o que facilita o uso da tecnologia.

A constante utilização da energia solar é empregada por três características:

- Capacidade de Renovação;
- Impacto Ambiental;
- Viabilidade de Utilização;

Em virtude do Sol, ser praticamente uma inesgotável fonte de energia, existe a contribuição para que o mesmo possa ser empregado em grande escala na substituição das fontes de energia. Comparada ao uso de energias fósseis ou nucleares, que sem o cuidado específico tendem a

ocasionar danos irreversíveis ao meio ambiente, vindo a inviabilizar a aplicação em conjunto com fontes consumidoras, esta possui proporção menor a impactos ambientais, além de eliminar a necessidade do transporte por grandes distâncias.

O uso constante da energia solar pode ser prover de duas formas: fonte de luz e calor ou para geração de energia elétrica. A primeira forma pode ser feita através de coletores solares térmicos, que captam a luz solar e transformam a mesma em calor, podendo ser utilizado diretamente para aquecer a água para uso doméstico. Outra forma é a conversão direta da energia solar em energia elétrica, fazendo uso de células fotovoltaicas, que são revestidas de semicondutores que ao absorverem a luz, produzem uma pequena corrente elétrica.

Infelizmente os custos de fabricação e manutenção dessas células e coletores são elevados, inviabilizando o uso comercial, restando apenas o uso em micro usinas elétricas, sendo essas localizadas em regiões distantes das tradicionais fontes geradoras (hidro ou termoelétricas). [9]

Como dito anteriormente, a energia solar é classificada como uma fonte renovável, inesgotável e gratuita, representando assim uma solução para diversos problemas ocasionados pela falta de energia ao redor do mundo. Em países tropicais, como o Brasil, a utilização desta fonte de energia pode e deve ser utilizada ao máximo. Caracterizados por apresentarem elevadas extensões territoriais e estarem situados em zonas tropicais, dispõem de alta incidência de radiação solar, tornando viável o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a transformação da energia solar em energia térmica, elétrica, entre outras. Assim sendo, muitos julgam como prematuras as iniciativas para utilização de centrais termoelétricas e nucleares no Brasil, sendo que este ostenta de um potencial energético excelente para utilização de fontes renováveis, que é explorado apenas parcialmente, e carece de mais programas intensivos de conservação de energia e incentivos para a fabricação de equipamentos com custo acessível.

Como simples exemplos de aplicações, a tecnologia solar pode ser utilizada em vários setores, desde a conversão da radiação solar em energia térmica, e em energia elétrica, até em processos de secagem. Abaixo alguns exemplos:

- Aquecimento de água;
- Secagem de produtos agrícolas;
- Geração de vapor;
- Conversão fotovoltaica: bombeamentos, iluminação, refrigeração, etc. [10].

- O Painel Fotovoltaico

Dispositivo/equipamento constituído basicamente por células solares (aproximadamente trinta e seis células por painel) é largamente usado para converter energia solar em energia elétrica. Através do efeito fotovoltaico as células realizam a conversão de energia solar em elétrica. Esse efeito gera uma diferença de potencial elétrico em virtude da radiação, gerando assim energia elétrica.

Tecnicamente falando, essa célula solar realiza um trabalho de acordo com o princípio de que os fótons incidentes colidem com os átomos de certos materiais, o que provoca um deslocamento dos elétrons, que por sua vez estão carregados negativamente, o que faz gerar uma corrente elétrica. Ao contrário do que muitos pensam este processo de conversão é independente do calor, pelo contrário, o rendimento da célula solar cai proporcionalmente ao aumento da temperatura.

Sendo assim, células solares são apropriadas não somente para regiões ensolaradas, como também em locais de baixa insolação, onde outros tipos de equipamento solares não atendem as expectativas. Mesmo com o céu nublado, as células solares podem operar e com o mesmo rendimento de como se estivesse sob a luz direta do sol.

Um ponto importante para as células solares para a conversão de luz solar em energia elétrica é a ausência de produtos poluentes.



Figura 01 - Painel fotovoltaico. [10]

A utilização de painéis fotovoltaicos para conversão solar-elétrica é viável comercialmente para pequenas instalações e seu uso é muito vantajoso em regiões remotas ou de difícil acesso.

Sistemas de comunicação e equipamentos eletrônicos com baixo consumo de potência podem ser alimentados por painéis fotovoltaicos sem problemas.

- Coletor Solar

Diferente do painel fotovoltaico, este utiliza a energia solar para realizar o aquecimento de um fluido (normalmente a água) e não para gerar energia elétrica.

O coletor solar é a principal parte de um sistema de aquecimento solar. É responsável por absorver e transferir a radiação solar para um fluido através da energia térmica. Largamente utilizados em aquecimento de água de casas, edifícios, hospitais, piscinas, secagem de grãos e processos industriais de aquecimento.

O coletor solar ao receber a radiação solar, transfere a mesma para uma placa absorvedora. No interior desta placa há tubos, que ficam em contato com placa, por onde escoam um fluido, que por sua vez recebe a transferência de calor, que ficou retida na placa.



Figura 02 - Coletor Solar [16]

O coletor solar é caracterizado por uma caixa retangular rasa (geralmente feita de alumínio) e coberta por uma estrutura de vidro. No interior da caixa existe uma serpentina (feita em cobre devido à sua alta condutividade térmica do mesmo), por onde é feita a escoagem do fluido. Ao redor desta existe uma superfície também de cobre pintada de preto (placa absorvedora), com o intuito de facilitar a absorção do calor, para posteriormente transferir à serpentina e conseqüentemente para a água fria, quando a mesma passa pelos canos.

Para aumentar a eficiência térmica, é feito um isolamento na parte inferior do coletor, diminuindo assim as perdas de calor com o ambiente. A cobertura de vidro ao mesmo tempo em que permite a entrada de radiação solar, também evita a perda de calor da placa absorvedora. Isto acontece porque o vidro impede a ação externa do vento, sendo também uma importante vedação para prevenir que haja umidade dentro do coletor.

Um sistema de aquecimento completo contém outras partes além dos coletores solares. São necessários também:

- um reservatório térmico;
- um sistema de circulação de água;
- um sistema auxiliar para aquecimento elétrico.

