

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ITUIUTABA
CAMPUS DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS
INSTITUTO SUPERIOR DE ENSINO E PESQUISA DE ITUIUTABA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

GERAÇÃO DE ENERGIA X IMPACTO AMBIENTAL

THALLES RODRIGUES DE OLIVEIRA

Ituiutaba/Minas Gerais
2011

THALLES RODRIGUES DE OLIVEIRA

GERAÇÃO DE ENERGIA X IMPACTO AMBIENTAL

Trabalho de Conclusão submetido ao Curso de Engenharia Elétrica da UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus de Ituiutaba como requisito parcial para obtenção de título de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador:

Prof. Walteno Martins Parreira Júnior

Ituiutaba/Minas Gerais
2011

THALLES RODRIGUES DE OLIVEIRA

GERAÇÃO DE ENERGIA X IMPACTO AMBIENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Engenharia Elétrica da UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus de Ituiutaba como requisito parcial para obtenção de título de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador:

Prof. Walteno Martins Parreira Júnior

Banca Examinadora:

Ituiutaba, 20 de Dezembro de 2011.

Prof. (Orientador): Walteno Martins Parreira Júnior

Prof. Alan Kardec Candido dos Reis

Prof. Liliana de Paula Martins Tavares

Ituiutaba/Minas Gerais
2011

Colar aqui a ata de apresentação e defesa ou substituir esta folha pela ata na ecadernação.

Dedicatória

Dedico este projeto a meus familiares a amigos que sempre estiveram próximos nos momentos bons e difíceis durante esta longa caminhada.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, pois acredito que sem Ele nada seria possível, agradeço minha família, amigos, professores, orientadores e todos os que me ajudaram de alguma forma durante o passar dos anos e sempre acreditaram e confiaram em meu potencial.

Resumo

Trata, o presente trabalho de pesquisa, em caráter de revisão bibliográfica, a respeito da geração de energia elétrica e os impactos ambientais causados bem como os seus pontos positivos e pontos negativos. Após uma breve introdução ao tema, é apresentado o Referencial Teórico, onde são abordadas as formas de geração de energia elétrica. A seguir, são apresentadas as considerações finais, seguidas das referências bibliográficas;

Palavras-chave: Geração de Energia Elétrica; Impacto Ambiental; Biomassa.

Lista de Figuras

Figura 1: Charge do aquecimento global. Fonte: PAIXÃO-PELO-MEIO-AMBIENTE.....	15
Figura 2: Gases do efeito estufa. Fonte: VITORIANO.....	19
Figura 3: Matriz Elétrica Brasileira. Fonte: ANEEL (2011).....	22
Figura 4: Empreendimentos em operação. Fonte: ANEEL (2011).....	22
Figura 5: Ilustração Geotérmica. Fonte: BRASIL-ESCOLA.....	23
Figura 6: Usina Geotérmica. Fonte: MIDNIGHTDUKE8.....	24
Figura 7: Geração Geotérmica. Fonte: GRUPO ESCOLAR (2011).....	25
Figura 8: Ciclo da Geração Geotérmica. Fonte: EU-ACHEI.....	25
Figura 9: Mapa Geotérmico. Fonte: PORTALNET.....	26
Figura 10: Imagem ilustrativa de uma onda. Fonte: VIANNA (2010).....	28
Figura 11: Geração através de ondas 1. Fonte: COMO-TUDO-FUNCIONA.....	29
Figura 12: Geração através de ondas 2. Fonte: MINUTO-POLÍTICO (2008).....	29
Figura 13: Usina Marémotriz. Fonte: ENERGIACIEAC304 (2010).....	30
Figura 14: Geração Marémotriz. Fonte: SESI225.....	31
Figura 15: Geração Térmica. Fonte: ESJCP.....	32
Figura 16: Ciclo da Geração Térmica. Fonte: ESJCP.....	33
Figura 17: Ilustração da Corrente Marítima 1. Fonte: CIEACLIGADO (2003).....	33
Figura 18: Ilustração da Corrente Marítima 2. Fonte: ESJCP.....	34
Figura 19: Potencial Oceânico. Fonte: ESJCP.....	35
Figura 20: Exemplos de Biomassa. Fonte: TOCA-DA-COTIA (2011).....	37
Figura 21: Geração da Biomassa. Fonte: MUNDO-WEB-ANIMAL (2010).....	38
Figura 22: Renovação da Biomassa. Fonte: BCDJMENERGIA (2009).....	39
Figura 23: Usina termoelétrica a carvão. Fonte: THE-WAY-OF-LIFE (2008).....	41
Figura 24: Esquema de funcionamento de gás natural. Fonte: ANEEL.....	44
Figura 25: Imagem de usina nuclear. Fonte: FEM.....	46
Figura 26: Comparação da energia do urânio. Fonte: CNEN.....	47
Figura 27: Fissão Nuclear. Fonte: 3BFISSÃO-E-FUSÃO-NUCLEAR (2011).....	47
Figura 28: Reação em Cadeia. Fonte: BIODIESELBR.....	48
Figura 29: Ciclo de Geração Nuclear. Fonte: CNEN.....	49
Figura 30: Diferença entre usinas BWR e PWR. Fonte: ELETRONUCLEAR (2011).....	50
Figura 31: Reatores em operação no mundo. Fonte: ELETRONUCLEAR (2011).....	51
Figura 32: Reatores em construção no mundo. Fonte: ELETRONUCLEAR (2011).....	51
Figura 33: Reator Westinghouse AP1000. Fonte: POWER-TECHNOLOGY.....	54
Figura 34: Esquema de perdas de termoelétricas. Fonte: INEE.....	56
Figura 35: Esquema de cogeração. Fonte: COMCIENCIA.....	56
Figura 36: Aerogeradores. Fonte: DEMOCRACIA-POLÍTICA (2011).....	58
Figura 37: Ciclo da Geração Eólica. Fonte: TUDO-SOBRE-ENERGIAS.....	59
Figura 38: Potência de Aerogeradores. Fonte: ENGMEC (2009).....	60
Figura 39: Parque eólico no mar. Fonte: INFO (2010).....	61
Figura 40: Rotor Savonius. Fonte: TASOKO.....	62
Figura 41: Rotor Darrieus. Fonte: TASOKO.....	62
Figura 42: Aproveitamento eólico residencial. Fonte: AEROGERADOR-RESIDENCIAL.....	63
Figura 43: Aproveitamento Eólico em prédio. Fonte: INHABITAT (2008).....	64
Figura 44: Imagem do Sol. Fonte: PAI-DOS-BESTAS (2011).....	65
Figura 45: Usina Termosolar. Fonte: CAJAZEIRAS (2011).....	66
Figura 46: Esquema termosolar. Fonte: ELEKTRO.....	67
Figura 47: Concentração do calor em tubos. Fonte: PRALON (2011).....	67
Figura 48: Usina Fotovoltaica. Fonte: REVISTA-GALILEU.....	68
Figura 49: Geração Fotovoltaica. Fonte: KINSOLAR.....	69
Figura 50: Tinta Fotovoltaica. Fonte: GLOBO (2009).....	72
Figura 51: Imagem de usina hidrelétrica. Fonte: GOMES (2011).....	73
Figura 52: Geração hidrelétrica. Fonte: Silva (2011).....	74

Figura 53: Vertedouro aberto. Fonte: CALDAS	75
Figura 54: PCH. Fonte: Jataí	76
Figura 55: Central Geradora Hidrelétrica. Fonte: METODO-EVENTOS	77
Figura 56: Fusão Nuclear. Fonte: COLA-DA-WEB.....	80
Figura 57: Reator de Fusão Nuclear. Fonte: MARTINS.....	81
Figura 58: World Games Stadium. Fonte: VANDERLEY	83
Figura 59: Arena Amazônia. Fonte: FREITAS (2011).....	84
Figura 60 – Fiat Phylla. Fonte: CARROS-A-ENERGIA-SOLAR (2009).....	86
Figura 61: Active House. Fonte: BARBOSA (2011).....	88
Figura 62: Heliotrope. Fonte: BARBOSA (2011)	89
Figura 63: Potencial de PCHs. Fonte: FERREIRA (2006)	91
Figura 64: Participação dos estados na produção de cana-de-açúcar. Fonte: AGRICULTURA (2011).....	92
Figura 65: Distribuição de Área Colhida. Fonte: AGRICULTURA (2011)	93
Figura 66: Perspectiva de Biomassa no Brasil. Fonte: COGEN (2009).....	94
Figura 67: Conexão Bioeletricidade no Triângulo Mineiro. Fonte: COGEN (2010)	95
Figura 68: Energia Elétrica contratada. Fonte: EPE (2011)	97

Lista de Siglas e Abreviaturas

ANEEL – Agência nacional de Energia Elétrica
BTL – Biomass To Liquids
C – Carbono
BWR – Reator de Água Fervente
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais
CFC's – Clorofluorcarbonetos
CGH – Central geradora Hidrelétrica
CIAE – Instituto Chinês de Energia Atômica
COA – Coluna Oscilante de Água
CPFL – Companhia Paulista de Foca e Luz
°C – Graus Celcius
C₃H₈ - Propano
CH₄ – Metano
CO₂ – Dióxido de Carbono
EGS – Sistemas Geotérmicos Reforçados
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EOL – Central Geradora Eolielétrica
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EUA – Estados Unidos da América
°F – Graus Fahrenheit
FUNAI – Fundação Nacional do Índio
GEE – Gases de Efeito Estufa
GW – Gigawatt
GW/h – Gigawatt por hora
FEI – Fundação Educacional Inaciana
FEIT – Fundação Educacional de Ituiutaba.
H₂S – Ácido Sulfídrico
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA – Agência Internacional de Energia
IGA – Associação Geotérmica Internacional
KW – Kilowatt
KW/h – Kilowatt por hora
MCH – Micro Central Hidrelétrica
MW - Megawatt
N₂O – Óxido Nitroso
NO_x – Óxidos de Nitogênio
ONS – Operador Nacional de Sistema
OTEC – Ocean Thermal Energy Conversion
O₃ – Ozônio
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
PIB – produto Interno Bruto
PWR – Reator de Água Pressurizada
RBMK - 1000 – Reator de Alta Potência 1000
SIN – Sistema Interligado Nacional
SO₂ – Dióxido de Enxofre
SP – São Paulo
SUPRAM – Superintendência Regional de Meio Ambiente

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso.
UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais.
UFV – Usina Fotovoltaica
UHE – Usina Hidrelétrica de Energia
UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UTE - Usina Termelétrica de Energia
UTN – Usina Termonuclear
U- 235 – Urânio 235

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	15
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	OBJETIVO GERAL	16
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.3	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	16
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	17
1.5	METODOLOGIA	17
1.6	O QUE É AQUECIMENTO GLOBAL	18
1.7	EFEITO ESTUFA	18
1.8	GASES DO EFEITO ESTUFA	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	UMA BREVE HISTÓRIA DA ENERGIA	20
2.2	A ENERGIA E A SUA CONSERVAÇÃO	21
2.3	A MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA	22
2.4	ENERGIA GEOTÉRMICA	23
2.4.1	PONTOS POSITIVOS DA ENERGIA GEOTÉRMICA	26
2.4.2	PONTOS NEGATIVOS DA ENERGIA GEOTÉRMICA	27
2.4.3	IMPACTO AMBIENTAL	27
2.4.4	ENERGIA GEOTÉRMICA PODE CAUSAR TERREMOTOS?	27
2.5	ENERGIA OCEÂNICA	28
2.5.1	ENERGIA DAS ONDAS	28
2.5.2	ENERGIA DAS MARÉS (MARÉMOTRIZ)	30
2.5.3	ENERGIA TÉRMICA DOS OCEANOS	32
2.5.4	ENERGIA DAS CORRENTES MARÍTIMAS	33
2.5.5	ASPECTOS GERAIS DA ENERGIA OCEÂNICA	35
2.5.6	IMPACTO AMBIENTAL	36
2.6	ENERGIA TERMOELÉTRICA	36
2.6.1	BIOMASSA	37
2.6.1.1	Pontos Positivos da Biomassa	39
2.6.1.2	Pontos Negativos da Biomassa	39
2.6.1.3	Impacto Ambiental	40
2.6.2	CARVÃO MINERAL	40
2.6.2.1	Pontos Positivos do Carvão Mineral	42
2.6.2.2	Pontos Negativos do Carvão Mineral	42
2.6.2.3	Impacto Ambiental	42
2.6.3	GÁS NATURAL	43
2.6.3.1	Pontos Positivos do Gás Natural	44
2.6.3.2	Pontos Negativos do Gás Natural	45
2.6.3.3	Impacto Ambiental	45
2.6.4	ENERGIA TERMONUCLEAR	45
2.6.4.1	Pontos Positivos da Energia Nuclear	52
2.6.4.2	Pontos Negativos da Energia Nuclear	52
2.6.4.3	Impacto Ambiental	53
2.6.4.4	Segunda Maior fonte de geração em 2011	53
2.6.4.5	Novos Reatores	54

2.6.5	COGERAÇÃO DE ENERGIA	55
2.7	ENERGIA EÓLICA	58
2.7.1	AEROGERADOR DE EIXO VERTICAL	61
2.7.2	PONTOS POSITIVOS DA ENERGIA EÓLICA	63
2.7.3	PONTOS NEGATIVOS DA ENERGIA EÓLICA	64
2.7.4	IMPACTO AMBIENTAL	64
2.8	ENERGIA SOLAR	65
2.8.1	ENERGIA TERMOSOLAR OU CONCENTRAÇÃO	66
2.8.2	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	68
2.8.3	PONTOS POSITIVOS DA ENERGIA SOLAR	69
2.8.4	PONTOS NEGATIVOS DA ENERGIA SOLAR	70
2.8.5	IMPACTO AMBIENTAL	71
2.8.6	TINTA FOTOVOLTAICA	72
2.9	HIDRELÉTRICA	73
2.9.1	HIDRELÉTRICA POR BARRAGEM DE GRAVIDADE	73
2.9.2	HIDRELÉTRICA A FIO D'ÁGUA	75
2.9.3	PCH	75
2.9.4	CGH	76
2.9.5	PONTOS POSITIVOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS	77
2.9.6	PONTOS NEGATIVOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS	78
2.9.7	IMPACTO AMBIENTAL	78
2.9.8	REPOTENCIAÇÃO	79
2.10	FUSÃO NUCLEAR	79
2.10.1	COMO FUNCIONA UM REATOR DE FUSÃO NUCLEAR?	80
2.10.2	DESAFIOS	82

3 CONTEXTO ATUAL **83**

3.1	TAIWAN CONSTRÓI ESTÁDIO MOVIDO A ENERGIA SOLAR	83
3.2	GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO NOVO ESTÁDIO EM MANAUS	84
3.3	ALUNOS DA FEI PROPÕE GERAÇÃO DE ENERGIA NAS CATRACAS DO METRÔ	85
3.4	CARRO MOVIDO A ENERGIA SOLAR	86
3.5	CASA NA DINAMARCA VENDE O ESCEDENTE	87
3.6	HELITROPE: A PIONEIRA DO SUPERÁVIT ENERGÉTICO	88

4 UM ESTUDO DE CASO SOBRE A GERAÇÃO NO TRIÂNGULO MINEIRO **90**

4.1	BIOMASSA NO TRIÂNGULO MINEIRO	91
4.2	PESPECTIVAS DA BIOELETRICIDADE	94
4.3	CONEXÃO COM O TRIÂNGULO MINEIRO	94
4.4	INSTALAÇÃO COMPARTILHADA DE GERAÇÃO (ICG)	95

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS **96**

REFERÊNCIAS **101**

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a humanidade cada vez mais precisa de energia elétrica para a sua sobrevivência, seja para uso doméstico, para produção industrial ou para o desenvolvimento e crescimento tecnológico de sua cidade, estado e país. Esse crescimento faz com que o homem agrida cada vez mais a natureza a fim de explorá-la e dela, conseguir matéria prima para geração de energia elétrica.

Mas isso tem um custo, a exploração predatória e em alguns aspectos, irresponsável, vêm causando graves impactos ambientais, alguns de natureza irreversível.

Ao chegar a Terra, parte da energia do Sol é aprisionada na atmosfera e isso a mantém "quentinha", a uma temperatura média de 30 graus. É esse efeito benéfico que os cientistas chamam de Efeito Estufa. Sem o efeito estufa, não haveria vida na terra e nos oceanos, pelo menos com a riqueza, a diversidade e complexidade que conhecemos hoje.

O aumento do efeito estufa faz com que a temperatura do planeta se eleve causando o derretimento das calotas polares aumentando o nível de água nos oceanos e causando tempestades jamais vistas.

A temperatura média do planeta já subiu 6 graus no século 20 e as projeções indicam que subirá entre 1,4 °C e 5,8 °C até o ano 2100, se nada for feito para deter o processo (MAZENOTTI).

Os gases do efeito estufa formam uma barreira sobre o planeta, deixando entrar a luz e aprisionando o calor. Esses gases somavam apenas 1% do total da atmosfera. O principal deles é o dióxido de carbono (CO₂), que tinha participação de 60% nessa soma. Ocorre que os principais energéticos utilizados pelo homem nos últimos séculos – madeira, carvão, petróleo e gás natural – liberam carbono (C) na atmosfera e contribuem para formar mais dióxido de carbono (também conhecido como gás carbônico ou CO₂), que intensifica o efeito estufa. A liberação de carbono no ambiente, pelo homem, acontece numa velocidade maior do que a capacidade de absorção do ambiente. Segundo dados da Convenção das Nações Unidas sobre o assunto, os níveis de CO₂ na atmosfera estão crescendo 10% a cada 20 anos (MONTIOIA, 2007).

Muitos animais serão totalmente extintos, porque esta mudança no tempo está acontecendo muito rapidamente o que não havia ocorrido em nenhuma outra época. Animais encontrarão suas casas desaparecendo rapidamente quando as árvores não

conseguirem mais sobreviver as mudanças de temperatura ou de umidade. Animais também se encontrarão em condições desfavoráveis à sobrevivência, novamente por causa da mudança na temperatura e na umidade (OOCITIES).