Em períodos encobertos prolongados (dias nublados, por exemplo), a temperatura da água no reservatório térmico tende a cair. Quando há uma queda de temperatura muito expressiva, a resistência do sistema de aquecimento elétrico auxiliar é acionada por um termostato, fornecendo energia suficiente para aquecer a água armazenada. Porém, se o sistema for dimensionado corretamente, este problema não deverá acontecer.

- Componentes de um coletor solar plano

Um coletor solar pode ser dividido tradicionalmente nas seguintes partes:

Placa absorvedora: principal componente do coletor solar plano. Responsável pela função de absorver e transferir a energia solar para o fluido. Alumínio e cobre são os metais mais utilizados por possuírem alta condutividade térmica. A placa geralmente é pintada com cores escuras, principalmente preto, à base de poliéster, acrílico ou epóxi para obterem uma absorção de radiação solar mais eficiente.

Módulo: É fabricado normalmente de alumínio para suportar e proteger todos os componentes do coletor.

Cobertura: Revestida de vidro, o que permite ao mesmo tempo a passagem de radiação solar e redução da perda de calor para o ambiente.

Tubulação: Tubos, geralmente de cobre devido à boa condutividade térmica, são interconectados e através deles o fluido escoava pelo interior do coletor. Devido a grande condutividade térmica, o cobre facilita a transferência de calor entre a placa absorvedora e o fluido.

Isolamento térmico: Os materiais isolantes são caracterizados pela baixa condutividade térmica. Estes são colocados de modo a diminuir as perdas térmicas, abaixo da placa absorvedora e nas laterais do mesmo. Assim, ficam em direto contato com o módulo que o reveste. Muitas vezes é usado lã de vidro ou rocha ou espuma de poliuretano.

Vedação: Extremamente essencial para que não haver interferências externas e reduzir as perdas de calor para o meio ambiente, impede também a entrada de umidade, grande responsável pela degradação acentuada e acelerada de alguns dos componentes do coletor solar (tinta e isolamento). É recomendada a utilização de silicone na vedação entre o vidro e o módulo.

A instalação dos coletores pode ser feita na vertical ou na horizontal, dependendo somente da situação ou necessidade na instalação. Em locais onde a altura é limitada para a instalação, para a mesma é utilizada a posição vertical.

Para que a absorção da radiação solar seja a melhor possível, os coletores são montados em uma posição fixa. No hemisfério sul, para obter um desempenho melhor, o coletor solar plano tem sua face voltada para o norte.

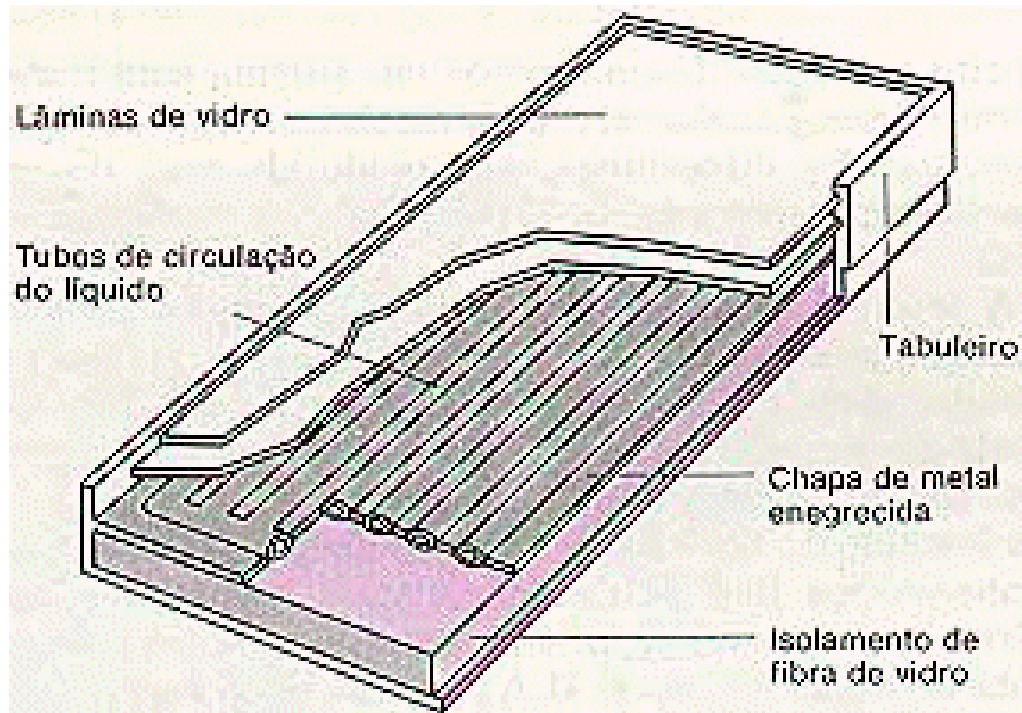


Figura 03 - Visão interna de um coletor solar. [10]

2.2.2. Energia Eólica

A utilização da força dos ventos, igualmente como da água, foi uma das fontes de energia mais difundidas pelo homem. Com a descoberta em 4000 a.C. de um túmulo sumeriano contendo restos de um barco a vela, acredita-se nos indícios deste ter sido o primeiro uso histórico da energia eólica pelo homem. Entretanto, os fenícios aparecem como pioneiros na navegação comercial, onde começaram a utilizar, por volta de 1000 a.C., barcos movidos utilizando a força dos ventos. Essas embarcações movidas à vela sofreram constantes evoluções até o desenvolvimento das caravelas no século XIII e exerceram domínio dos mares até o início do século XIX. Após isso, o domínio passou a ser dos navios a vapor.



Figura 04 - Turbinas Eólicas instaladas em alto-mar (Dinamarca) [18]

Muito conhecidos da literatura europeia, os moinhos de vento possuem indicações datadas do século X, onde os mesmos eram utilizados para bombear água e moer grãos. No decorrer dos dois séculos seguintes, os projetos de moinhos eram feitos com o objetivo de obter o melhor aproveitamento, respeitando as condições geográficas e a direção dos ventos, podendo assim manter o eixo motor em uma direção fixa. Nos Países Baixos (Holanda), no período do século XV, começaram a surgir os moinhos com cúpula giratória, que permitiam posicionar o eixo das pás na direção dos ventos. Com a Revolução Industrial, foram necessárias modificações nos moinhos de vento para que os mesmos pudessem se adaptar à constante velocidade que era necessária para manter o ritmo de produção. É neste período que são criados os primeiros sistemas de controle e de potência que permitiam aprimorar e integrar os moinhos de vento a estas unidades produtivas.