A camada de ozônio que nos protege da radiação ultravioleta (principal causadora do câncer de pele) do Sol, também sofre as conseqüências. Devido ao desenvolvimento industrial, passaram a ser utilizados produtos que emitem clorofluorcarbono, um gás que ao atingir a camada de ozônio destrói as moléculas que a formam (O_3), causando assim a destruição dessa camada da atmosfera. Sem essa camada, a incidência de raios ultravioletas nocivos à Terra fica sensivelmente maior, aumentando as chances do câncer (CURUPIRA).

O homem através disso, passou a procurar fontes de geração de energia mais baratas, menos impactantes e eficientes a fim de continuar extraíndo a matéria prima da natureza e ao mesmo tempo respeitando-a mais. Isso fez com que surgissem novas tecnologias e novas formas de manter a evolução humana.



Figura 1: Charge do aquecimento global. Fonte: PAIXÃO-PELO-MEIO-AMBIENTE.

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Este trabalho analisa várias fontes de geração de energia elétrica bem como seus aspectos positivos e negativos e também formas para a economia de energia.

Também será apresentado o potencial brasileiro para essas gerações e através disto, analisar o que se pode ser aproveitado no Brasil.

Segundo Maurício Tolmasquim, presidente da EPE (Empresa de Pesquisa Energética), o Brasil possui 46% de matriz renovável enquanto o resto do mundo possui 14% (BRASIL, 2011).

A dificuldade está em continuar gerando energia elétrica de maneira segura e eficiente e ao mesmo tempo, manter equilíbrio do uso dos recursos naturais com as necessidades econômicas brasileiras e ao mesmo tempo respeitar a natureza.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho analisará as diversas formas de geração de energia dando uma noção geral dos pontos positivos e negativos para cada modelo de geração de energia e, com isto, alimentar a reflexão com o propósito de analisar as melhores opções disponíveis.

Pesquisar sobre as formas alternativas de produção de energia elétrica bem como o potencial brasileiro em determinada modalidade de geração e apontar seus pontos positivos e negativos.

Após a conclusão da pesquisa, produzir um relato das melhores opções de aproveitamento dos recursos disponíveis para a produção de energia na região do triângulo mineiro.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Objetivo 1 – pesquisar sobre as formas de geração de energia elétrica e apontar seus pontos positivos e pontos negativos.

Objetivo 2 – verificar a viabilidade das formas de geração de energia no Brasil.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Este trabalho irá apontar os pontos positivos e pontos negativos das mais diversas formas de geração de energia elétrica.

A partir disso, será possível fazer uma análise de quais as melhores formas de geração de energia e a sua viabilidade visando menor impacto ambiental junto à qualidade da geração.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho será organizado em quatro capítulos, a saber:

Primeiro capítulo consiste na contextualização do trabalho, através da introdução e dos objetivos do trabalho desenvolvido.

O segundo capítulo compreende a fundamentação teórica utilizada para o desenvolvimento da pesquisa e é apoiada no referencial bibliográfico, onde são abordados os assuntos relacionados ao tema.

No terceiro capítulo são apresentados alguns exemplos práticos de formas alternativas de geração de energia que estão sendo feitas e utilizadas no mundo.

No quarto capítulo, são apresentados os resultados referentes às fontes alternativas observadas na região do triângulo mineiro e que foram selecionadas para a pesquisa.

No quinto capítulo, serão apresentadas as conclusões finais do trabalho.

1.5 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa bibliográfica que forneceu um amplo conhecimento com respeito a geração de energia e impacto ambiental causado pelas mesmas.

A pesquisa bibliográfica permite um amplo conhecimento teórico no tema pesquisado, permitindo conhecer outras pesquisas e trabalhos relevantes, podendo assim aperfeiçoar os conhecimentos sobre o assunto e absorver novos conhecimentos.

Esta pesquisa é realizada através de um campo exploratório, onde foram observados o aumento da demanda de energia elétrica no mundo e as conseqüências para o meio ambiente em sua forma de consegui-la.

1.6 O QUE É AQUECIMENTO GLOBAL

A energia do Sol entra na atmosfera sob a forma de ondas de luz, aquecendo a Terra. Parte dessa energia é refletida e volta a irradiar-se no espaço, sob a forma de ondas infravermelhas. Em condições normais, uma parte dessa radiação infravermelha que volta para o espaço é, naturalmente, retida pela atmosfera – e isso é bom, pois mantém a temperatura na Terra dentro de limites confortáveis. Em comparação, em Vênus os gases de efeito estufa são densos que a temperatura do planeta é elevada demais para o ser humano. Já em Marte os gases de efeito estufa que rodeiam o planeta são quase inexistentes, de modo que a temperatura é fria demais. É por isso que alguns clamam a Terra de “planeta de contos de fadas”, pois as temperaturas aqui são exatamente adequadas para o ser humano – nem muito quente, nem muito fria (GORE, 2006).

1.7 EFEITO ESTUFA

O efeito estufa ocorre quando gases da atmosfera - como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e CFC's - absorvem parte da radiação solar, “aprisionando” este calor na Terra. Como resultado, a superfície terrestre fica cerca de 30°C mais quente ao receber quase o dobro de energia da atmosfera em relação à energia que recebe do Sol (VITORIANO, 2011).

Para Kirstin Dow e Thomas E. Downing (2007, p.30), sem o efeito estufa natural, que capta e retém parte do calor do Sol os seres humanos e outras formas de vida não sobreviveriam. A radiação solar atravessa a atmosfera e aquece a superfície da Terra. (VITORIANO, 2011).

Uma parte dessa energia ao retornar a atmosfera não consegue atravessar a camada de gases que envolvem o planeta, certos gases ficam durante anos na atmosfera, sendo responsáveis pelas mudanças climáticas ocorridas na atualidade (VITORIANO, 2011).

Com o aumento desses gases, desde a revolução industrial, através das indústrias, do transporte, da agricultura, da pecuária, da produção de energia elétrica e do desmatamento, o planeta vem se aquecendo rapidamente, devido ao desequilíbrio nas concentrações dos Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera (VITORIANO, 2011).

1.8 GASES DO EFEITO ESTUFA

Os Gases do Efeito Estufa (GEE) concentram-se na atmosfera formando uma capa onde permite que os raios solares penetrem, porém está impedindo que o calor gerado por eles seja eliminado. Esse fenômeno, quando dentro de um patamar de normalidade, é necessário e benéfico, onde permite que o ambiente seja apropriado à nossa existência. Entre os gases de efeito estufa, os que mais influenciam para o aquecimento do planeta, resultado das ações antropogênicas, são:

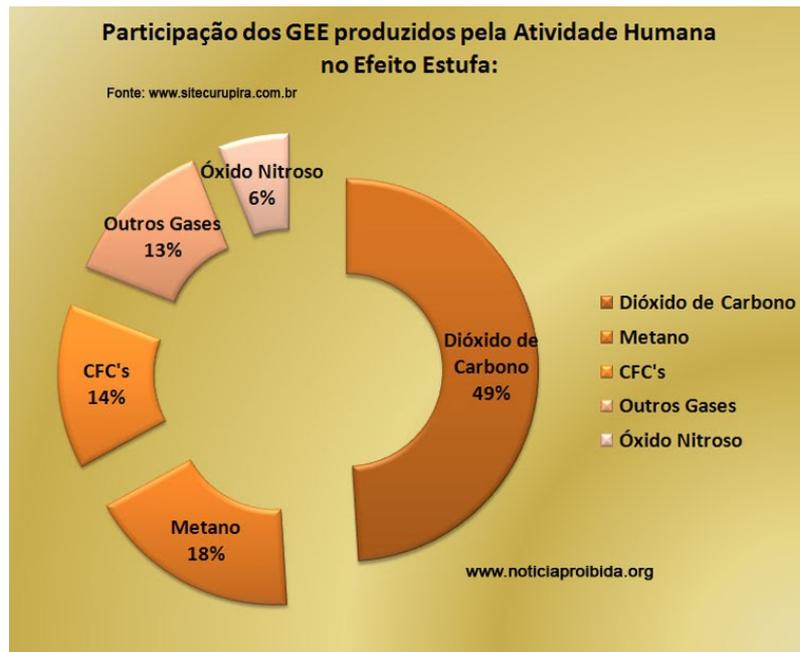


Figura 2: Gases do efeito estufa. Fonte: VITORIANO

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 UMA BREVE HISTÓRIA DA ENERGIA

A história da humanidade confunde-se com a história do homem, pois desde que o homem pré-histórico descobriu o poder do fogo e sua utilidade para a alimentação e para sua proteção, a espécie humana não parou de progredir.

Com a descoberta do homem pré-histórico de como fazer fogo, com o atrito de pedras e madeiras, onde as fagulhas incendiavam a palha seca, começou então o domínio do homem sobre a produção de energia em seu benefício, como cozer os alimentos, aquecer as noites frias, iluminar e afastar os animais e outros grupos inimigos. Mais tarde ele usaria o fogo para fundir os minerais e forjar as armas e ferramentas de trabalho, assim como utilizar o fogo para dar resistência às peças cerâmicas que produziam (AGENEAL).

Posteriormente o homem aprendeu a dominar outras formas de energia, como a tração animal, usada no transporte de objetos e pessoas e depois a energia dos ventos, que possibilitaram a navegação em alto mar além do desenvolvimento dos moinhos de vento que abriram outras possibilidades de produção.

A energia dos ventos teve papel primordial no desenvolvimento da humanidade, uma vez que tornou possível aos navegadores europeus fazerem grandes descobertas, aventurando-se nas suas caravelas movidas pela força dos ventos para navegarem pelos mares, descobrindo e colonizando novos continentes. A energia dos ventos também teve grande importância na transformação dos produtos primários através dos moinhos de vento que foram um dos primeiros processos industriais desenvolvidos pelo homem (AGENEAL).

Posteriormente, com a invenção da máquina a vapor, o homem definitivamente adquiriu o poder de produzir energia e novas possibilidades de utilização foram adquiridas e isto resultou em grande progresso, determinando o início de uma nova época denominada de revolução industrial.

[...] o grande marco da utilização da energia pelo homem teve lugar durante o século XVIII, com a invenção da Máquina a Vapor, que deu início à era da Revolução Industrial na Europa, marcando definitivamente o uso e a importância da energia nos tempos modernos. As invenções da Locomotiva e dos teares mecânicos foram umas das primeiras aplicações para o uso da energia das máquinas a vapor, em seguida vieram muitas outras como os navios movidos a vapor que contribuíram significativamente para o desenvolvimento do comércio mundial (AGENEAL).

Na segunda metade do século XIX ocorreu o desenvolvimento de tecnologia para a utilização de novas fontes de energia, representadas pelo uso do petróleo e da eletricidade, que deram um novo impulso ao desenvolvimento.

Durante o século XIX, os seres humanos aprenderam a utilizar uma outra forma de energia: a eletricidade. Em 1880, a primeira lâmpada industrializável foi produzida e, dois anos depois, projetou-se a primeira usina produtora de energia elétrica. O motor elétrico e os motores que usam a energia de combustão foram desenvolvidos nessa época. O trem elétrico surge em 1879. Em 1893, os primeiros automóveis (EDUCAREDE, 2003).

A partir daí, a humanidade começou a se aprofundar na área da tecnologia com as invenções e inovações de duas das maiores mentes brilhantes na área de engenharia elétrica, Thomas Alva Edison, inventor da lâmpada e pai da corrente contínua e Nikola Tesla, o pai da corrente alternada.

A partir de suas descobertas a humanidade começou a caminhar a passos largos rumo ao desenvolvimento tecnológico e industrial.

2.2 A ENERGIA E A SUA CONSERVAÇÃO

Há várias definições para energia, mas nenhuma apresenta um significado completo e que atenda a todas as suas significações. Em física, diz-se que energia é a capacidade de realizar trabalho.

Assim, a compreensão do conceito de energia não vem do conhecimento de sua definição, mas sim da percepção de sua presença em todos os processos de transformação que ocorrem em nosso organismo, no ambiente terrestre ou no espaço sideral. No mundo macroscópico, das galáxias, estrelas e dos sistemas planetários, ou no microscópico, das células, moléculas, dos átomos ou das partículas subatômicas (EDUCAREDE, 2003).

A principal característica da energia é sua conservação. Ela não pode ser criada, não pode ser destruída, só pode ser transformada. Sempre que uma quantidade de energia é necessária para alguma atividade, essa energia deve ser obtida por meio de transformações, a partir de outra forma já existente. A energia pode assumir diferentes formas: elétrica, química, nuclear, térmica, luminosa, cinética. Quando ocorrem fenômenos no universo, seja a fissão de um núcleo atômico, a emissão de luz por uma estrela, a queda de uma pedra na gravidade terrestre, ou o funcionamento de um motor de carro, alguma transformação de energia também acontece (EDUCAREDE, 2003).

2.3 A MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

Matriz de Energia Elétrica

Empreendimentos em Operação							
Tipo	Capacidade Instalada			%	Total		
	N.º de Usinas	(kW)			N.º de Usinas	(kW)	%
Hidro		962	82.237.926	65,92	962	82.237.926	65,93
Gás	Natural	102	11.424.053	9,16	140	13.213.236	10,59
	Processo	38	1.789.183	1,43			
Petróleo	Óleo Diesel	881	3.832.135	3,07	913	6.964.342	5,58
	Óleo Residual	32	3.132.207	2,51			
Biomassa	Bagaço de Cana	344	7.155.243	5,74	423	8.877.698	7,12
	Licor Negro	14	1.245.198	1			
	Madeira	42	373.827	0,30			
	Biogás	15	70.822	0,06			
	Casca de Arroz	8	32.608	0,03			
Nuclear		2	2.007.000	1,61	2	2.007.000	1,61
Carvão Mineral	Carvão Mineral	10	1.944.054	1,56	10	1.944.054	1,56
Eólica		66	1.324.242	1,06	66	1.324.242	1,06
Importação	Paraguai		5.650.000	5,46		8.170.000	6,55
	Argentina		2.250.000	2,17			
	Venezuela		200.000	0,19			
	Uruguai		70.000	0,07			
Total		2.524	124.743.936	100	2.524	124.743.936	100

Figura 3: Matriz Elétrica Brasileira. Fonte: ANEEL (2011)

Esta é a Matriz de Energia elétrica do Brasil onde é mostrada todas as formas de geração de energia utilizadas em nosso país, a quantidade de empreendimentos e a contribuição de cada área na matriz. Essas informações são atualizadas diariamente pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2011).

Estes são os tipos de empreendimentos em operação.

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	364	211.046	208.225	0,18
EOL	66	1.333.638	1.324.242	1,14
PCH	417	3.863.909	3.818.207	3,28
UFV	6	5.087	1.087	0
UHE	181	81.856.473	78.211.494	67,09
UTE	1.492	32.608.932	31.011.369	26,60
UTN	2	2.007.000	2.007.000	1,72
Total	2.528	121.886.085	116.581.624	100

Figura 4: Empreendimentos em operação. Fonte: ANEEL (2011)

O Brasil possui no total 2.528 empreendimentos, gerando 116.581.624 kw de potência. Esta prevista para os próximos anos uma adição de 47.071.830 kw na geração do país, proveniente dos 138 empreendimentos atualmente em construção e mais 504 outorgadas (ANEEL, 2011).

2.4 ENERGIA GEOTÉRMICA

A energia geotérmica existe desde que o nosso planeta foi criado. Geo significa terra e térmica significa calor, por isso, geotérmica é a energia calorífica que vem da terra. Abaixo da crosta terrestre (Figura 5), a camada superior do manto é constituída por uma rocha líquida, o magma (encontra-se a altas temperaturas). A crosta terrestre flutua nesse magma (ENERGY-QUEST).

Por vezes, o magma quebra a crosta terrestre chegando á superfície, a este fenômeno natural chama-se vulcão e o magma passa a designar-se lava. Em cada 100 metros de profundidade a temperatura aumenta 3°C. A água contida nos reservatórios subterrâneos pode aquecer ou mesmo ferver quando em contato com a rocha quente. A água pode mesmo atingir 148°C ou mais dependendo do lugar (ENERGY-QUEST).

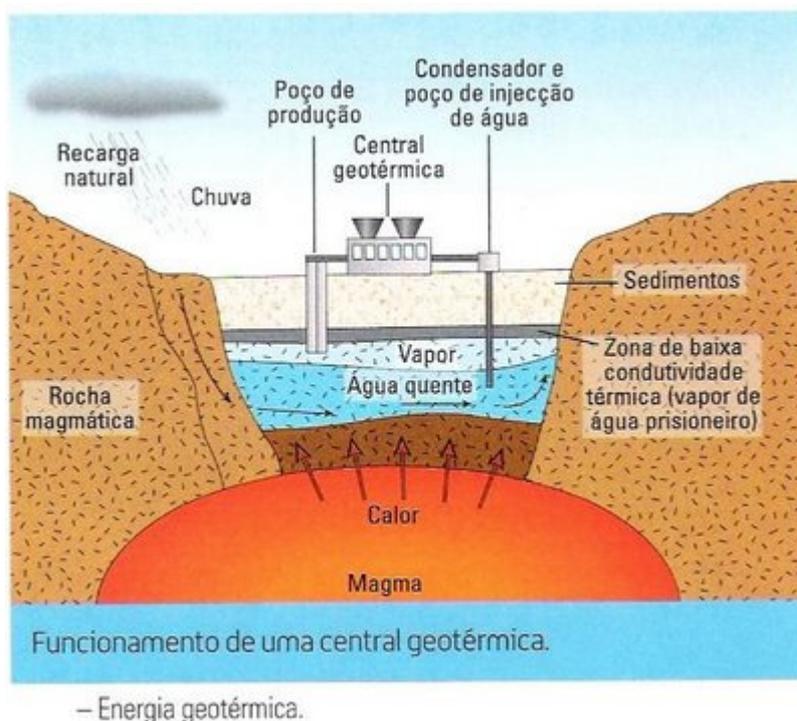


Figura 5: Ilustração Geotérmica. Fonte: BRASIL-ESCOLA

Alguns locais do planeta existem tanto vapor e água quente que é possível produzirem energia elétrica. Abrem-se buracos fundos no chão até chegar aos reservatórios de água e vapor, estes são drenados até a superfície por meio de tubos e canos apropriados (ENERGY-QUEST).



Figura 6: Usina Geotérmica. Fonte: MIDNIGHTDUKE8

Além do calor, a produção da energia geotérmica depende da água. Existem dois modos de se obter a energia, a primeira é a existência de lençóis de água quente no subsolo, a segunda é a injeção de água que, em contato com as altas temperaturas encontradas no interior do planeta, evapora e volta à superfície por meio de dutos a alta pressão (CONPET).

Através destes tubos o vapor é conduzido até a central elétrica geotérmica (Figura 7). Tal como numa central elétrica normal, o vapor faz girar as lâminas da turbina como uma ventoinha. A energia mecânica da turbina é transformada em energia elétrica através do gerador. A diferença destas centrais elétricas é que não é necessário queimar um combustível para produzir eletricidade. (ENERGY-QUEST).

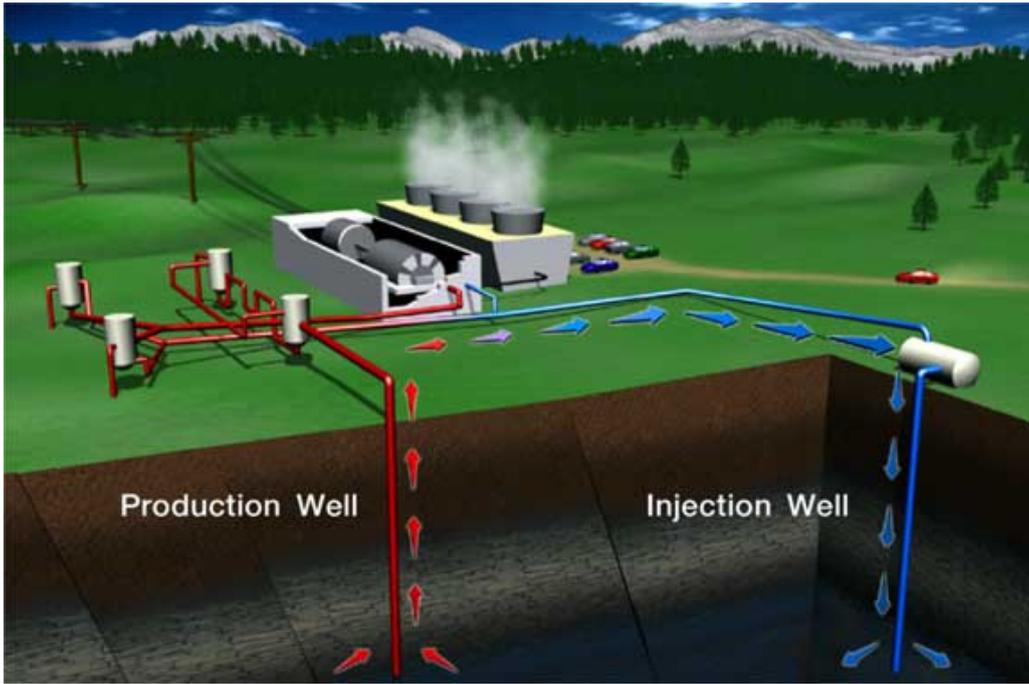


Figura 7: Geração Geotérmica. Fonte: GRUPO ESCOLAR (2011)

Após passar pela turbina o vapor é conduzido para um tanque onde vai ser arrefecido. O fumo branco que se vê na figura é o vapor a transformar-se novamente em água no processo de arrefecimento. A água é de novo canalizada para o reservatório onde será naturalmente aquecida pelas rochas quentes (Figura 8) (ENERGY-QUEST).

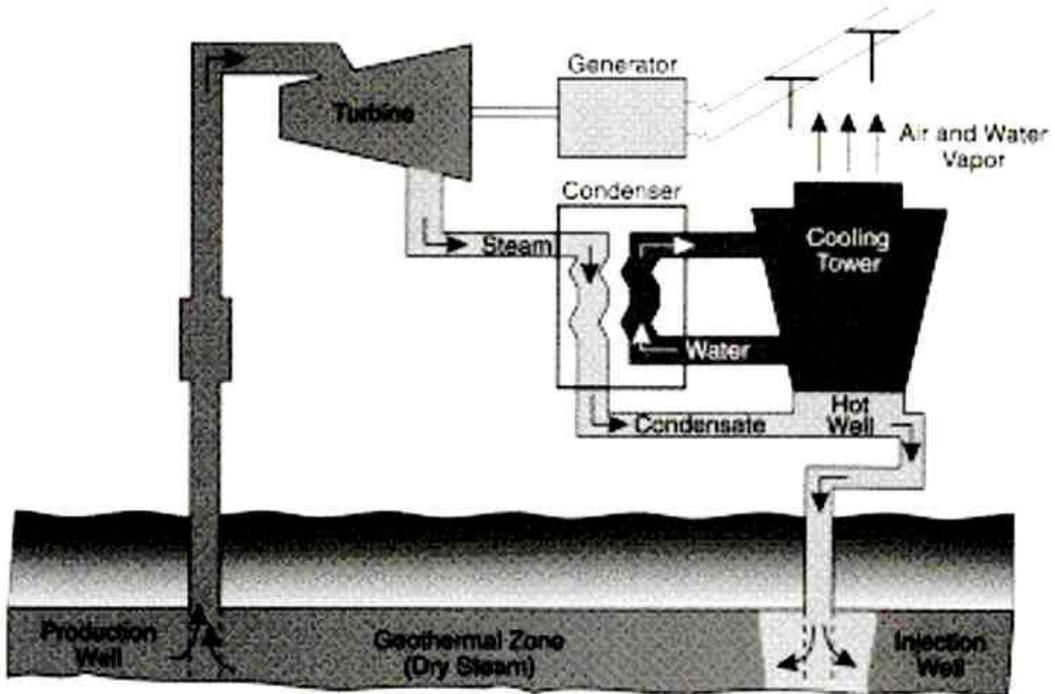


Figura 8: Ciclo da Geração Geotérmica. Fonte: EU-ACHEI

Veja as maiores áreas com potencial geotérmico do mundo (Figura 9):

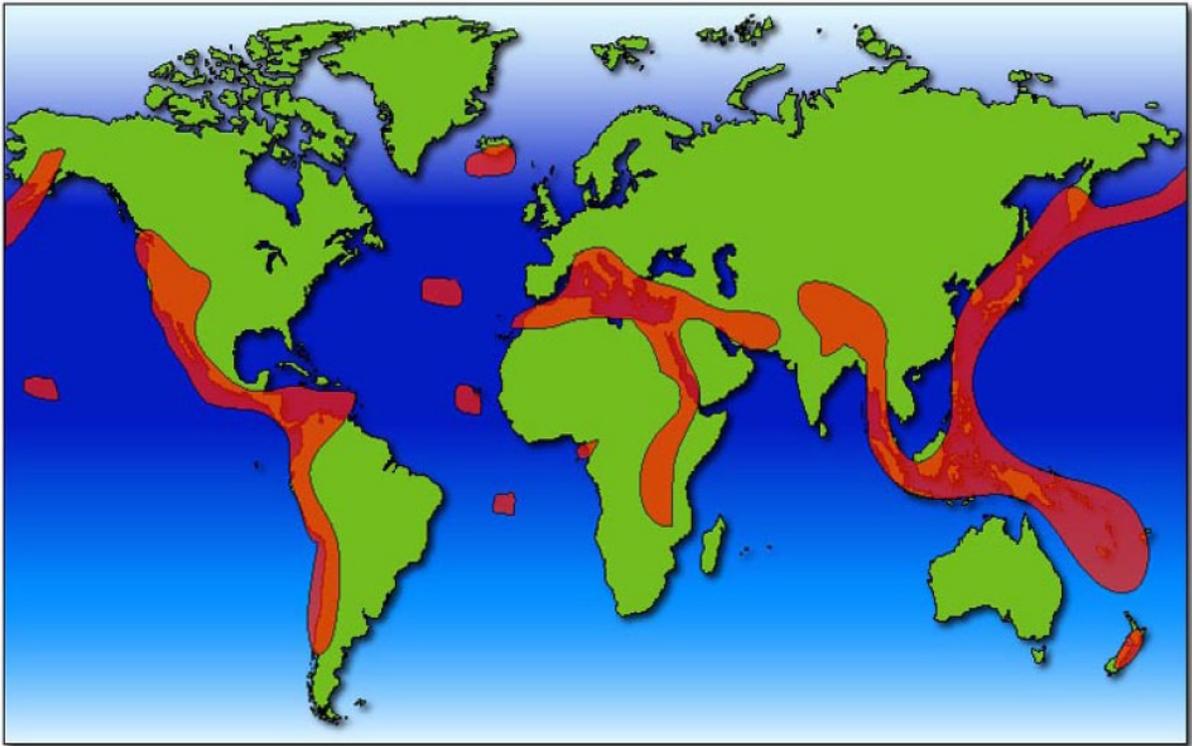


Figura 9: Mapa Geotérmico. Fonte: PORTALNET

Como podem ver o Brasil não possui alto potencial geotérmico, sendo assim, esta tecnologia não pode ser utilizada de maneira eficiente em nosso território.

Existem 25 países que possuem plantas de geração de energia elétrica geotérmica no mundo. Entre estes os que têm maior capacidade de produção são os EUA, com 2020 MW (CONPET).

2.4.1 Pontos positivos da Energia Geotérmica

Segundo JORNAL-LIVRE, os positivos para o uso da energia geotérmica são:

- A energia geotérmica é inesgotável;
- Não há contaminação ambiental. Tecnologia absolutamente limpa;
- Não ocupa grandes áreas como, por exemplo, a hidroelétrica com suas represas inutilizando grandes áreas;
- A emissão de gases poluentes (CO_2 e SO_2) é praticamente nula;
- Mais segura e de fácil manutenção;
- Pode abastecer comunidades isoladas;

- Produz energia independente de variações como chuvas, níveis de rios, etc;
- Não há produção de material escavado na perfuração, não havendo formação de detritos, poeira, etc.

2.4.2 Pontos negativos da Energia Geotérmica

Segundo JORNAL-LIVRE e UNESP, os pontos negativos para o uso da energia geotérmica são:

- É uma energia muito cara e pouco rentável;
- A energia deve ser posta em uso no campo geotérmico ou próximo dele;
- Emissão de H₂S (ácido sulfídrico) com odor desagradável, corrosivo e nocivo à saúde;
- O calor perdido aumenta a temperatura do ambiente;
- Há a possibilidade da contaminação da água nas proximidades da usina;
- Quando uma grande quantidade de fluido é retirada da terra, sempre há a chance de ocorrer um abalo;
- São operações inerentemente barulhentas.

2.4.3 Impacto Ambiental

Durante os anos 60 a geotermia foi considerada uma fonte de energia limpa. Ao passo que a questão ambiental entrou no centro das atenções no mundo inteiro, descobriu-se que mesmo a energia geotérmica possui potencial poluidor no local onde a usina está instalada (CONPET).

Apesar de essas usinas lançarem gases tóxicos que em grandes quantidades podem levar à morte, a IGA (Associação Geotérmica Internacional) divulga em seu site que a poluição gerada por este tipo de fonte energética no ar, água e subsolo varia entre baixa e moderada. Por isso a geotermia é considerada uma das fontes energéticas mais limpas comparada às tradicionais (CONPET).

2.4.4 Energia Geotérmica pode causar Terremotos?

Sistemas geotérmicos reforçados (EGS) de fato causaram terremotos. Em 8 de dezembro de 2006, a Geothermal Explorers International deflagrou um terremoto em Basileia, Suíça, que danificou edificações e aterrorizou a população. E embora o abalo

fosse de apenas 3,4 graus na escala Richter, foi seguido por 60 outros tremores colaterais nas semanas seguintes (LAMB).

Os terremotos tipicamente ocorrem em áreas instáveis como vulcões, falhas geológicas e regiões geotérmicas. Assim, as regiões mais favoráveis a intervenções geotérmicas já são propensas a terremotos. Além disso, bombear água para regiões subterrâneas de leito rochoso aquecido faz com que a rocha se expanda e contraia, gerando fraturas. A atividade sísmica não é apenas consequência colateral do processo, mas parte dele. Quanto mais profundo o poço, maior a chance de que os níveis ampliados de atividade sísmica afetem falhas geológicas próximas, gerando um terremoto ainda mais poderoso (LAMB).

A Geothermal Explorers International e o governo suíço atribuíram o terremoto de Basileia à energia geotérmica, e por isso as operações foram interrompidas. Mas isso não impediu que a AltaRock Energy, dos Estados Unidos, planejasse tentar a mesma coisa na Califórnia. Afinal, há muito dinheiro a ganhar com a energia alternativa – quer dizer, se a empresa conseguir evitar processos judiciais ruinosos e uma catástrofe sísmica (LAMB).

2.5 ENERGIA OCEÂNICA

Também é possível aproveitar a energia dos oceanos, existem 4 maneiras de gerar a energia: as ondas, as marés (marémotriz) ou deslocamento das águas, energia térmica dos oceanos e energia das correntes marítimas. Vamos a elas.

2.5.1 Energia das Ondas



Figura 10: Imagem ilustrativa de uma onda. Fonte: VIANNA (2010)

A energia cinética do movimento das ondas pode ser usada para pôr uma turbina a funcionar. A elevação da onda numa câmara de ar provoca a saída do ar lá contido, o movimento do ar pode fazer girar uma turbina. A energia mecânica da turbina é transformada em energia elétrica através do gerador (ENERGY-GUEST).

Quando a onda se desfaz e a água recua o ar desloca-se em sentido contrário passando novamente pela turbina entrando na câmara por comportas especiais normalmente fechadas (Figura 11) (ENERGY-QUEST).

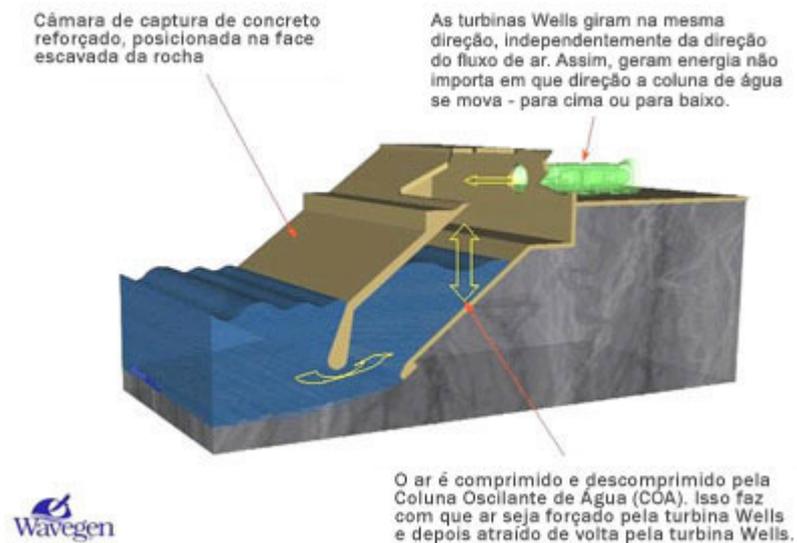


Figura 11: Geração através de ondas 1. Fonte: COMO-TUDO-FUNCIONA

Esta é apenas uma das maneiras de retirar energia das ondas. Atualmente, utiliza-se o movimento de subida-descida da onda para dar potência a um êmbolo que se move para cima e para baixo num cilindro. O êmbolo pode por um gerador a funcionar (Figura 12) (ENERGY-QUEST).

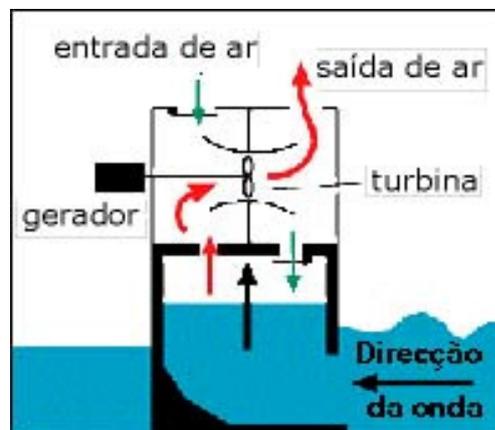


Figura 12: Geração através de ondas 2. Fonte: MINUTO-POLÍTICO (2008)

Os sistemas para retirar energia das ondas são muito pequenos e apenas suficientes para iluminar uma casa ou algumas bóias de aviso por vezes colocadas no mar (ENERGY-QUEST).

Existem mais de mil patentes registradas de energia de ondas, e foram testados numerosos protótipos ou sistemas pré-comerciais em ambientes costeiros, de litoral, e em alto mar. Apenas uma central de onda comercial foi desenvolvida, no entanto. Esta central de 500 Kw, situada no litoral de Islay, Escócia, emprega a tecnologia COA (Coluna Oscilante de Água). Começou a funcionar em 2000, e uma segunda instalação comercial está a ser desenvolvida para as Ilhas Faroe (ENERGIAS-ALTERNATIVAS).

As tecnologias de geração de energia podem ser incorporadas em quebra-mares, paredes de porto, ou outras estruturas, ou podem ser integradas noutras atividades comerciais, atuando como recifes artificiais de operações de maricultura ou como plataformas para instalações de dessalinização (ENERGIAS-ALTERNATIVAS).