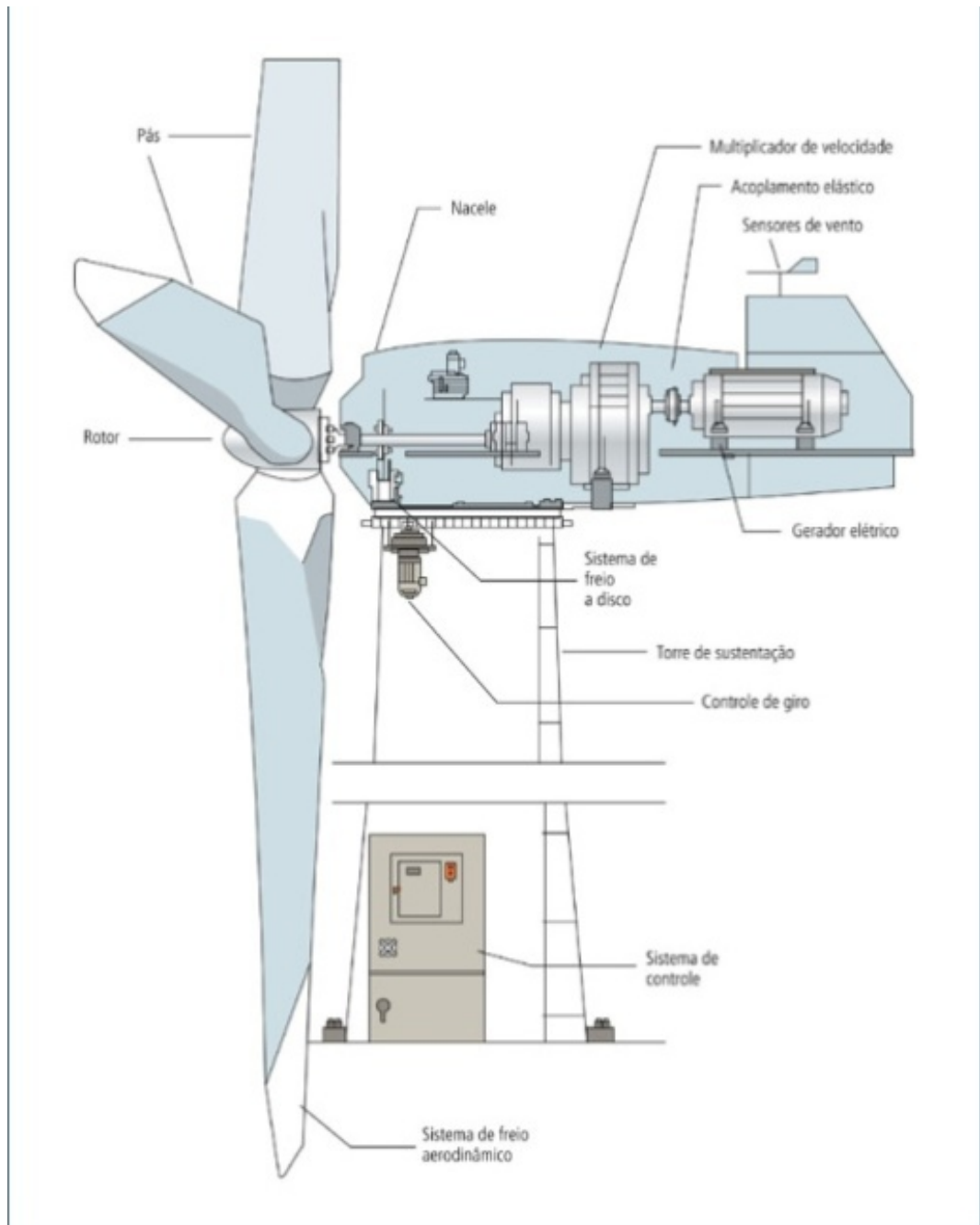


Figura 05 - Visão Interna de uma unidade eólica [17]

A evolução no desenvolvimento e aperfeiçoamento das tecnologias envolvendo energia eólica resultaram nas atuais turbinas eólicas, que são usadas desde o início do década de 90 em países desenvolvidos. Grande parte desta evolução foi subsidiada por fundos governamentais. As atuais pesquisas estão centralizadas em novos materiais que possibilitem o desenvolvimento de novas turbinas de maior porte e com potência maior que as atuais (2 MW). Em locais como na costa oeste dos Estados Unidos, norte da Alemanha e na Dinamarca, a energia eólica é usada como

complemento à geração elétrica tradicional. O Brasil, a região litorânea, em especial no Nordeste onde se tem regimes de bons ventos, é considerada adequada para receber instalações de parques eólicos. 15 MW de energia já estão sendo gerados através da força dos ventos no litoral do Ceará, sendo esta energia complementar à rede, na grande maioria por iniciativa privada.

A geração de energia através dos ventos se dá através do impacto do mesmo com as pás, fazendo-as girar. Acoplada às pás existe uma haste que transfere a força de rotação da mesma para o rotor. Entre o rotor e o gerador elétrico há um multiplicador de velocidade, que justifica o nome aumentando a velocidade no gerador, resultando em uma geração de energia elétrica maior. O princípio de funcionamento das turbinas eólicas para geração de energia é bem semelhante ao das turbinas das usinas hidrelétricas. A diferença está somente em qual elemento faz o rotor girar e conseqüentemente o gerador elétrico.

2.2.3. Energia Nuclear

Energia Nuclear é a denominação dada à energia que mantém unidos prótons e nêutrons dentro do núcleo de um átomo. Uma forma de utilizar esta energia surgiu (infelizmente) na década de 40, com a construção de bombas atômicas.

Responsável por 16% da demanda energética consumida no mundo, esta fonte de energia é vista por muito como uma verdadeira vilã, devido aos grandes acidentes envolvendo esta.

Porém a mesma é definida atualmente como segura, devido aos altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento voltadas especialmente para segurança na geração de energia através da energia nuclear.