2.5.2 Energia das Marés (Marémotriz)

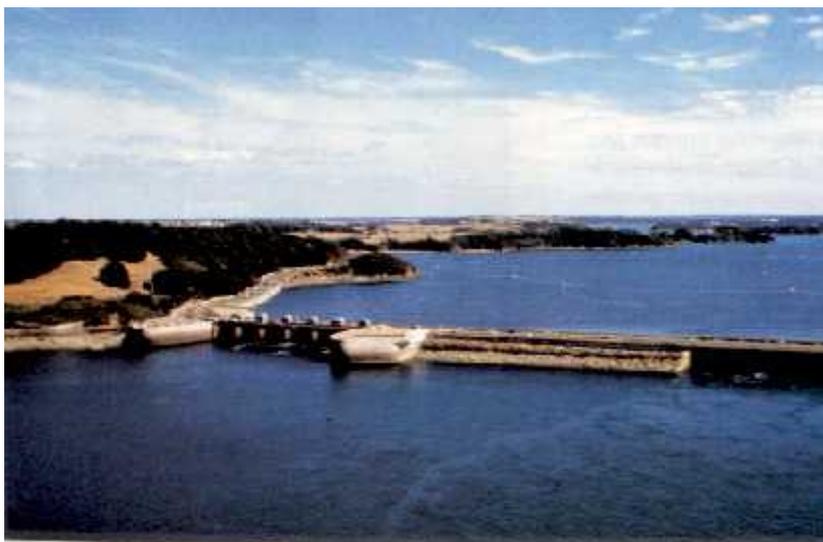


Figura 13: Usina Marémotriz. Fonte: ENERGIACIEAC304 (2010)

A energia Marémotriz é a energia gerada pelo movimento das águas do mar. Podem-se obter dois tipos dessa energia: energia cinética das correntes por causa das marés e energia potencial pela diferença de altura entre as marés alta e baixa (SESI255).

Para fazer uma usina dessas é preciso construir uma barragem, formando um reservatório no mar. Quando a maré é alta, ela enche o reservatório, passando pela turbina.

Esse processo produz energia. Na maré baixa do reservatório é esvaziado e a água passa pelo mesmo lugar, e produz mais energia (Figura 14) (SESI255).

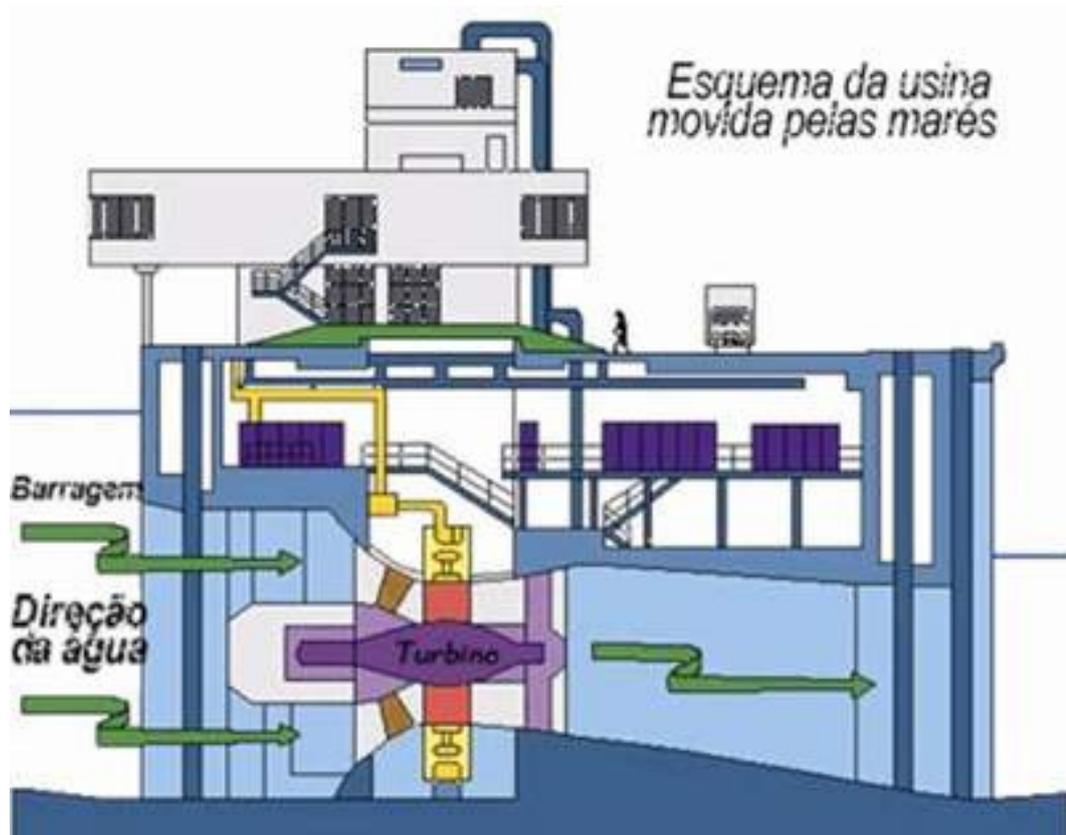


Figura 14: Geração Marémotriz. Fonte: SESI225

Para que este sistema funcione bem são necessárias marés e correntes fortes. Tem que haver um aumento do nível da água de pelo menos 5,5 metros da maré baixa para a maré alta. Existem poucos sítios no mundo onde se verifique tamanha mudança nas marés (Riechel, 2011).

As barragens de maré são aplicáveis apenas em áreas onde as características físicas permitem a instalação de barreiras capazes de armazenar água durante a maré alta. Até hoje só foram construídas barragens de maré. Está em funcionamento desde 1966 uma barragem com uma capacidade de 240 MW em La Rance, França, e uma central de 20 MW gera eletricidade em Annapolis, Nova Escócia, desde 1984 (ENERGIAS ALTERNATIVAS).

2.5.3 Energia Térmica dos Oceanos



Figura 15: Geração Térmica. Fonte: ESJCP

Para aproveitar a energia térmica dos oceanos utiliza-se um sistema chamado OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion). Utiliza-se a água quente da superfície dos oceanos e a água fria do fundo e um gás com baixo ponto de ebulição neste caso o Propano (C_3H_8) (ESJCP).

O propano ao ser exposto às altas temperaturas da água da superfície evapora girando uma turbina, em seguida, ele é exposto às baixas temperaturas do fundo do oceano condensando e repetindo-se o processo novamente (Figura 16) (ESJCP).

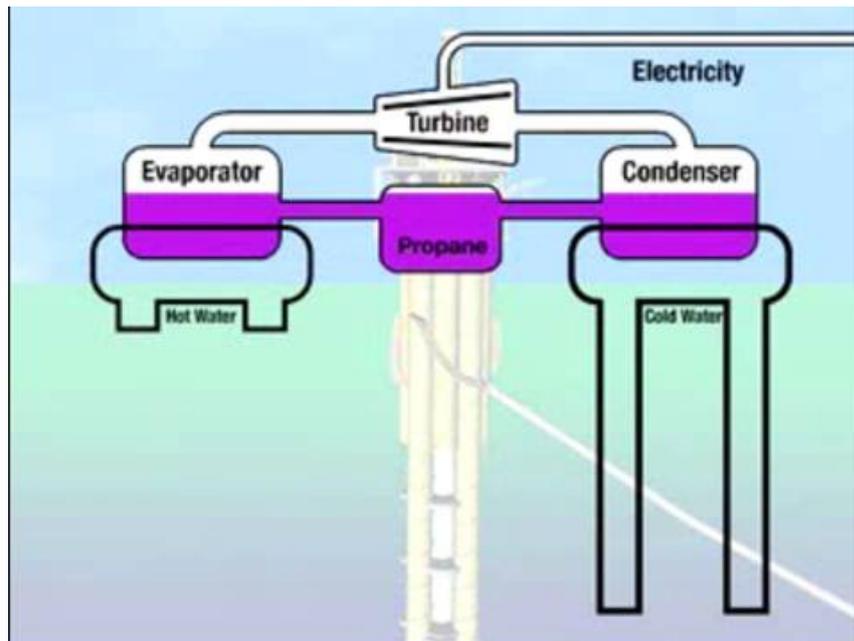


Figura 16: Ciclo da Geração Térmica. Fonte: ESJCP

Ao girar a turbina é produzida a corrente elétrica. Para conseguirmos utilizar este método é necessário diferenças de temperatura de pelo menos 20 °C. Esta fonte de energia está sendo usada no Japão e no Hawai, mas apenas como demonstração e experiência (ESJCP).

2.5.4 Energia das Correntes Marítimas

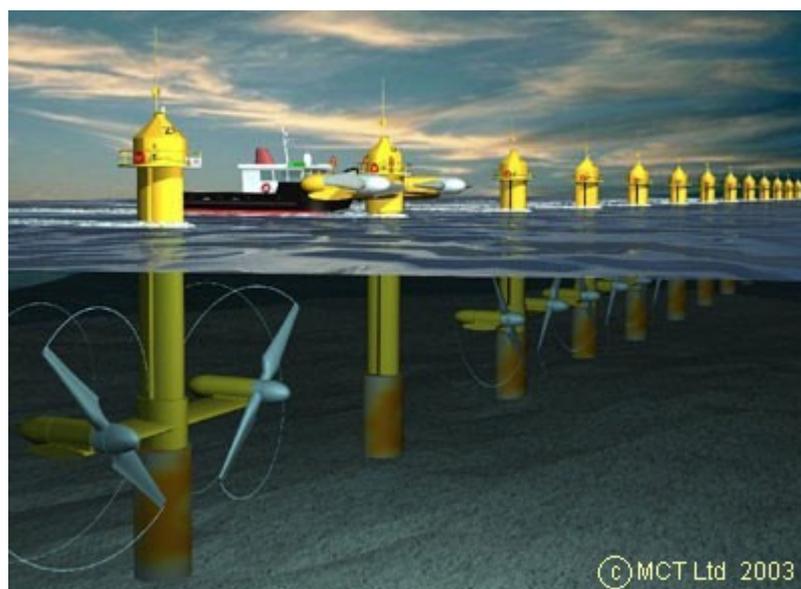


Figura 17: Ilustração da Corrente Marítima 1. Fonte: CIEACLIGADO (2003)

Em termos de aproveitar a energia das correntes um processo bastante semelhante ao que se utiliza na energia eólica. Constrói-se uma turbina dentro de água e as correntes fazem-na girar (Figuras 17 e 18). Com este método obtêm-se mais energia que a eólica além de não depender das condições atmosféricas (ESJCP).

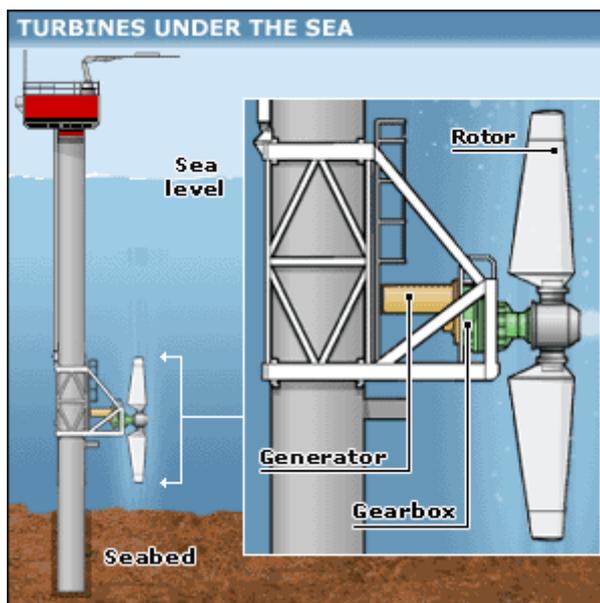


Figura 18: Ilustração da Corrente Marítima 2. Fonte: ESJCP

A energia das ondas é um dos métodos em quem os cientistas depositam maior confiança para ajudar a substituir os combustíveis fósseis. Esta energia consiste no armazenamento da energia do vento em forma de ondas e a partir daí extrair essa energia através de diferentes métodos. As regiões do mundo que melhor podem aproveitar este tipo de energia são as compreendidas entre os 30 e os 60 graus de latitude (ESJCP).

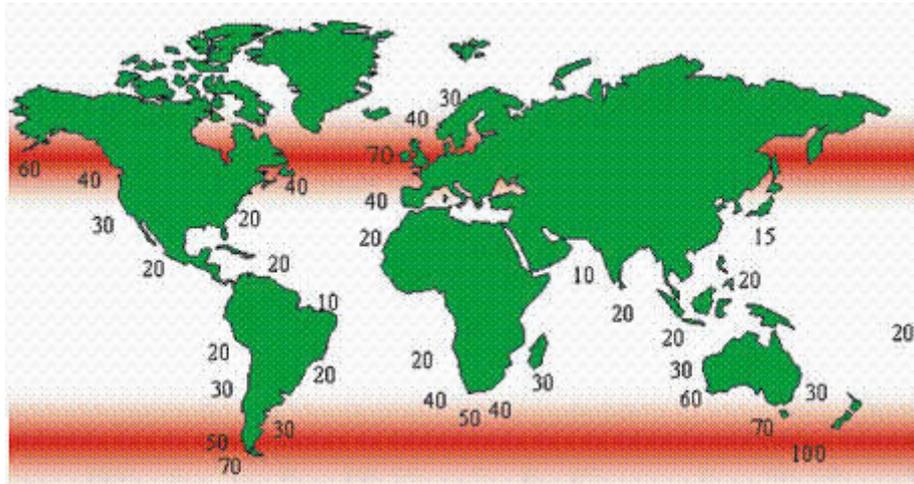


Figura 19: Potencial Oceânico. Fonte: ESJCP

2.5.5 Aspectos Gerais da Energia Oceânica

A base de experiência com sistemas de energia de maré, onda e termal oceânica é extremamente limitada. Por conseguinte, os efeitos globais nos habitats e vida selvagem não foram ainda totalmente determinados. Duas coisas são claras: estas tecnologias não emitirão nenhum dos poluentes que podem ser extremamente perigosos para populações de vida selvagem, e não contribuirão para as alterações climáticas, que já alteram habitats no mundo inteiro.

Serão necessárias extensas pesquisas de campo e práticas de localização cuidadosas para entender e mitigar qualquer impacto adverso em comunidades ecológicas. Considerando o conhecimento atual, são possíveis as seguintes generalizações:

- As tecnologias de correntes, como sistemas de fluxo de entrada hidráulicos, são projetadas para gerar energia sem alterar irrevogavelmente fluxos de água naturais e habitats. As instalações e ancoradouros podem ter efeitos localizados no habitat – tanto positivos como negativos. Por exemplo, se um animal colidir com uma turbina, ou outras estruturas de captação de energia, pode ficar ferido ou mesmo morrer;
- As barragens de maré são análogas a tecnologias hidráulicas convencionais. Podem destruir ou prejudicar habitats, prevenir ou restringir o movimento natural e de migração das espécies aquáticas, e prejudicar ou matar

espécimes da vida selvagem. As escadas, telas, e outras medidas de proteção e passagem de peixe podem ser empregues para diminuir – mas não eliminar – esses impactos adversos;

- As tecnologias de energia de onda estão a ser desenvolvidas para localizações em volta da costa, litoral e mar alto, com sistemas que variam em função da escala da comunidade e das necessidades de serviço público. Por conseguinte, os efeitos possíveis no habitat e na vida selvagem podem variar largamente. As instalações em zonas costeiras, por exemplo, podem transformar completamente o habitat em áreas localizadas, enquanto outros tipos de projetos poderiam criar ambientes amplos, por exemplo algo semelhante a recifes, com benefícios líquidos para a vida selvagem;
- Os sistemas OTEC transportam grandes quantidades de água oceânica profunda até à superfície. Isto aumenta o potencial para que a vida selvagem seja envolvida em tubos de entrada. Os pontos de descarga podem criar alterações localizadas, químicas ou de temperatura da água.

(ENERGIAS-ALTERNATIVAS)

2.5.6 Impacto Ambiental

As tecnologias de energia oceânica não produzem nenhuma emissão de poluentes perigosos ou gases de estufa. Têm sido exprimidas preocupações quanto aos potenciais impactos dos dispositivos de energia em zonas costeiras, de onda, e de litoral, em relação à estética bem como ao transporte de resíduos e outros excedentes físicos. Estas e outras tecnologias também podem ter impacto em atividades recreativas e comerciais (ENERGIAS-ALTERNATIVAS).

2.6 ENERGIA TERMOELÉTRICA

O funcionamento das centrais termelétricas é semelhante, independentemente do combustível utilizado. O combustível é armazenado em parques ou depósitos adjacentes, de onde é enviado para a usina, onde será queimado na caldeira. Esta gera vapor a partir da

água que circula por uma extensa rede de tubos que revestem suas paredes. A função do vapor é movimentar as pás de uma turbina, cujo rotor gira juntamente com o eixo de um gerador que produz a energia elétrica (AMBIENTE BRASIL).

Essa energia é transportada por linhas de alta tensão aos centros de consumo. O vapor é resfriado em um condensador e convertido outra vez em água, que volta aos tubos da caldeira, dando início a um novo ciclo (AMBIENTE BRASIL).

A água em circulação que esfria o condensador expulsa o calor extraído da atmosfera pelas torres de refrigeração, grandes estruturas que identificam essas centrais. Parte do calor extraído passa para um rio próximo ou para o mar (AMBIENTE BRASIL).

As usinas termoelétricas mais utilizadas são as de biomassa, carvão mineral, gás natural e nuclear e são elas que veremos a seguir.

2.6.1 BIOMASSA



Figura 20: Exemplos de Biomassa. Fonte: TOCA-DA-COTIA (2011)

Biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência reduzida, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por intermédio da combustão em fornos, caldeiras etc (ANEEL, 2002).

A energia é obtida através da combustão da lenha, bagaço de cana-de-açúcar, resíduos florestais, resíduos agrícolas, casca de arroz, excrementos de animais, entre outras matérias orgânicas (Figura 21) (FRANCISCO).

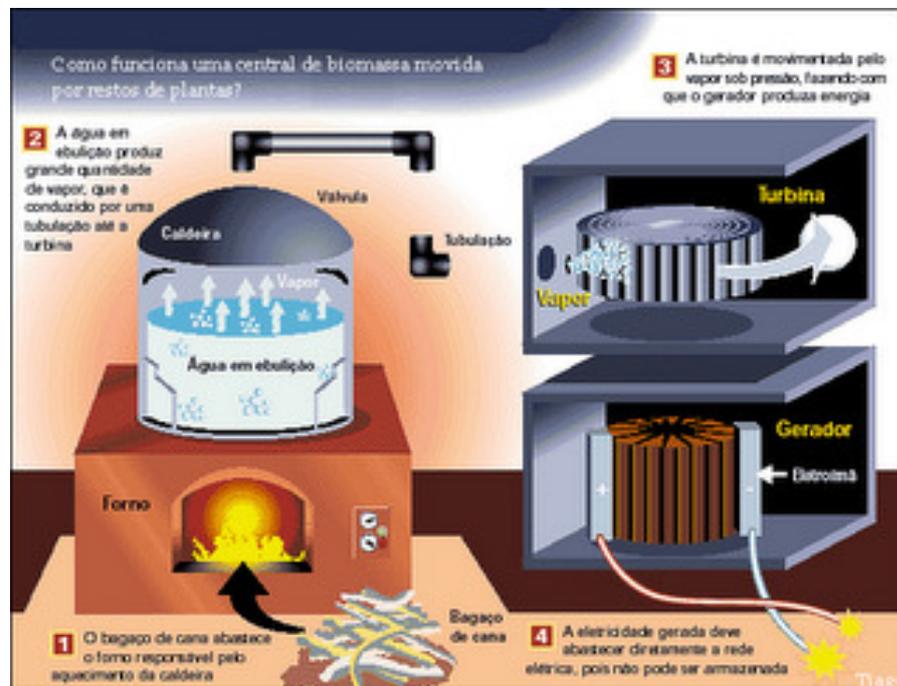


Figura 21: Geração da Biomassa. Fonte: MUNDO-WEB-ANIMAL (2010)

Essa fonte energética é renovável, pois a sua decomposição libera CO_2 na atmosfera, que, durante seu ciclo, é transformado em hidratos de carbono, através da fotossíntese realizada pelas plantas (Figura 22). Nesse sentido, a utilização da biomassa, desde que controlada, não agride o meio ambiente, visto que a composição da atmosfera não é alterada de forma significativa (FRANCISCO).

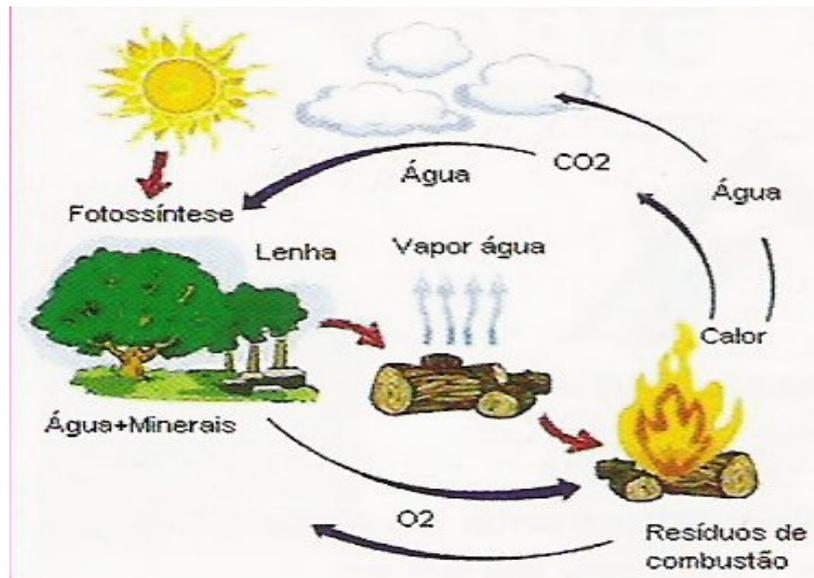


Figura 22: Renovação da Biomassa. Fonte: BCDJMENERGIA (2009)

O seu uso sem o devido planejamento pode ocasionar a formação de grandes áreas desmatadas pelo corte incontrolado de árvores, perda dos nutrientes do solo, erosões e emissão excessiva de gases. A utilização da energia da biomassa é de fundamental importância no desenvolvimento de novas alternativas energéticas. Sua matéria-prima já é empregada na fabricação de vários bicompostíveis, como, por exemplo, o bio-óleo, BTL, biodiesel, biogás, etc (FRANCISCO).

2.6.1.1 Pontos Positivos da Biomassa

Segundo FRANCISCO, os pontos positivos da Biomassa são:

- Baixo custo de operação;
- Facilidade de armazenamento e transporte;
- Proporciona o reaproveitamento dos resíduos;
- Alta eficiência energética;
- É renovável e limpa;
- Emite poucos gases poluentes.

2.6.1.2 Pontos Negativos da Biomassa

Segundo QUEIROZ, os pontos negativos da Biomassa são:

- Formação de desertos pelo corte não planejado ou incontrolado de árvores;
- Destruição do solo pela erosão;
- Poluição da própria queima da biomassa;
- Emissão de gases tóxicos;
- Perdas de calor;
- Dificuldade para estocagem de material.

2.6.1.3 Impacto Ambiental

A utilização da biomassa em larga escala requer cuidados para que seu uso descontrolado e sem planejamento não traga impactos ambientais preocupantes, como a destruição de fauna e flora com extinção de espécies; contaminação do solo e mananciais de água por uso de adubos e defensivos com manejo inadequado (DECICINO).

Deve-se sempre levar em conta que o respeito à diversidade e a preocupação ambiental devem reger todo e qualquer projeto de utilização de biomassa (DECICINO).

O Brasil possui 423 usinas de biomassa que juntas representam 7.12% de toda a energia gerada no país. Estão divididas Conforme o Quadro 1:

Bagaço-de-cana	Licor negro	Madeira	Biogás	Casca-de-Arroz
344	14	42	15	8

Quadro 1 – Quantidade de Usinas de Biomassa. Fonte: ANEEL (2011)

2.6.2 CARVÃO MINERAL

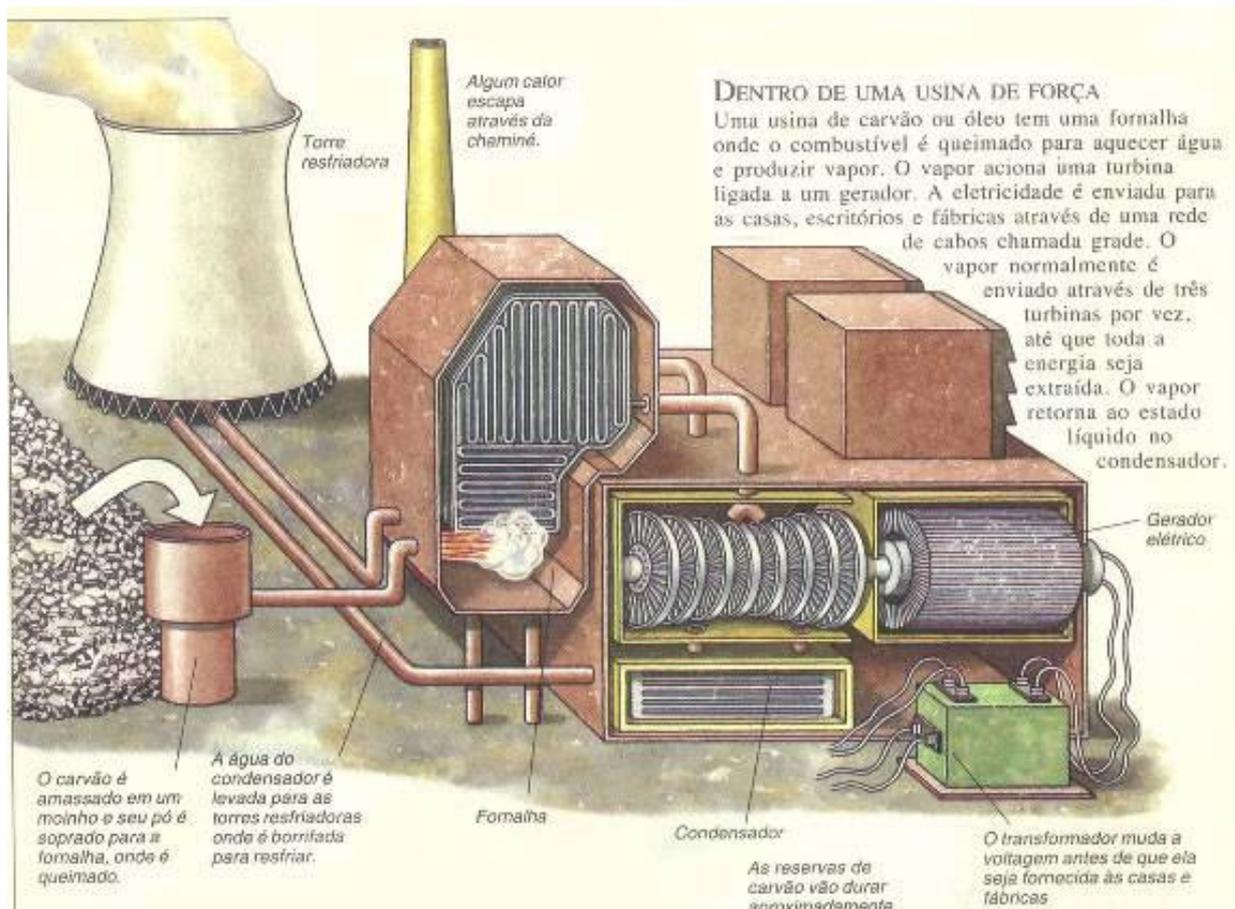


Figura 23: Usina termoeletrica a carvão. Fonte: THE-WAY-OF-LIFE (2008)

O carvão mineral é um minério não-metálico, possui cor preta ou marrom com grande potencial combustível, uma vez queimado libera uma elevada quantidade de energia. É constituído basicamente por carbono (quanto maior o teor de carbono mais puro é o carvão) e magnésio, sendo encontrado em forma de betume (FREITAS).

Esse carvão é considerado um combustível fóssil, pois as jazidas desse minério se formaram há milhões de anos, quando extensas florestas foram submersas, fazendo com que os restos de vegetais, que são ricos em carbono, se transformassem em um elemento rochoso (FREITAS).

A queima do carvão mineral para gerar energia lança no ar partículas sólidas e gases poluentes. Estes gases atuam no processo do efeito estufa e do aquecimento global. Portanto, o carvão mineral não é uma fonte de energia limpa, porém, em função de questões econômicas (em algumas regiões do mundo é uma fonte barata), ainda é muito utilizado para gerar energia elétrica (SUA-PESQUISA).

2.6.2.1 Pontos Positivos do Carvão Mineral

Segundo BIODISELBR, os pontos positivos do carvão mineral são:

- Abundante, economicamente acessível, uso seguro;
- Fácil de transportar e de armazenar;
- Amplamente distribuído.

2.6.2.2 Pontos Negativos do Carvão Mineral

Segundo fonte BIODIESELBR, os pontos negativos do carvão mineral são:

- Alta emissão de gases de efeito estufa;
- Necessita portentosos investimentos para desenvolvimento de tecnologias que reduzam as emissões de gases de efeito estufa (GEE) a níveis aceitáveis;
- Extração perigosa.

2.6.2.3 Impacto Ambiental

Os maiores impactos negativos do carvão decorrem de sua mineração, que afeta principalmente os recursos hídricos, o solo e o relevo das áreas circunvizinhas. A abertura dos poços de acesso aos trabalhos de lavra, feita no próprio corpo do minério, e o uso de máquinas e equipamentos manuais, como retro-escavadeiras, escarificadores e rafas, provocam a emissão de óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e outros poluentes da atmosfera (MINERAÇÃO).

Além dos referidos impactos da mineração, a queima de carvão em indústrias e termelétricas provoca graves impactos, em face da emissão de material particulado e de gases poluentes, dentre os quais se destacam o dióxido de enxofre (SO₂) e os óxidos de nitrogênio (NO_x). Além de prejudiciais à saúde humana, esses gases são os principais responsáveis pela formação da chamada chuva ácida, que provoca a acidificação do solo e da água e, conseqüentemente, alterações na biodiversidade, entre outros impactos negativos, como a corrosão de estruturas metálicas (MINERAÇÃO).

Embora os esforços para substituir combustíveis fósseis sejam grandes, o cenário aponta que o mundo ainda utilizará o carvão mineral por mais tempo devido as grandes reservas existentes no mundo e a facilidade em se gerar energia através dele.

O Brasil possui 10 usinas termelétricas movidas a carvão mineral que juntas geram 1944 MW, esse valor representa 1,56% de toda a geração elétrica do país (ANEEL, 2011).

2.6.3 GÁS NATURAL

O gás natural é composto por uma mistura de hidrocarbonetos leves (metano, etano, propano, butano e outros gases em menores proporções) que submetido à temperatura ambiente e pressão atmosférica permanece no estado gasoso. É uma fonte energética encontrada na natureza em duas formas distintas. Ele pode ser obtido em jazidas e através da queima de biomassa (bagaço de cana-de-açúcar) (FRANCISCO).

O gás natural encontrado em jazidas normalmente está associado ao petróleo constitui reservas finitas, e, conforme pesquisas realizadas pela IEA (Agência Internacional de Energia), caso se mantenha o ritmo de consumo médio da última década, as jazidas de gás natural irão se esgotar em 100 anos. Essa fonte energética agride menos o meio ambiente que o petróleo e o carvão mineral. No entanto, por ser de origem fóssil, sua combustão contribui para o efeito estufa (FRANCISCO).

Já o biogás, obtido através da biomassa, é um combustível renovável, sua utilização é menos impactante e os custos econômicos são menores (FRANCISCO).

As tubulações responsáveis pelo envio de gás natural das fontes produtoras até os consumidores recebem o nome de gasoduto. O Brasil possui o gasoduto Bolívia – Brasil. São tubulações de diâmetro elevado, operando em alta pressão que transportam gás natural da Bolívia (produtor) para alguns Estados brasileiros (consumidores) (FRANCISCO).

A geração é feita através da queima do gás natural nas turbinas que acionam os geradores de energia como mostra a Figura 24.

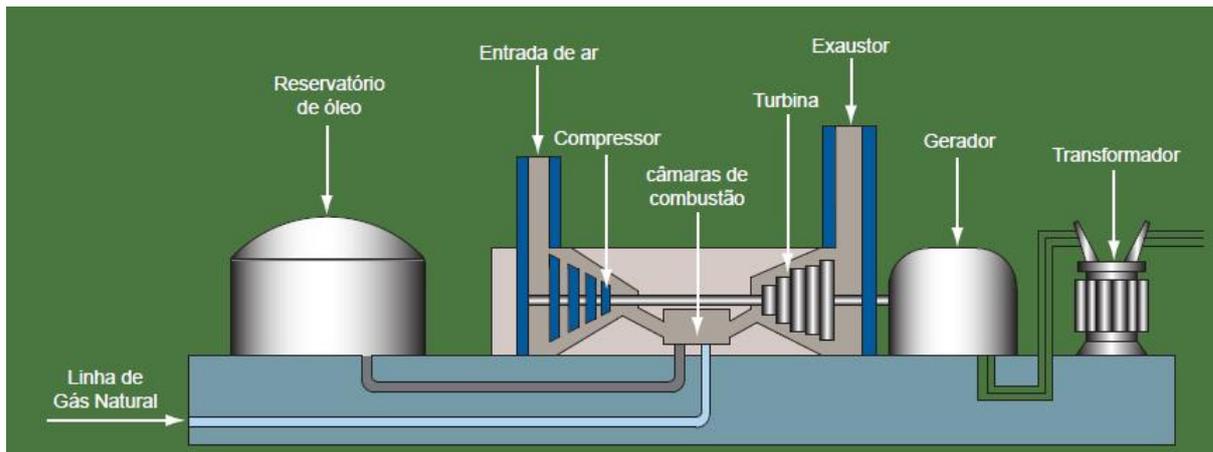


Figura 24: Esquema de funcionamento de gás natural. Fonte: ANEEL

Podem operara em dois ciclos básicos:

- **Ciclo aberto:** os gases quentes gerados na queima do gás na turbina são liberados na atmosfera, alcançando rendimentos em torno de 35% (SCGÁS).
- **Ciclo combinado:** os gases quentes gerados são aproveitados para gerar vapor a alta pressão que é utilizada em turbinas a vapor para gerar mais energia elétrica, estes sistemas alcançam rendimentos na ordem de 55% (SCGÁS).

2.6.3.1 Pontos Positivos do Gás Natural

Segundo SCGÁS, os pontos positivos do gás natural são:

- As termelétricas movidas a gás natural representam um baixo impacto ambiental;
- Podem ser construídas próximo aos centros de consumo;
- São mais seguras do que as termelétricas convencionais;
- São economicamente mais vantajosas;
- Dispensam áreas para estocagem de carvão ou parque de tanques de óleo;
- Podem ser construídas em menos tempo e com menor investimento, se comparadas às convencionais;
- Necessitam de menos funcionários para o seu funcionamento.

2.6.3.2 Pontos Negativos do Gás Natural

Segundo BIODIESELBR, os pontos negativos do gás natural são:

- Produto emissor de gases de efeito estufa;
- Transporte e armazenamento caro e arriscado;
- Requer infra-estrutura cara, própria e inflexível;
- Volatilidade de preços;
- Jazidas concentradas geograficamente;
- Produto cartelizado e mercado manipulável.

2.6.3.3 Impacto Ambiental

O gás natural apresenta uma vantagem ambiental significativa em relação a outros combustíveis fósseis, em função da menor emissão de gases poluentes que contribuem para o efeito estufa. Quantitativa e qualitativamente, o maior ou menor impacto ambiental da atividade está relacionado à composição do gás natural, ao processo utilizado na geração de energia elétrica e remoção pós-combustão e às condições de dispersão dos poluentes, como altura da chaminé, relevo e meteorologia. No entanto, uma restrição feita a essas usinas é a necessidade de captação de água para o resfriamento do vapor, característica que tem sido um dos entraves ao licenciamento ambiental (ANEEL).

O Brasil possui 102 usinas de gás natural que geram juntas 11424 MW, esse valor representa 9,16% da energia gerada no Brasil (ANEEL, 2011).

2.6.4 ENERGIA TERMONUCLEAR



Figura 25: Imagem de usina nuclear. Fonte: FEM

A energia termonuclear ou energia nuclear é a geração de energia que utiliza elementos químicos como urânio e plutônio para a produção de energia elétrica. A energia nuclear é tida como uma das soluções para a geração de energia limpa e eficiente por não emitir poluentes na atmosfera e conseguir gerar muita energia em um pequeno espaço ocupado.