Assim como a energia gerada através dos ventos e da água possuem semelhanças na geração, o mesmo ocorre com a Energia Nuclear. Através do processo de colisão de nêutrons nos átomos (normalmente urânio) é gerada uma grande energia que tem como consequência a elevação da temperatura no momento e local da colisão. Esse calor gerado pela fissão é responsável por aquecer uma grande quantidade de água, produzindo assim vapor, que conseqüentemente é responsável por girar uma turbina, estando esta acoplada ao gerador elétrico, que produzirá a energia elétrica. Existe também o processo de fusão e apesar deste processo liberar mais energia do que consome, ainda não é possível controlar este processo, como ocorre com a fissão. A água possui dupla função nas usinas nucleares, sendo a primeira descrita anteriormente (produção de

vapor para girar as turbinas) e a segunda é a de controlar a temperatura no momento da fissão evitando assim que o urânio superaqueça e derreta o reator onde acontece a reação.

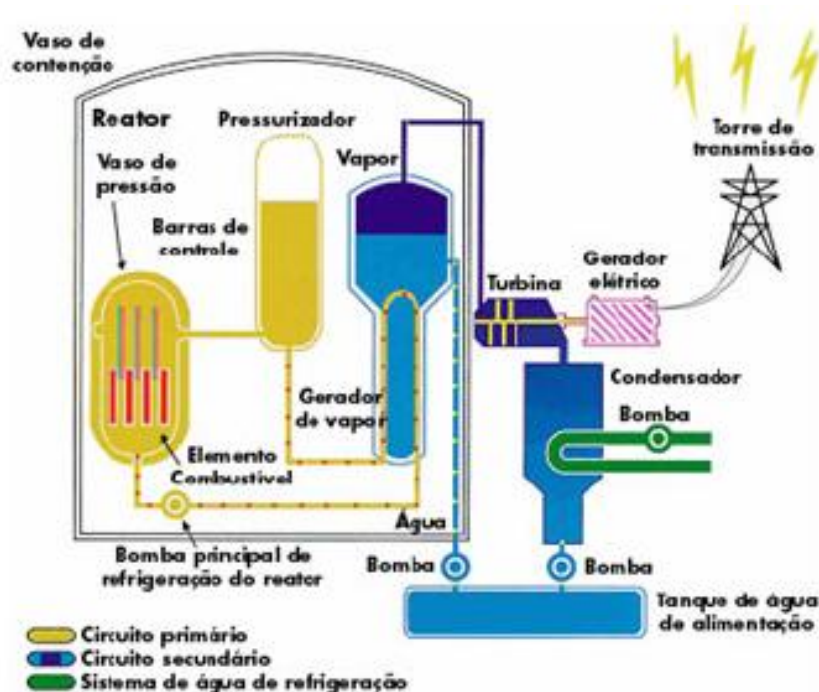


Figura 06 - Funcionamento de uma Usina Nuclear [40]

2.2.4. Novas Fontes Alternativas

Além das 3 principais fontes alternativas de energia citadas anteriormente, podemos citar outras fontes ainda não difundidas em grande escala.

- Energia das Ondas

A mais de 200 anos este assunto vem sendo debatido e sempre quando há alguma crise ou aumento no preço do petróleo, o assunto volta à tona. Diversos métodos já foram criados para converter a força das ondas em energia elétrica, entre esses métodos podem-se citar:

- Terminadores, que são aparelhos que absorvem a energia das ondas estando estes na posição perpendicular ao movimento das ondas. Este equipamento possui um componente que se move conforme o movimento das ondas, funcionando como um pistão, movendo-se para cima e para baixo pressurizando assim o ar ou o óleo, que conseqüentemente acionará a turbina.

- Coluna Oscilatória de Água (COA), possui duas aberturas em sua estrutura, uma no fundo que permite a entrada de água e uma no topo, estreita e que permite a entrada e saída da coluna. Ao encher a coluna com água, as ondas criam uma pressão que força o ar a sair pelo buraco mais estreito, onde fica localizada uma turbina (do tipo Wells) que tem como característica o funcionamento bidirecional, ou seja, tanto quando o ar entra ou sai pelo estreito buraco no topo, a turbina entra em funcionamento, gerando energia [46].

- Energia Maremotriz

É obtida através da diferença entre as marés alta e baixa. Muito parecida com a geração através das usinas hidrelétricas, é feita uma barragem junto ao mar, criando assim um reservatório, na maré alta, a água passa por uma turbina hidrelétrica, do tipo bulbo, gerando energia. Na maré baixa a mesma água passa novamente por uma turbina (mas desta vez em sentido contrário) gerando novamente energia elétrica [47].

2.3. Reeducação em Consumo Energético

Porém, todo o esforço em desenvolvimento e pesquisas por novas alternativas de energia ou até mesmo para viabilizar economicamente uma instalação de uma fonte alternativa, pode ser inútil se não houver uma reeducação em consumo energético, que nada mais é do que usar de forma consciente a energia disponibilizada.

Prevendo isto, diversos institutos realizam estudos, ensaios e afins, em busca de novos modos para minimizar o consumo energético. É o caso do trabalho desenvolvido na Região Administrativa de Araçatuba (RAA) por pesquisadores da USP [14]. Este trabalho teve como intuito principal analisar o potencial da RAA e indicar as possíveis medidas para minimizar o consumo energético da região, como a economia conseguida através da substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas compactas.

Na figura 07, extraída do trabalho feito na RAA, é demonstrada a economia energética durante o ano somente com a substituição das lâmpadas.

Economia de Energia (kwh/ano)	
Numero total de habitantes da RAA (2005)	704 527
% da população atingida pela campanha	100,00%
Numero de habitantes da zona urbana	704 527
Numero de pessoas por domicilio	4
Numero de domicilios da RAA	176 132
% de domicilios com lâmpadas	100%
numero de lâmpadas por domicilio	6
numero médio de horas utilizadas por mês	166,8
Potência consumida pelo aparelho convencional (W)	60
Consumo anual de energia - aparelho convencional (kWh)	126 916 312
% de domicilios que efetivamente substituirão os equipamentos	100%
% de domicilios que não substituirão os equipamentos	0%
Potência consumida pelo aparelho substituto (W)	15
Consumo anual de energia - aparelhos substitutos (kWh)	31 729 077,97
Economia Anual de Energia (kWh)	95 187 233,92

Fonte: Grupo de Pesquisa do PIR – GEPEA – USP, 2010

Figura 07 - Tabela informativa sobre a economia de energia [14]

A substituição das lâmpadas representa uma economia de aproximadamente 75% no consumo anual, conforme demonstrado abaixo:

$$\frac{(126.916.312 - 31.729.077,97)kwh}{(126.916.312)kwh} \times 100\% \cong 75\% \quad 1$$

A economia acima apontada é somente em relação à questão de consumo. Apesar das lâmpadas compactas serem mais caras que as incandescentes, a vida útil das mesmas justifica o investimento, conforme é apontado pelos pesquisadores da RAA. Com uma vida útil de aproximadamente 6.000 horas, o retorno no investimento em lâmpadas compactas se dará em 15 meses.