Apesar dessas vantagens, a energia nuclear é fortemente criticada e questionada quanto a sua segurança devido acidentes que já ocorreram como Three Mile Island nos EUA, Chernobyl na Ucrânia e recentemente em Fukushima no Japão. O armazenamento do rejeito radioativo também é tido como um problema por boa parte das pessoas que se opõem a energia nuclear.

Outro ponto preocupante é que o ciclo de geração nuclear também pode ser utilizado na construção de armas bélicas como bombas atômicas. Por outro lado, a tecnologia nuclear tem aplicações em outras áreas como medicina, agricultura e datação de carbono, e hoje, pastilhas de urânio podem ser recicladas e reutilizadas novamente nos reatores.

Para se ter uma idéia do poder de uma pastilha de urânio veja a comparação na Figura 26:

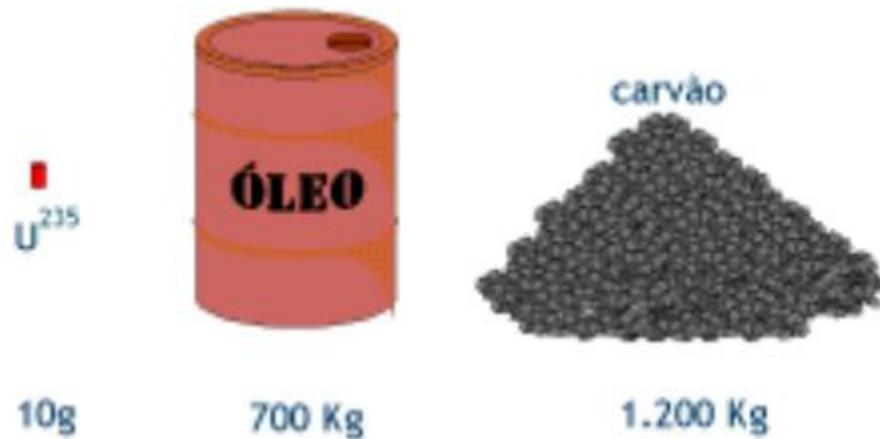


Figura 26: Comparação da energia do urânio. Fonte: CNEN

Uma única pastilha de urânio (U-235) possui energia equivalente a 700 kg de óleo ou 1200 kg de carvão e tem a vantagem de não lançar poluentes na atmosfera (CARDOSO).

O processo de geração através da energia nuclear se dá no núcleo de átomo pesado no caso, o urânio 235 (U-235). O núcleo é atingido por um nêutron em um processo chamado de fissão nuclear (Figura 27) e se divide.

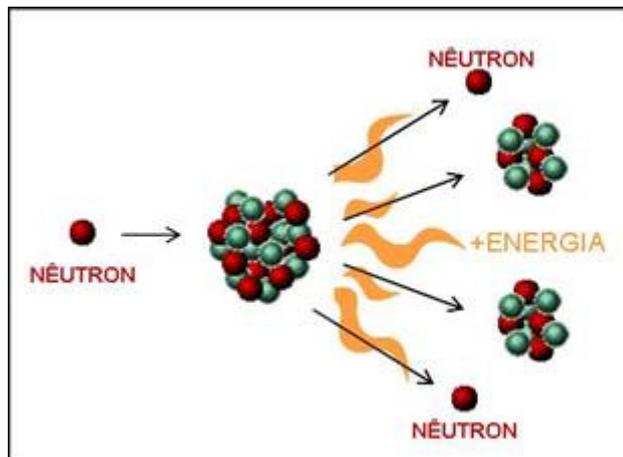


Figura 27: Fissão Nuclear. Fonte: 3BFISSÃO-E-FUSÃO-NUCLEAR (2011)

O processo de fissão dá origem à reação em cadeia, apresentada na Figura 28.

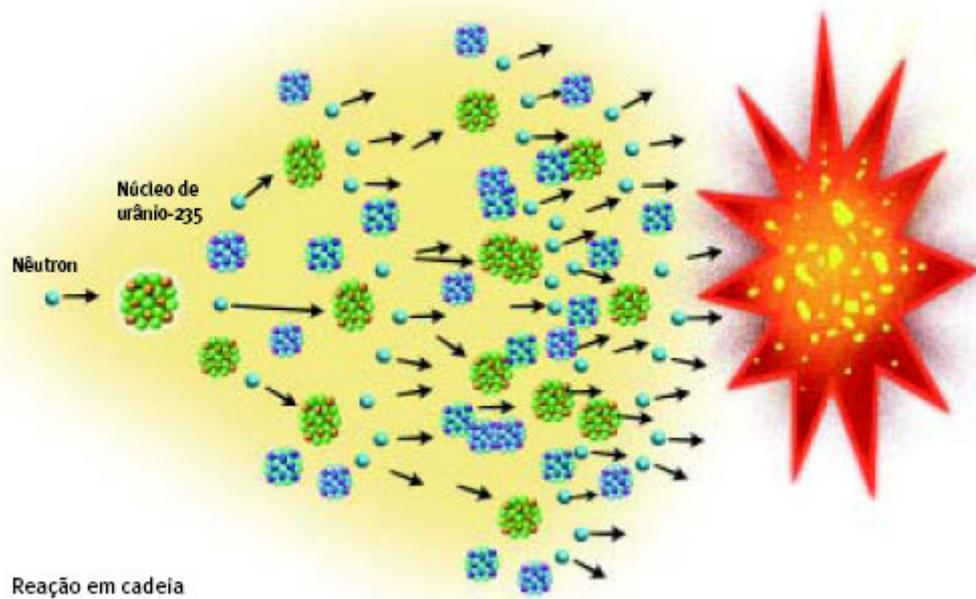


Figura 28: Reação em Cadeia. Fonte: BIODIESELBR

No circuito primário através da fissão e da reação em cadeia, a energia do núcleo do urânio é liberada em forma de calor. Apesar da alta temperatura, a água não evapora, pois é mantida sob forte pressão, passa pelo gerador de vapor onde irá aquecer a água do circuito secundário, este sim irá ferver e evaporar moverá a turbina conectada a um gerador que transformará a energia mecânica em energia elétrica.

O vapor é condensado voltando ao estado líquido, é resfriado pelo circuito terciário e novamente recomeça o processo. Não há contato entre as águas dos circuitos, apenas troca de calor. Veja o esquema na Figura 29.

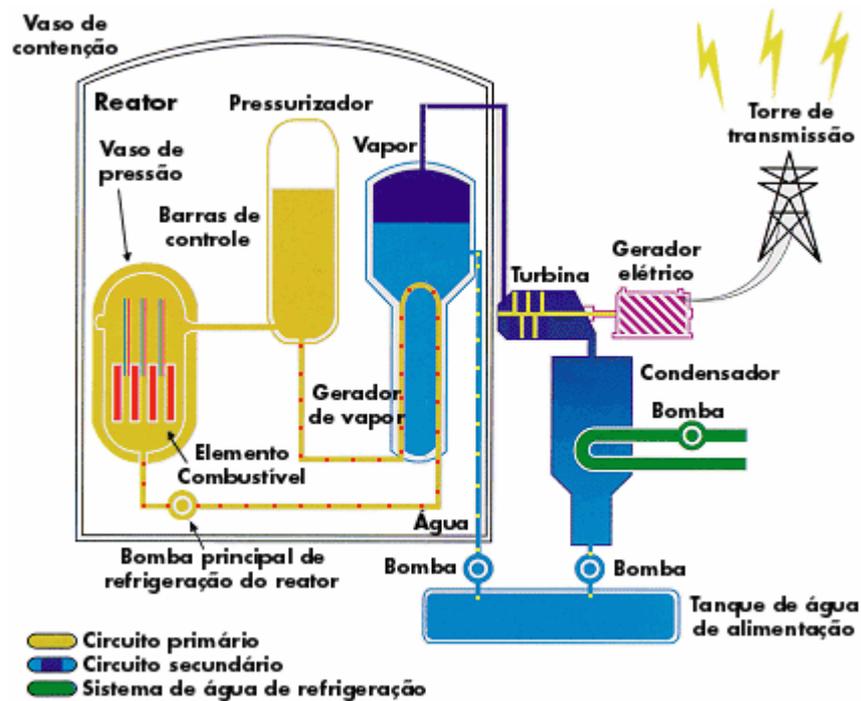


Figura 29: Ciclo de Geração Nuclear. Fonte: CNEN

O processo de geração é basicamente este, o que muda é o reator usado. Alguns modelos, tipo BWR (usados em Fukushima) e RBMK-1000 (usado em Chernobyl) não utilizam geradores de vapor. Já os PWR (usados no Brasil) são os mais utilizados em todo o mundo e também são considerados os mais seguros por utilizar gerador de vapor e ter sistemas de segurança mais eficientes.

Pode-se observar a diferença entre eles (Figura 30), os números referentes as usinas são de antes do acidente em Fukushima, ocorrido em 11 de março de 2011:

Diferenças entre usinas BWR e PWR



Figura 30: Diferença entre usinas BWR e PWR. Fonte: ELETRONUCLEAR (2011)

Após o acidente no Japão alguns países fecharam suas centrais nucleares, agora tem-se 434 usinas em todo o mundo com capacidade instalada de 367.540 GW (Figura 31). Outros 64 reatores estão em construção com capacidade de 61.642 MW, listados na Figura 32 (ELETRONUCLEAR, 2011).

433 Reatores em Operação		
AIEA Setembro 2011		
País	Unidades	Total MW(e)
AFRICA DO SUL	2	1800
ALEMANHA	9	12068
ARGENTINA	2	935
ARMENIA	1	375
BELGICA	7	5927
BRASIL	2	1884
BULGARIA	2	1906
CANADA	18	12569
CHINA + TAIWAN	21	16060
COREIA DO SUL	21	18698
ESLOVAQUIA	4	1816
ESLOVENIA	1	688
ESPAÑA	8	7514
FINLÂNDIA	4	2716
FRANÇA	58	63130
HOLANDA	1	482
HUNGRIA	4	1889
ÍNDIA	20	4391
IRÃ	1	915
JAPÃO	50	44102
MEXICO	2	1300
PAQUISTÃO	3	725
REINO UNIDO	18	10137
REP CZECA	6	3678
ROMENIA	2	1300
RUSSIA	33	23643
SUECIA	10	9298
SUIÇA	5	3263
UCRÂNIA	15	13107
USA	104	101240
Total:	434	367.540

Figura 31: Reatores em operação no mundo. Fonte: ELETRONUCLEAR (2011)

64 Reatores em construção por país AIEA Novembro 2011

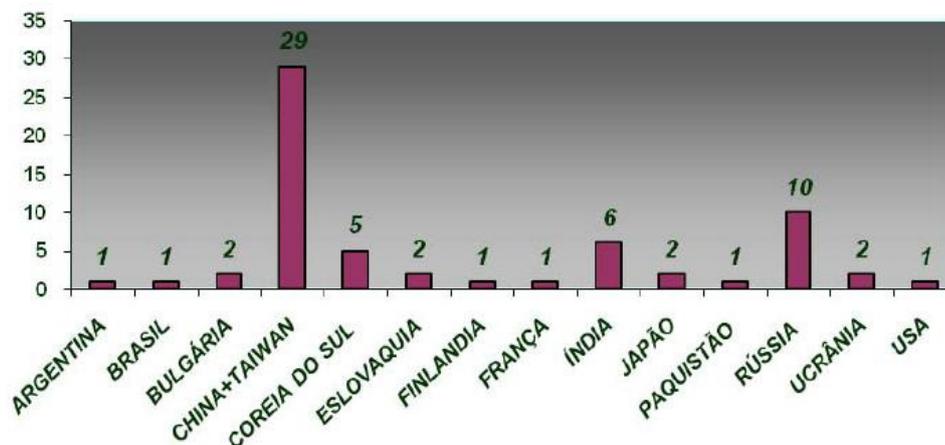


Figura 32: Reatores em construção no mundo. Fonte: ELETRONUCLEAR (2011)

A energia nuclear é responsável por 15% da geração global de energia, segundo a World Nuclear Association. Há planos para a construção de outros 155 reatores no mundo, a maior parte deles na Ásia (IHU).

O Brasil possui 2 reatores nucleares, Angra 1 e 2, e mais um em construção, Angra 3. Juntos, Angra 1 e 2 geram 2007 MW de energia elétrica, valor este que corresponde a 1,61% da matriz energética brasileira (ANEEL, 2011).

O Brasil possui a sexta maior reserva de urânio do mundo.

2.6.4.1 Pontos Positivos da Energia Nuclear

Segundo FRANSCISCO, os pontos positivos da energia nuclear são:

- As reservas de energia nuclear são muito maiores que as reservas de combustíveis fósseis;
- Comparada às usinas de combustíveis fósseis, a usina nuclear requer menores áreas;
- As usinas nucleares possibilitam maior independência energética para os países importadores de petróleo e gás;
- Não contribui para o efeito estufa;
- Não depende de condições climáticas como vento, Sol ou chuva para gerar energia.

2.6.4.2 Pontos Negativos da Energia Nuclear

Segundo FRANSCISCO, os pontos negativos da energia nuclear são:

- Os custos de construção e operação das usinas são muito altos;
- Possibilidade de construção de armas nucleares;
- Destinação do lixo atômico;
- Acidentes que resultam em liberação de material radioativo;
- O plutônio 239 leva 24.000 anos para ter sua radioatividade reduzida à metade, e cerca de 50.000 anos para tornar-se inócuo

2.6.4.3 Impacto Ambiental

Apesar de todos os problemas relacionados a energia nuclear, seu impacto ambiental é mínimo. O fato de não lançar poluentes na atmosfera, não depender de vento, Sol ou chuva para geração elétrica e ocupar um espaço pequeno comparado as outras formas de geração de energia, tornam a energia nuclear uma opção para geração limpa e eficiente.

O maior problema consiste em o que fazer com o rejeito nuclear que é tremendamente radioativo. Nenhum país no mundo possui um local definitivo para seu armazenamento que seria ideal em montanhas ou desertos.

Outra solução é o seu reprocessamento, o urânio descartado perde apenas 5% de sua energia e os outros 95% ainda podem ser utilizados através deste processo. Países com uma matriz nuclear grande como EUA, França e Japão já o utilizam reprocessar o urânio mais ainda é um recurso caro.

Após o acidente na usina nuclear de Fukushima, a Alemanha decidiu por desligar todas as suas 17 centrais nucleares até 2022. A matriz energética alemã é 22% nuclear e para suprir esta perda, o país irá utilizar usinas térmicas movidas a carvão, mais baratas, porém mais poluentes (OPINIÃO-NOTÍCIA).

2.6.4.4 Segunda Maior fonte de geração em 2011

No primeiro semestre de 2011, a energia nuclear foi a segunda maior fonte de geração do Brasil, só ficando atrás das hidrelétricas, responsáveis por 92,11% da energia fornecida ao Sistema Interligado Nacional (SIN) (ELETRONUCLEAR, 2011).

Nesse período, a central nuclear de Angra respondeu por 3,19% do mercado de energia elétrica nacional, produzindo 1793 MW médios. Em terceiro lugar, ficou o gás natural, com 2,16% da geração total do país. Completam a lista carvão (0,99%), biomassa (0,71%), óleo (0,66%) e eólica (0,18%). Os dados são do Operador Nacional do Sistema (ONS) (ELETRONUCLEAR, 2011).

A energia nuclear também respondeu por 41,39% da geração térmica nacional até o momento em 2011, ficando em primeiro lugar nesse quesito. Em seguida, vieram gás (27,98%), carvão (12,85%), biomassa (9,23%) e óleo (8,55%) (ELETRONUCLEAR, 2011).

2.6.4.5 Novos Reatores

O Westinghouse AP1000 (Figura 33) é um reator de água pressurizada que inclui recursos de segurança passiva para resfriar o reator após um acidente, sem a necessidade de intervenção humana. Este reator de quarta geração pode resfriar seu núcleo por até 3 dias sem eletricidade (Piore).

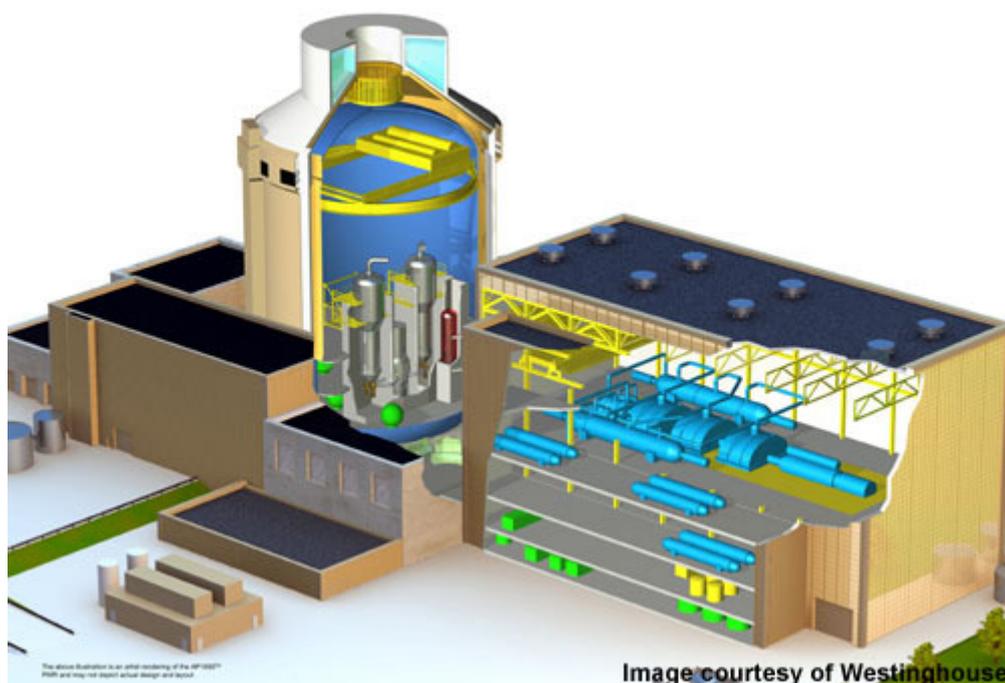


Figura 33: Reator Westinghouse AP1000. Fonte: POWER-TECHNOLOGY

A China colocou em andamento seu primeiro reator de nêutrons rápidos, chamado de quarta geração, uma tecnologia com a qual pretende reduzir seu consumo de urânio e minimizar a produção de dejetos radioativos, informou o Instituto Chinês de Energia Atômica (CIAE). Este reator experimental, de uma potência elétrica de 20 MW e que foi conectado à rede elétrica, é o resultado de mais de 20 anos de pesquisas. As reservas de urânio na China são limitadas e o país deverá importar esse mineral com o desenvolvimento de seu programa nuclear civil (UOL).

Encontra-se em desenvolvimento e pesquisa reatores que podem ser abastecidos com tório ao invés de urânio. O núcleo do tório absorve os nêutrons em excesso, resultando em urânio-233, um isótopo que não é encontrado na natureza. Isso libera energia suficiente para abastecer o acelerador de partículas, além de um excesso que pode conduzir uma usina. O tório também resolve o problema dos tratados de não proliferação nuclear, que proíbem os processos que podem produzir ingredientes de bomba atômica (ROMANZOTI).

Embora também seja radioativo - estando muito longe das fontes alternativas de energia realmente limpas - o tório produz menos danos do que o urânio. As maiores vantagens, segundo os cientistas, estão nas possibilidades de se reduzir a toxicidade dos resíduos das usinas e a maior simplicidade do ciclo do combustível nuclear (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA).

2.6.5 COGERAÇÃO DE ENERGIA

A cogeração de energia é um processo onde são geradas duas formas de energia ao mesmo tempo. O tipo mais comum é a cogeração de energia elétrica e energia térmica (tanto para calor quanto para frio), principalmente a partir do uso de biomassa, ou gás natural (FARIA).

A biomassa é um combustível que pode ser facilmente encontrado em algumas regiões e de baixo custo, além do que a emissão de poluentes é muito menor. Outro combustível muito utilizado para a cogeração é o gás natural, porém seu custo é um pouco maior (FARIA).

Por mais eficiente que seja um gerador termelétrico, a maior parte da energia contida no combustível usado para seu acionamento é transformada em calor e perdida para o meio-ambiente. Trata-se de uma limitação física que independe do tipo de combustível (diesel, gás natural, carvão, etc.) ou do motor (a explosão turbina a gás ou a vapor etc.). Por esta razão, no máximo 40% da energia usada em um gerador podem ser transformados em energia elétrica como mostra a Figura 34 (INEE).

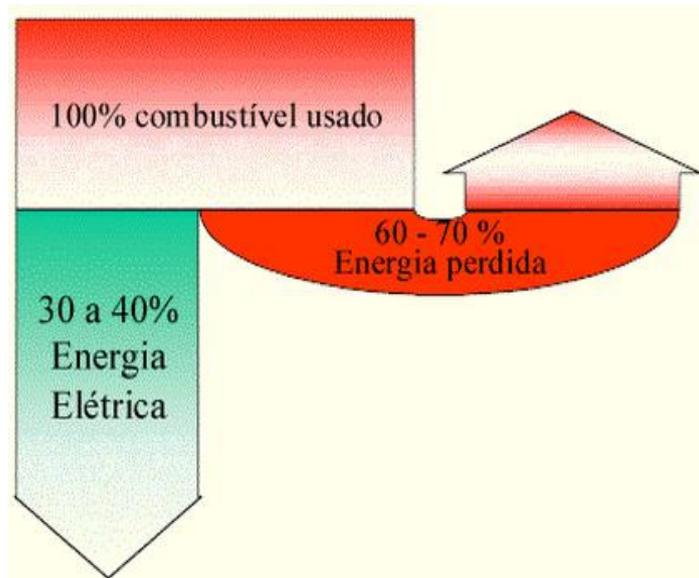


Figura 34: Esquema de perdas de termoelétricas. Fonte: INEE

Através da cogeração, é possível aproveitar o calor antes perdido, aumentando a eficiência energética do processo, a qual pode chegar a 85% da energia contida no combustível (EFICIÊNCIA-ENERGÉTICA).

Imaginemos uma enorme chaleira no fogo. Numa primeira etapa, o bagaço é queimado em caldeiras e gera vapor. O vapor de alta pressão alimenta uma turbina que produz energia elétrica, enquanto o vapor de baixa pressão é utilizado no processo produtivo da usina (COMCIENCIA). Veja o esquema na Figura 35:

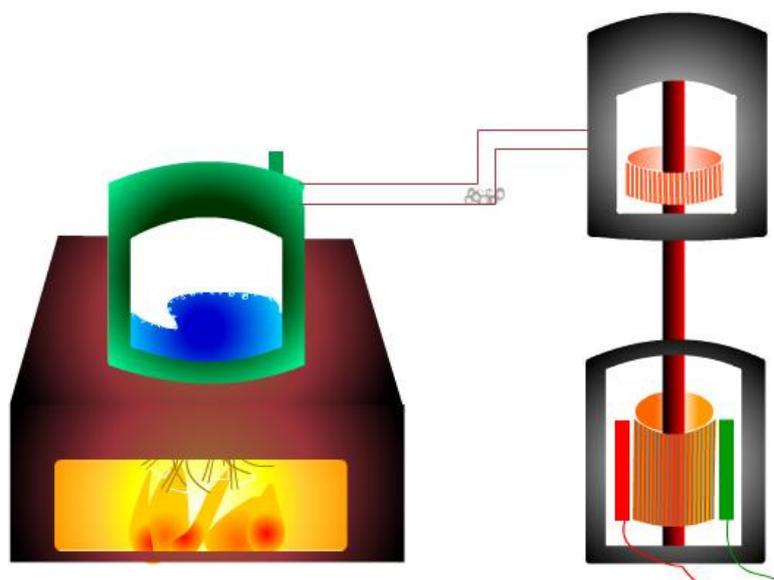


Figura 35: Esquema de cogeração. Fonte: COMCIENCIA

Pela cogeração, o usuário é próprio fornecedor de energia, evitando o risco de oscilações de carga na rede, principalmente nos chamados horários de pico. O produtor pode inclusive vender a energia excedente às distribuidoras (COPEN).

Os sistemas de cogeração mais utilizados são a turbinas a gás, turbina a vapor, motores alternativos e célula de combustível, sendo as diferenças entre eles a relação entre as necessidades em energia térmica e elétrica, os custos da instalação e da exploração e os níveis de emissões e de ruídos. Estes sistemas abrangem os diferentes combustíveis e potências (EFICIÊNCIA ENERGÉTICA).

Apesar das vantagens da cogeração, ela tem como limitação o fato de o calor produzido só poder ser usado perto do centro produtor, devido à dificuldade no transporte. Isto limita as instalações de cogeração a unidades pequenas, em comparação com as centrais térmicas convencionais (SELFENERGY).

As centrais de cogeração podem ter potências que vão desde os 15 KW até várias dezenas de Megawatts. Por isso, um sistema de cogeração pode ser instalado tanto em pequenos agregados habitacionais, como em indústrias de grande dimensão.

As mudanças que ocorreram no setor energético nos últimos anos vão ao sentido de incentivar a produção local de energia, aumentando a eficiência e diminuindo o custo. Ao mesmo tempo, a tecnologia de cogeração energética evolui cada vez mais, fazendo com que seja uma alternativa aos processos convencionais de produção de energia (SELFENERGY).

Segundo a ANEEL, o Brasil possui 67 termoelétricas com cogeração gerando 2288 MW de energia.

Algumas vantagens da cogeração, segundo o COGEN, são:

- Menor custo de energia (elétrica e térmica);
- Maior confiabilidade de fornecimento de energia;
- Melhor qualidade da energia produzida;
- Evitar custos de transmissão e de distribuição de eletricidade;
- Maior eficiência energética;
- Menor emissão de poluentes (vantagens ambientais);
- Criar novas oportunidades de trabalho e de negócios.

2.7 ENERGIA EÓLICA



Figura 36: Aerogeradores. Fonte: DEMOCRACIA-POLÍTICA (2011)

A energia eólica é a energia que provém do vento. O termo eólico vem do latim *aeolicus*, pertencente ou relativo à Éolo, Deus dos ventos na mitologia grega e, portanto, pertencente ou relativo ao vento. Desde a antiguidade este tipo de energia é utilizado pelo homem, principalmente nas embarcações e moinhos (EXPLICATORIUM).

Atualmente, a energia eólica, embora pouco utilizada, é considerada uma importante fonte de energia por se tratar de uma fonte limpa (não gera poluição e não agride o meio ambiente) (SUA-PESQUISA).

Grandes turbinas (aerogeradores), em formato de cata-vento, são colocadas em locais abertos e com boa quantidade de vento. Através de um gerador, o movimento destas turbinas gera energia elétrica (SUA-PESQUISA).

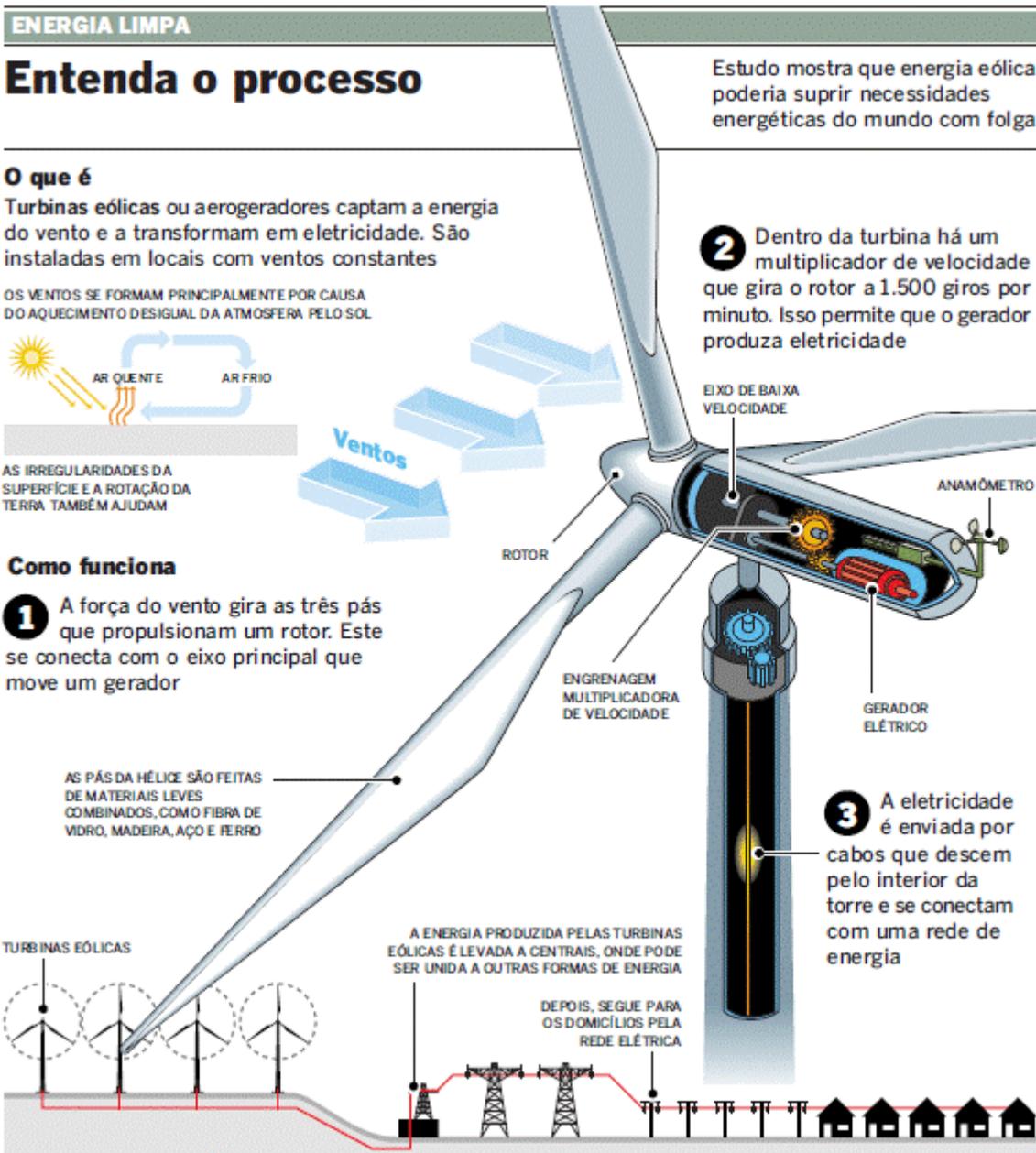


Figura 37: Ciclo da Geração Eólica. Fonte: TUDO-SOBRE-ENERGIAS

A turbina de energia eólica mais simples possível consiste em três partes fundamentais (Figura 37):

- **Pás do rotor:** as pás são, basicamente, as velas do sistema. Em sua forma mais simples, atuam como barreiras para o vento. Quando o vento força as pás a se mover, transfere parte de sua energia para o rotor (LAYTON).

- **Eixo:** o eixo da turbina eólica é conectado ao cubo do rotor. Quando o rotor gira, o eixo gira junto. Desse modo, o rotor transfere sua energia mecânica rotacional para o eixo, que está conectado a um gerador elétrico na outra extremidade (LAYTON).
- **Gerador:** Quando o rotor gira o eixo, este gira o conjunto de ímãs que, por sua vez, gera tensão na bobina. Essa tensão induz a circulação de corrente elétrica através das linhas de energia elétrica para distribuição (LAYTON).

Quanto maior o diâmetro do rotor, maior será a potência gerada pelo aerogerador. A Figura 38 dá uma idéia dos tamanhos normais dos aerogeradores. Uma turbina típica com um gerador elétrico de 600 kW possui um rotor de 44 m. Dobrando-se o diâmetro obtêm-se uma área quatro vezes maior. Significa uma potência também quatro vezes maior (ENGMECJ, 2009).

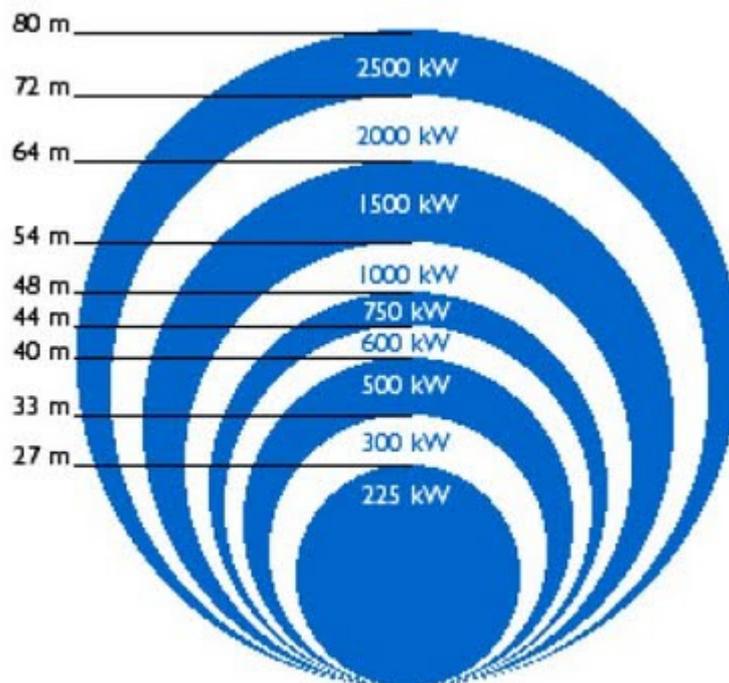


Figura 38: Potência de Aerogeradores. Fonte: ENGMEC (2009)

Atualmente o Brasil possui 66 Parques Eólicos que juntos geram 1324 MW, assim, contribuem com 1.06% na matriz energética do país (ANEEL, 2011).

O Brasil tem um potencial eólico estimado em 143 mil MW (cerca de dez hidrelétricas de Itaipu) e poderá dobrar com o advento de torres mais altas que as atualmente usadas (Goy, 2010).

O cálculo dos 143 mil MW foi feito levando-se em conta aerogeradores de 50 metros de altura. Porém, já estão sendo desenvolvidas torres mais altas, de 80 a 100 metros de altura, com isto, este potencial tende a dobrar (GOY, 2010).

Osório, o maior Parque Eólico do Brasil, possui 75 aerogeradores e produz 150 MW, 2 MW por aerogerador (VENTOS-DO-SUL).

Em alguns países como a Inglaterra, aerogeradores foram construídos no mar afim de um melhor aproveitamento do vento, como mostra a Figura 38:



Figura 39: Parque eólico no mar. Fonte: INFO (2010)

2.7.1 Aerogerador de Eixo Vertical

Os rotores de eixo vertical são geralmente mais baratos que os de eixo horizontal, pois apenas o rotor gira enquanto o gerador fica fixo. No entanto, são menos eficientes que os rotores horizontais. Sua principal vantagem é a de não necessitar de mecanismo para ajustar o direcionamento do rotor, simplificando os mecanismos de transmissão de potência (TASOKO).

Como desvantagem observou o fato de que suas pás têm constantemente alterados os ângulos de ataque e de deslocamento em relação à direção dos ventos, o que limita seu rendimento e causa vibrações na estrutura (TASOKO).