2.4. PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Com as informações citadas nos capítulos anteriores, é possível efetuar diversos estudos para aplicação dos mesmos em diferentes regiões, valorizando e explorando ao máximo os recursos disponíveis na localidade.

Como exemplo, podemos citar o uso dessas tecnologias na construção do Bahrain World Trade Center (BWTC) [21], localizado em Manama, capital do Bahrein. Construída em 2008 pela companhia dinamarquesa Ramboll [24], foi o primeiro arranha-céu com turbinas eólicas integradas ao design original. As turbinas foram fabricadas pela empresa Atkins [22]. As torres do BWTC são interligadas por três skybridges (passarelas) e em cada uma delas está fixada uma turbina eólica de 29 metros de diâmetro, capaz de gerar 225 kW (cada uma) graças às constantes de ventos, com velocidade em torno de 15 a 20 m/s. Com estas turbinas, é esperado o fornecimento de 11% a 15% do consumo energético total dessas torres (aproximadamente 1,3 GWh por ano, valor este capaz de fornecer energia para 300 casas durante 1 ano ou mais). Além do fato de possuir as turbinas, o design do BWTC foi idealizado com o objetivo de favorecer o uso da energia eólica, pois as torres foram projetadas para criar uma espécie de funil para o vento que vêm da direção do Golfo Pérsico, concentrando-se nas turbinas, fazendo-as trabalhar e gerar o máximo de energia possível.



Figura 08 - Instalação de uma das turbinas do BWTC [23].

Outro fato ecologicamente correto no Bahrain World Trade Center é o uso da luz natural do Sol para iluminar grande parte das torres, como: salão principal, área de recepção, etc. Porém nem

tudo pôde ser aproveitado. Segundo o designer do BWTC, Shaun Killa, os painéis solares perdem eficiência devido às altas temperaturas, tornando assim a energia eólica (conforme descrito acima) na melhor forma de gerar energia de forma limpa e natural.

Como foi observado acima, nem sempre é possível mesclar entre duas alternativas ou mais. É necessário um estudo detalhado das condições da região, a fim de obter a melhor fonte alternativa de energia.



Figura 09 - Bahrain World Trade Center [23].

Porém para tentar sanar este problema, pesquisadores da Universidade de Stanford, Estados Unidos, descobriram um novo meio para gerar energia através da luz e do calor do Sol. O PETE (Photon Enhanced Thermionic Emission) ou “emissão termiônica de fótons otimizada”, como foi apelidado carinhosamente, tem como objetivo superar a eficiência da conversão fotovoltaica e das usinas termossolares. A célula do PETE é constituída pelos mecanismos quânticos de células

solares (que são elétrons excitados por fótons) e termais (que faz uso da energia termal para gerar indiretamente através de um motor de calor). Revestindo um semicondutor com uma fina camada de césio, é possível capacitar o material para gerar energia elétrica através de energia provinda da luz ou do calor. Em paralelo a este descobrimento, cientistas do MIT anunciaram uma nova forma de geração de energia através de nanotubos de carbono [29].

Outro importante exemplo é o do engenheiro americano Frank Shuman, que ergueu cinco enormes torres em forma de espelhos na cidade egípcia de Meadi. Essas torres funcionaram como refletores solares, concentrando a luz recebida em um tubo a 70 metros de altura.

Com o calor, a água entrou em processo de evaporação e com este vapor encanado conseguiu movimentar um motor de 65 cavalos. Foi o suficiente para bombear 6.000 litros de água por minuto do Rio Nilo para a plantação de algodão que ficava ali próxima [27].



Figura 10 - Usina CSPT no Deserto [27].

3. METODOLOGIA

Uma das maiores necessidades em explorar novas tecnologias para geração de energia elétrica é em relação à transmissão e distribuição da mesma para área de difícil acesso. Os custos elevados dos componentes para distribuir e transmitir a energia (torres, cabos, transformadores, estações, etc.) dificultam a aplicação de verba por parte do governo.

A utilização de fontes alternativas tende a surgir como uma solução imediata para esse problema. E não somente utilizar uma fonte específica, mas mesclar duas, com o intuito de obter um melhor aproveitamento dos recursos naturais do local.

Com isso, é necessário antes de implantar um projeto realizar um estudo sobre a região que se deseja implantar algum sistema e verificar qual recurso natural (vento, água, sol, etc.) tem a maior abundância. A necessidade deste estudo é no sentido de focar qual a tecnologia alternativa mais indicada para suprir em quase 100% do tempo à necessidade do local.

Para efeitos de estudo, será analisado como base uma residência localizada em uma área rural.

Abaixo, algumas informações da região, que serão levadas em consideração para o estudo:

- Consumo médio mensal da residência: 300 kWh;
- Custo médio de 1 kWh: R\$ 0,46503185;
- Região localizada no interior do estado brasileiro de SP, com boa incidência solar e de ventos;

Devido à localização da residência, cogitou-se o uso de fontes alternativas junto com a rede elétrica convencional para geração de energia para o local. A princípio o intuito do projeto seria economia de energia elétrica e conseqüentemente, tornar a residência alto sustentável.

Além dos dados a respeito da região a ser estudada, é preciso algumas informações da residência, a fim de conhecer qual a necessidade energética da mesma. Abaixo, estão listados alguns aparelhos e equipamentos da residência:

- 1 chuveiro (4.500 W);
- 15 lâmpadas de LED (7 W) [42];
- 2 televisores 20" (90 W);
- 1 geladeira (400 W);

- 1 Lavadora de roupas (1.500 W);
- 1 Computador (300 W) [43];

Os dados acima indicam a potência caso o aparelho estivesse sendo usado em regime direto, ou seja, sem interrupções. Na tabela abaixo são fornecidos alguns dados como base:

Tabela 01 – Potência média, tempo de uso e consumo mensal de uma residência.

Aparelho	Potência Média (W)	Tempo de Uso – Horas/mês	Consumo Mensal (kWh)
Chuveiro	4.500	40	180
Lâmpadas	7	180	1,260
Televisor	90	150	13,5
Geladeira	400	300	120
Lavadora Roupa	1.500	15	22,5
Computador	300	90	27

A partir desses dados e com o conhecimento do consumo médio mensal da residência é possível iniciar o estudo para viabilização do projeto.

Uma turbina eólica capaz de gerar 600 W será analisada com o intuito de descobrir se a mesma é suficiente para suprir as necessidades dessa residência. Se a turbina funcionar constantemente, 24 horas por dia, 7 dias por semana, tem-se a geração mensal de 432 kW.

Considerando que as lâmpadas serão usadas somente ao anoitecer, o consumo das mesmas não representará grande interferência no consumo, pois cada uma consumirá 7 W por hora. Se 4 lâmpadas forem deixadas ligadas por 5 horas (das 18h às 23h) haverá um consumo de 28 W por hora. A utilização de um televisor depende do hábito de cada pessoa ou família. Para simular, será considerado o uso no período de 1 hora, durante o almoço, 1 hora, durante o jantar, 4 horas, para períodos alternados durante o dia. O consumo do televisor é de 90 W por hora, sendo assim ao todo, o consumo durante o dia será de 540 W.

A geladeira não tem funcionamento constante, ou seja, enquanto ela conseguir manter a temperatura interna estável, o motor de refrigeração não funcionará (por isso é altamente recomendado evitar abrir a geladeira sem necessidade ou demorar a fechá-la). Considerando que seja necessário que o motor da mesma entre em funcionamento 2 vezes por hora e com período de funcionamento de 5 minutos teríamos:

$$\frac{400W}{60 \text{ minutos}} \cong 6,67 \text{ W/minuto} \quad 2$$

$$\frac{6,67 \text{ W}}{\text{minutos}} \times 5 \text{ minutos} \cong 33,33 \text{ W} \quad 3$$

Com isso o consumo da geladeira será de aproximadamente 66,67 W a cada hora.

O computador, composto pelo monitor, Unidade Central de Processamento (CPU), caixas de som e impressora, possui um consumo médio de 300 W e assim como outros equipamentos, raramente é utilizado diretamente (exceto em ambientes administrativos ou por pessoas que trabalhem no regime de *home office*). Considerando o uso durante 3 horas ao dia, o consumo diário será de 900 W.

A soma do consumo destes quatro itens representa um consumo de aproximadamente 485 W por hora. Sem contar com o chuveiro e a lavadora de roupas, a turbina eólica é capaz de suprir a demanda necessária da residência.

Porém, devido à alta potencia do chuveiro, a turbina não conseguiria suprir mais do que 7 minutos de banho. Além que, enquanto o chuveiro estivesse ligado, o fornecimento de energia para o restante da residência poderia ser seriamente afetado.

O mesmo acontece com a lavadora de roupas, que consome 1.500 W por hora (25 W/minuto). Por se tratar de um equipamento com motor, a turbina não seria capaz de manter o funcionamento da mesma. Isto é ocasionado pela alta corrente necessária para movimentar o motor. Sendo assim, não bastaria analisar somente a potência da turbina, mas também a corrente fornecida pela mesma.

A solução para o problema do chuveiro pode vir com a utilização de coletores solares, visto nos capítulos anteriores, que possuem como característica principal converter a luz solar, de qualquer intensidade em calor, até mesmo em dias nublados. Com isso, é possível interligar a água aquecida através do coletor junto com a água vinda diretamente da caixa d'água para proporcionar uma temperatura agradável para a época determinada.

Para sanar o problema da lavadora de roupas seria necessário: ou uma turbina eólica de maior potência e que forneça corrente suficiente ou utilizar a rede elétrica convencional. Como se trata de um equipamento com motor, a corrente para mantê-lo funcionando é grande e dificilmente será possível fazer isso, sem gastar um pouco mais.

Assim mesmo com investimentos em fontes alternativas de energia, explorando o potencial individual de cada setor, é necessário ainda adotar novos costumes e perder vícios considerados normais. A reeducação em consumo energético seria uma forma de auxiliar paralelamente no uso consciente da energia gerada.

A simples iniciativa de substituir as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes (por exemplo) pode representar uma economia inicial de 75% no consumo elétrico de uma residência padrão (adotando como média 6 lâmpadas por residência). Isso sem mencionar a economia gerada nas trocas das lâmpadas fluorescentes, que em média tem vida útil 6 vezes maior em relação à incandescente. [14]

Uma forma sustentável praticada em alguns locais é aliar uma fonte alternativa de energia com o uso consciente da mesma. Exemplo disso é a substituição de chuveiros elétricos por um sistema de aquecimento alimentado com energia solar. Neste caso, o uso de coletores solares ou espelhos, pode ser utilizado sem problemas. Devido à alta potência do equipamento original (chuveiro elétrico), que tem em média 4.500 W, é possível gerar uma economia considerável, aliada à troca das lâmpadas, como mencionado anteriormente.

Se adotarmos como base uma residência com 4 pessoas e cada uma tome 2 banhos diários, com média de 10 minutos cada banho, teríamos o seguinte gasto:

Tabela 02 – Consumo diário individual

Habitantes por residência	4
Banhos Diários por habitante	2
Total de Banhos Diários	8
Tempo Médio dos Banhos por habitante (em minutos)	10
Tempo Total dos Banhos (em minutos)	80

Potência Média do equipamento (em watts)	4.500
Energia gasta por banho (em Wh)	750
Energia total gasta diariamente (em Wh)	6.000

A tabela 02 acima refere somente aos gastos de um dia, de apenas uma residência. Prosseguindo com os cálculos, podemos verificar o consumo mensal (usando como base o mês como tendo 30 dias).

Tabela 03 – Consumo mensal de uma residência.

Consumo diário (em Wh)	6.000
Quantidade de dias da utilização do equipamento (em dias)	30
Consumo Total Mensal (em Wh)	180.000

Conforme a tabela 03, é possível verificar que o gasto mensal de uma residência, somente com banhos, é de 180 kWh. Isso comprova que junto ao ferro de passar, o chuveiro elétrico é a grande preocupação na conta de energia mensal do brasileiro.

Levando em conta que no Brasil, estima-se que a população esteja em aproximadamente 190.755.799 habitantes [15], podemos visualizar abaixo o consumo anual de um país como o Brasil.

Tabela 04 – Consumo médio anual

Consumo médio individual diário (em Wh) [2 banhos diários como base]	1.500
Consumo médio individual mensal (em kWh)	45
Consumo médio individual anual (em kWh)	540

População brasileira (em habitantes)	190.755.799
Consumo médio diário do Brasil (em GWh)	≈ 286,134
Consumo médio mensal do Brasil (em TWh)	≈ 8,584
Consumo médio anual do Brasil (em TWh)	≈ 103,008

Analisando bem a tabela 04, juntamente com as anteriores, é possível concluir que o Brasil gasta aproximadamente 103 TWh. Isto somente com banhos diários de 10 minutos. Para este caso pode-se associar uma nova estratégia de consumo, reduzindo o tempo dos banhos (5 minutos em média). Utilizando este parâmetro podemos definir uma estratégia econômica, conforme colocado abaixo.

Tabela 05 – Consumo médio anual brasileiro

Consumo médio anual do Brasil (em TWh) [banho médio de 5 minutos]	≈ 51,504
---	----------

Com estes novos dados, obtidos na Tabela 05, podemos definir uma economia de aproximadamente 50%.

$$\frac{(103 - 51,504)TWh}{(103)TWh} \times 100\% \cong 49,996\% \quad 4$$

Com os dados obtidos acima, foi demonstrada uma economia de aproximadamente 50%. Isto considerando que o chuveiro estivesse sendo utilizado na potência máxima, de 4.500W, e apenas 5 minutos por banho. Porém, não é comum fazer uso da potência máxima do chuveiro diariamente. Isto fica restrito aos dias frios do ano, que no Brasil, se caracterizam no período de 22/junho até 23/setembro, período do inverno, que também é caracterizado por dias sem Sol ou de pouco intensidade solar. Fora dessa época, utiliza-se metade da potência no chuveiro, o que também representa uma grande economia. Fazendo uso de uma fonte alternativa, como o coletor solar, é possível minimizar o uso da energia elétrica durante aproximadamente 8 ou 9 meses ao ano.

4. RESULTADOS

Mediante os resultados obtidos no trabalho desenvolvido é possível afirmar que foi obtido êxito na questão de implantar as Fontes Alternativas de Energia com o intuito de economia energética. Assim, somando os esforços para aplicação da reeducação do consumo, em conjunto com as Fontes Alternativas é possível gerar resultados em médio prazo.

Porém, na questão de autossuficiência, ainda é cedo para se declarar independência da energia gerada por hidrelétricas e termoelétricas. Para uso doméstico, ainda é necessário mesclar a energia convencional com a energia provinda de Fontes Alternativas. Isto é devido o alto custo dos equipamentos para uso em residência, que oferecem uma demanda energética suficiente para sustentar uma residência de médio porte. A atual tecnologia não é capaz de suprir a necessidade total de uma residência, sendo assim necessário utilizar um ou mais equipamentos, além da energia elétrica convencional em conjunto, para enfim minimizar gastos ou na tentativa de tornar o local o mais sustentável possível.

5. CONCLUSÃO

Ainda é preciso ampliar as pesquisas em torno das Fontes Alternativas de Energia para o uso doméstico. Os maiores obstáculos atualmente para tornar o uso de fontes alternativas mais comuns são os valores de compra e manutenção dos equipamentos, tanto para energia eólica como para solar, que só proporcionam um retorno para o investimento em longo prazo. É por isso que todos os estudos, investimentos e pesquisas para a busca de novas tecnologias que, além de serem mais acessíveis, proporcionem um rendimento melhor ao longo do tempo, precisarão além de incentivos por parte do governo, na redução de impostos ou na facilitação para exportação/ importação, será preciso divulgação. Isto deve partir por parte de pesquisadores e desenvolvedores no assunto, pois, existe ainda muita resistência e principalmente dúvidas a respeito da eficiência dos sistemas eólicos e solares. A busca por conhecimento dessas alternativas deve ser incentivada pelos meio de comunicação por intermédio da comunidade acadêmica, a qual está o conhecimento a respeito da mesma.

Quando se trata de pensar num futuro melhor e mais saudável, é preciso pensar globalmente e agir localmente, somente assim podemos deixar para gerações futuras além de um ambiente melhor para viver, um bom exemplo de como se viver bem, pode ser conciliado a viver melhor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SANTOS, Marcos Rosa dos. **Políticas de Equilíbrio entre o Risco de Suprimento de Energia e as Questões Ambientais**. São Paulo, 2010. 8f. Artigo Técnico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [2] http://www.idec.org.br/biblioteca/mcs_energia.pdf, acessado em 15/03/2011 às 15h40.
- [3] <http://infoener.iee.usp.br/infoener/hemeroteca/imagens/76525.htm>, acessado em 20/04/2011 às 16h30.
- [4] JANNUZZI, G. M.; SILVA, A. L. R.; MELO, C. A.; PACCOLA, J. A.; GOMES, R. D. M. **Metodologia para Aferição da Efetividade de Programas de Eficiência Energética em Comunidades de Baixa Renda**. Recife, 2009. 8 f. Artigo Técnico, XX SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Recife, 2009.
- [5] OLIVEIRA, Danilo. **Térmicas a óleo: Cronograma em xeque**. São Paulo, 2010. 6 f. Artigo Técnico, <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/Materias/Retrospectiva.asp?id=78115&a=2010#>, São Paulo, 2010.
- [6] LONGMUIR, Gavin; ALHAJJI, A. F. **A Fantasia da Independência em energia**. Ohio, 2007. 2 f. Artigo Técnico, Ohio Northern University, Ohio, 2007.
- [7] <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u650831.shtml>, acessado em 30/04/2011 às 15h12.
- [8] ROBERTO, Tiago Pereira. **Características da Matriz de Geração de Energia Elétrica brasileira e Fontes Renováveis de Energia**. Campinas, 2009. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Campinas, 2009.
- [9] http://www.guiafloripa.com.br/energia/energia/fontes_alternativas.php, acessado em 24/05/2011 às 00h10.
- [10] http://www.guiafloripa.com.br/energia/trivia/termica_fotovoltaica.php, acessado em 24/05/2011 às 01h00.
- [11] http://www.institutoaqualung.com.br/info_ener41.html, acessado em 24/05/2011 às 01h15.
- [12] <http://www.eletrabras.com/elb/procel/main.asp>, acessado em 25/05/2011 às 00h09.

- [13] <http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS0389BBA8PTBRIE.htm>, acessado em 25/05/2011 às 00h20.
- [14] SANTOS, Marcos Rosa dos. **Metodologia para o Cômputo e Valoração do Potencial Completo dos Custos de Economia de Energia para os Recursos Energéticos “Substituição de Equipamentos e Arquitetura Bioclimática, do Lado da Demanda”**. São Paulo, 2010. 31 f. Trabalho Final, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [15] <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>, acessado em 25/05/2011 às 14h00.
- [16] <http://www.dicico.com.br/blog/wp-content/uploads/coletores-solares.jpg>, acessado em 02/06/2011 às 13h10.
- [17] <http://www.culturamix.com/wp-content/gallery/energia-eolica/energia-eolica-11.jpg>, acessado em 02/06/2011 às 23h40.
- [18] <http://mundohoje.com.br/wp-content/uploads/2010/09/energia-eolica.jpg>, acessado em 02/06/2011 às 23h45.
- [19] <http://www.thesolarguide.com/solar-thermal/history.aspx>, acessado em 13/07/2011 às 22h40.
- [20] <http://epocanegocios.globo.com/Revista/Common/0,,EMI259173-16355,00-ELECNOR+INSTALARA+PARQUES+EOLICOS+NO+BRASIL.html>, acessado em 24/08/2011 às 14h38.
- [21] <http://www.bahrainwtc.com/>, acessado em 10/09/2011 às 15h16.
- [22] <http://www.norwin.dk/>, acessado em 10/09/2011 às 15h30.
- [23] <http://br.taringa.net/posts/info/8788/Bahrain-World-Trade-Center.html>, acessado em 11/09/2011 às 20h40.
- [24] <http://www.ramboll.com/>, acessado em 11/09/2011 às 22h45.
- [25] http://www.instituto-camoes.pt/lextec/por/domain_5/definicao/7577.html, acessado em 13/09/2011 às 09h23.
- [26] http://www.instituto-camoes.pt/lextec/por/domain_5/definicao/7578.html, acessado em 13/09/2011 às 09h25.

- [27] <http://mybelojardim.com/torres-de-energia-solar-concentrada-concentrated-solar-power-tower-cspt/>, acessado em 15/09/2011 às 13h45.
- [28] <http://www.engenhariaearquitectura.com.br/noticias/144/Taua-no-Ceara-podera-ser-exemplo-em-energia-solar.aspx>, acessado em 23/09/2011 às 23h58.
- [29] http://gazetaweb.globo.com/v2/noticias/texto_completo.php?c=210268, acessado em 30/09/2011 às 23h45.
- [30] http://ws.cgd.pt/blog/pdf/guia_edp.pdf, acessado em 30/09/2011 às 23h56.
- [31] <http://geopoliticadopetroleo.wordpress.com/tag/energia-mais-limpa/>, acessado em 01/10/2011 às 01h16.
- [32] BERNAL, J. L. O.; BAITILO, R. L.; BIAGUE, M. F.; UDAETA, M. E. M.; **Plano Preferencial Integrado de Recursos Energéticos (RELOs e RELDs) no PIR da RAA**. São Paulo, 2010. 58 f. Relatório Técnico Científico, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [33] <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=plasticos-condutores&id=010160100405>, acessado em 21/10/2011 às 11h10.
- [34] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Centrales_Nucleaires_fr.svg, acessado em 22/10/2011 às 01h10.
- [35] <http://como-funcionam.blogspot.com/2009/02/como-funciona-uma-usina-nuclear.html>, acessado em 22/10/2011 às 01h35.
- [36] <http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/energia.pdf>, acessado em 22/10/2011 às 01h45.
- [37] <http://www.aben.com.br/publicacoes>, acessado em 22/10/2011 às 01h55.
- [38] <http://energiaeambiente.wordpress.com/2008/02/01/energia-nuclear-vantagens-e-desvantagens/>, acessado em 22/10/2011 às 20h40.
- [39] <http://areaseg.com/vote2/html/un.html>, acessado em 22/10/2011 às 21h16.
- [40] <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/ciencia/como-funciona-usina-nuclear>, acessado em 22/10/2011 às 21h35.
- [41] http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100005&lang=pt, acessado em 23/10/2011 às 00h10.

- [42] <http://www.philips.pt/c/-/eonic-branca-quente-de-7-w-40-w-com-casquilho-normal-g08727900871715/prd/?t=specifications>, acessado em 07/11/2011 às 21h55.
- [43] <http://www.fiepr.org.br/fiepr/energia/artigostecnicos/FreeComponent666content2698.shtml>, acessado em 07/11/2011 às 22h10.
- [44] <http://www.brasilhobby.com.br/listagem.asp?NSubCat=338>, acessado em 07/11/2011 às 23h00.
- [45] <http://www.dicionariodoaurelio.com/>, acessado em 08/11/2011 às 21h16.
- [46] <http://ambiente.hsw.uol.com.br/energia-das-ondas2.htm>, acessado em 09/11/2011 às 20h45.
- [47] http://energiasalternativa-celpe.blogspot.com/2008/09/energia-maremotriz_12.html, acessado em 09/11/2011 às 22h53.

GLOSSÁRIO

Acoplar	Estabelecer acoplamento. / Juntar dois a dois: acoplar o módulo à espaçonave.
Fissão	Ruptura, cisão./ Física. Fenômeno que consiste na divisão de um átomo pesado (urânio, plutônio) em dois ou mais fragmentos, graças ao bombardeamento feito com nêutrons, fenômeno do qual resulta a liberação de uma quantidade enorme de energia.
Fusão	Passagem de um corpo sólido ao estado líquido, sob a ação do calor. (Sob dada pressão, a temperatura permanece constante durante todo o tempo de fusão de um corpo puro.) / União de muitos átomos leves em alta temperatura, dando origem a átomos mais pesados e ao desprendimento de energia.