Os principais modelos são:

- **Rotor Savonius** (Figura 40): Tem uma curva de rendimento em relação à velocidade similar à do modelo horizontal multipás, mas numa faixa reduzida e de menor amplitude. É indicado para pequenos sistemas de bombeamento de água. Eficiência: 20% (TASOKO)

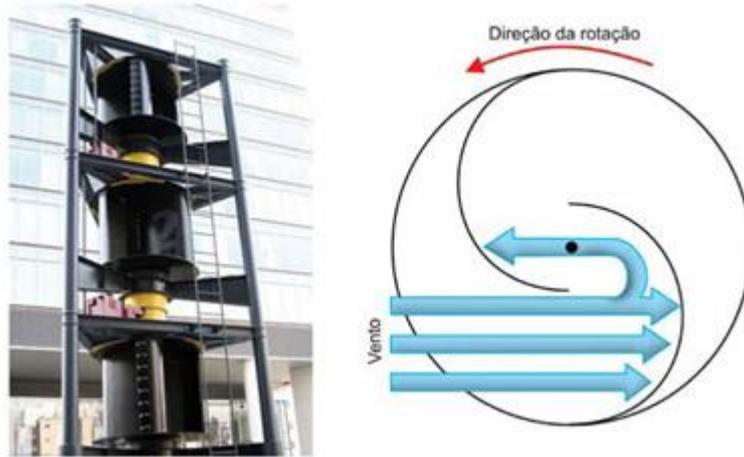


Figura 40: Rotor Savonius. Fonte: TASOKO

- **Rotor Darrieus** (Figura 41): Tem uma curva de rendimento similar à dos rotores horizontais de três pás, porém, apesar de indicado para uso em aerogeradores, ele é pouco utilizado. Eficiência: 40%. (TASOKO)



Figura 41: Rotor Darrieus. Fonte: TASOKO

2.7.2 Pontos Positivos da Energia Eólica

Segundo RODRIGUES e WIND-POWER, os pontos positivos da Energia Eólica são:

- Transformação limpa de um recurso energético natural, o vento, não produzindo resíduos poluentes;
- O sistema é bastante durável;
- Trazem oportunidades de eletrificação de regiões remotas;
- Sua tecnologia e flexibilidade podem ser usadas para alimentar isoladamente residências (Figura 42) e edifícios (Figura 43);
- A vida útil de uma turbina é de 20 anos;
- Os projetos são simples e baratos de fazer;
- A conversão de energia eólica em energia elétrica é eficiente (59% de rendimento teórico).



Figura 42: Aproveitamento eólico residencial. Fonte: AEROGERADOR-RESIDENCIAL

Na figura 42, tem-se um resort residencial em Praia Grande-SP com uma aplicação do aproveitamento eólico em um conjunto residencial.



Figura 43: Aproveitamento Eólico em prédio. Fonte: INHABITAT (2008)

A Figura 43 mostra o Bahrain World Trade Center, que utiliza um conjunto de geradores eólico e que correspondem entre 10 e 15% da energia consumida pelas duas torres (INHABITAT).

2.7.3 Pontos Negativos da Energia Eólica

Segundo RODRIGUES, os pontos negativos da Energia Eólica são:

- Poluição visual e sonora;
- As pás das turbinas produzem sombras e reflexos móveis que também são indesejáveis nas áreas residenciais;
- Pode ocorrer mortalidade de vários tipos de aves por baterem em vários pontos do aerogerador;
- As baterias são consideradas o ponto crítico do sistema, pela pouca durabilidade;
- Necessita de ventos constantes, nem muito fracos e nem muito fortes.

2.7.4 Impacto Ambiental

Recentemente estão circulando notícias, principalmente pela internet, de ações judiciais e queixas sobre poluição sonora e visual, sobre desvalorização imobiliária das propriedades vizinhas dos gigantes cataventos, alteração nos componentes geoambientais (água, solo, morfologia, topografia e paisagem), alteração dos fluxos das marés e até alegações mais extremas como a que atribui aos sons e vibrações dos aerogeradores impactos fisiológicos como taquicardia, náuseas e visão turva (PIOLI).

Em vez de erguerem-se bandeiras antiventos e alçarem-se vozes contrárias à instalação de parques eólicos, há que se exigir o estabelecimento de critérios técnicos que conduzam a diligências eficazes e conscientes para diminuir os inevitáveis impactos sobre o meio ambiente (PIOLI).

2.8 ENERGIA SOLAR

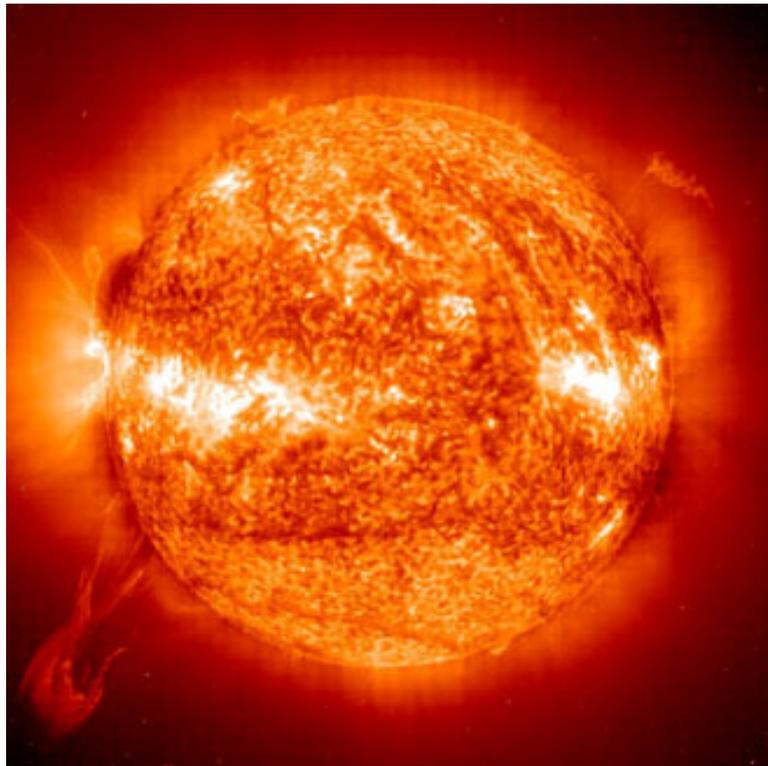


Figura 44: Imagem do Sol. Fonte: PAI-DOS-BESTAS (2011)

A radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoeletrico e o fotovoltaico (CERPCH).

O aproveitamento térmico para aquecimento de fluidos é feito com o uso de coletores ou concentradores solares. Os coletores solares são mais usados em aplicações residenciais e comerciais (hotéis, restaurantes, clubes, hospitais etc.) para o aquecimento de água (higiene pessoal e lavagem de utensílios e ambientes) (CERPCH).

A quantidade de energia gerada por uma usina solar está diretamente ligada à quantidade de Sol que incide sobre a região a cada dia e à área de painéis de cada usina. O Brasil ainda é incipiente no uso da energia solar, mas países como Alemanha, Portugal, México e Canadá já possuem diversos parques de geração de energia solar (FORTE, FERRAZ, 2011).

Esta é uma forma totalmente limpa de geração de energia e a tendência é que seu uso se intensifique. O custo de produção ainda é bastante elevado e os investimentos até o momento dependem de incentivos governamentais (FORTE, FERRAZ, 2011).

2.8.1 ENERGIA TERMOSOLAR OU CONCENTRAÇÃO



Figura 45: Usina Termosolar. Fonte: CAJAZEIRAS (2011)

A geração elétrica termosolar ou concentração é simples, espelhos solares acompanham o movimento do Sol e refletem os raios solares em um receptor localizado

no alto de uma torre, a temperatura alcança mais de 400°C, ferve a água que se transforma em vapor e move uma turbina gerando assim energia elétrica como mostra a Figura 46:



Figura 46: Esquema termosolar. Fonte: ELEKTRO

Embora a geração seja limpa, é necessária uma enorme quantidade de espelhos solares espalhados por uma grande área o que nem sempre tornando viável a geração em grande escala.

Em outro modelo os espelhos solares concentram a luz solar em tubos cujos quais contêm óleo que irá aquecer e ferver a água em um outro circuito que irá evaporar e moverá a turbina.



Figura 47: Concentração do calor em tubos. Fonte: PRALON (2011)

Em Sevilha na Espanha, a usina termosolar Gemasolar, se tornou a primeira a usina comercial a fornecer energia durante a noite.

A Gemasolar produz 19,9 MW de Energia Solar Concentrada, através de um sistema do tipo “power tower”, que consiste em uma matriz de 2650 heliostats (espelhos) que conduzem a radiação solar para o topo de uma de torre central de 140 m de altura. A radiação aquece sais fundidos que circulam no interior da torre a temperaturas de mais de 500 ° C (932 ° F). Os sais fundidos quentes são então armazenados em tanques especialmente projetados para manter as altas temperaturas. Este inovador sistema de armazenamento de calor permite que a usina gera eletricidade por até 15 horas sem radiação solar (ZYGA, 2011).

2.8.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



Figura 48: Usina Fotovoltaica. Fonte: REVISTA-GALILEU

A energia fotovoltaica resulta da transformação direta da luz em energia elétrica por meio de células geralmente à base de silício. Para obter um potencial suficiente, as células devem estar associadas entre si para constituírem um painel solar. Como os painéis fotovoltaicos produzem correntes contínuas (como as pilhas), é necessário convertê-las,

com ajuda de um conversor, em corrente alternativa (comparável àquela que alimentam os aparelhos de televisão, os computadores, as geladeiras, etc.) (MOURÃO, 2003).

Quando a luz atinge as células, os fótons transferem sua energia aos elétrons semi-condutores, que saltam para fora, gerando uma corrente elétrica capaz de viajar através de um circuito externo (Figura 49) (KINSOLAR).

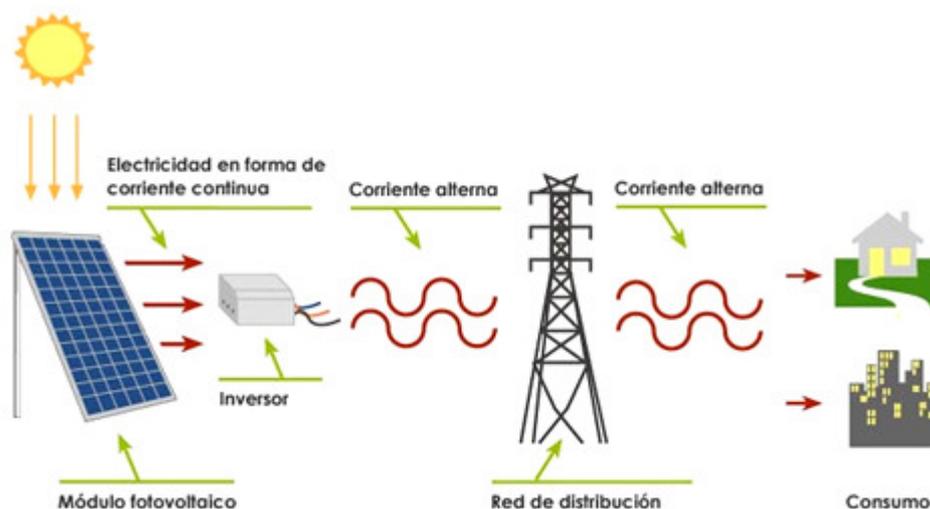


Figura 49: Geração Fotovoltaica. Fonte: KINSOLAR

A energia fotovoltaica é cara e muitas das vezes a construção dos painéis consome mais energia do que a geração em si e ocupam uma área muito grande. Mesmo assim é uma boa alternativa para eletrificação em pequena escala de indústrias ou locais isolados com boa incidência de Sol e de difícil acesso.

A maior usina fotovoltaica do mundo está em Rovigo (Figura 48) ao norte da Itália. Tem uma capacidade instalada de 70 MW, o bastante para atender 17 mil casas e abrange uma área de 850 mil metros quadrados (120 campos de futebol) (SUNEDISON).

2.8.3 Pontos Positivos da Energia Solar

Segundo PPW, os pontos positivos da energia solar são:

- A energia solar não polui durante seu uso. A poluição decorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos

painéis solares é totalmente controlável utilizando as formas de controles existentes atualmente;

- As centrais necessitam de manutenção mínima;
- Os painéis solares são a cada dia mais potente ao mesmo tempo em que seus custos vêm decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável;
- A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga enormes investimentos em linhas de transmissão;
- Em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética, sua utilização ajuda a diminuir a demanda energética nestes e conseqüentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão.

2.8.4 Pontos Negativos da Energia Solar

Segundo EXPLICATORIUM, os pontos negativos da energia solar são:

- Um painel solar consome uma quantidade enorme de energia para ser fabricado. A energia para a fabricação de um painel solar pode ser maior do que a energia gerada por ele;
- Os preços são muito elevados em relação aos outros meios de energia;
- Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação atmosférica (chuvas, neve), além de que durante a noite não existe produção alguma, o que obriga que existam meios de armazenamento da energia produzida durante o dia em locais onde os painéis solares não estejam ligados à rede de transmissão de energia;
- Locais em latitudes médias e altas (Ex: Finlândia, Islândia, Nova Zelândia e Sul da Argentina e Chile) sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar. Locais com freqüente

cobertura de nuvens (Curitiba, Londres), tendem a ter variações diárias de produção de acordo com o grau de nebulosidade;

- As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas, por exemplo, aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), a energia hidroelétrica (água) e a biomassa (bagaço da cana ou bagaço da laranja).

O Brasil terá sua primeira usina solar licenciado com potência instalada de 50 MW. A usina será instalada na região nordeste do país, na cidade de Coremas, na Paraíba, a tecnologia utilizada será a concentração (OGLOBO, 2011).

A CEMIG irá construir uma usina solar fotovoltaica experimental com potencia instalada de 3 MW em Sete Lagoas. O objetivo do projeto é desenvolver na CEMIG o conhecimento necessário para tornar, no futuro, a geração de energia solar viável e benéfica para a Empresa, o setor elétrico brasileiro e a sociedade (CEMIG, 2011).

A usina será construída em um terreno de oito hectares, cedido pela Prefeitura de Sete Lagoas. O parque gerador contará com três unidades, uma de grande porte com capacidade de geração de 2,5 MW, a segunda de médio porte de 0,45 MW e a terceira equipada com modernas tecnologias para realização de estudos e pesquisas (CEMIG, 2011).

2.8.5 Impacto Ambiental

A energia solar é importante na preservação do meio ambiente, pois tem muitas vantagens sobre as outras formas de obtenção de energia, como: não ser poluente, não influir no efeito estufa, não precisar de turbinas ou geradores para a produção de energia elétrica, mas tem como desvantagem a exigência de altos investimentos para o seu aproveitamento. Para cada metro quadrado de coletor solar instalado evita-se a inundação de 56 metros quadrados de terras férteis, na construção de novas usinas hidrelétricas (AMBIENTE BRASIL).

Os painéis solares não podem ser descartados livremente, são compostos de alguns elementos químicos nocivos a natureza.

2.8.6 TINTA FOTOVOLTAICA

Pesquisadores da Universidade do Texas, nos Estados Unidos, desenvolvem uma nova forma de aplicação da energia solar. Células solares em formato de tinta poderão ser aplicadas em superfícies plásticas, de aço inoxidável ou ainda serem colocadas em impressoras. Com isso, poderão converter a luz do sol em energia elétrica (Figura 50) (GLOBO, 2009).

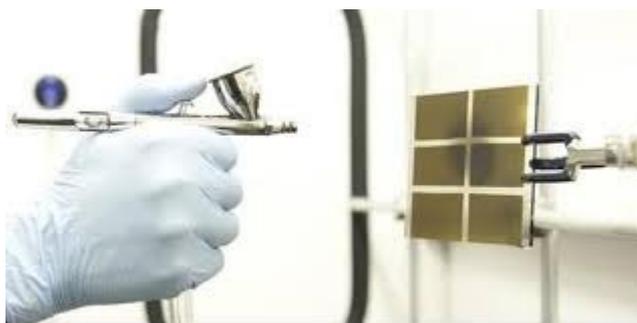


Figura 50: Tinta Fotovoltaica. Fonte: GLOBO (2009)

A invenção pode vir a substituir o modo de produção das conhecidas placas solares, que necessitam de altas temperaturas e tem um custo bastante elevado, como diz o engenheiro químico e um dos responsáveis pela idéia, Brian Korgel. ‘O sol fornece uma fonte ilimitada de energia, mas as atuais tecnologias de captação dessa energia são bastante caras e dificilmente conseguem competir com os combustíveis fósseis’, diz. ‘Tinta solar’ é mais barata e causa menos danos ao meio ambiente (GLOBO, 2009).

As células fotovoltaicas, ou células solares, que compõem as placas de energia solar são tradicionalmente feitas de silício. A tecnologia utilizada pela Universidade do Texas propõe uma substituição desse material pela ‘tinta solar’, que utiliza CIGS – seleneto de cobre, índio e gálio – nanopartículas de absorção de luz do Sol. Elas são mais baratas e causam menos danos ao meio ambiente, de acordo com Korgel (GLOBO, 2009).

Até agora, o protótipo desenvolvido conseguiu uma eficiência de 1% de conversão de luz solar em energia elétrica, no entanto, a meta é chegar a 10%, o que pode ser atingido em um prazo de até 5 anos. ‘Se chegarmos a 10%, haverá um verdadeiro potencial de comercialização. Dessa forma, a tinta poderá ser usada entre 3 e 5 anos’, afirma (GLOBO, 2009).

2.9 HIDRELÉTRICA



Figura 51: Imagem de usina hidrelétrica. Fonte: GOMES (2011)

A geração hidrelétrica provém em se utilizar a força da água para geração de energia elétrica. Esta geração pode ser feita usando a força da gravidade através da construção de barragens formando reservatórios ou aproveitando a força das correntezas dos rios através do sistema a fio d'água. Veremos a seguir.

2.9.1 HIDRELÉTRICA POR BARRAGEM DE GRAVIDADE

Utilizando os desníveis naturais dos rios, são construídas barragens em sua parte mais profunda para o represamento de água que será utilizada na geração de energia elétrica.

Através de tomadas d'água, a água desce pela força da gravidade através de condutos forçados e move as pás de uma turbina que estão acopladas ao gerador.

A energia mecânica da turbina aciona um gerador que produz a energia elétrica (Figura 52). Quanto maior for o desnível do rio e maior for a diferença de altura entre a tomada d'água e a turbina, maior será a energia gerada.

A construção da barragem para acumulo de água se dá principalmente para se ter reserva de água durante o período seco com estiagem das chuvas, assim, com o reservatório cheio, haverá água para geração de energia elétrica.

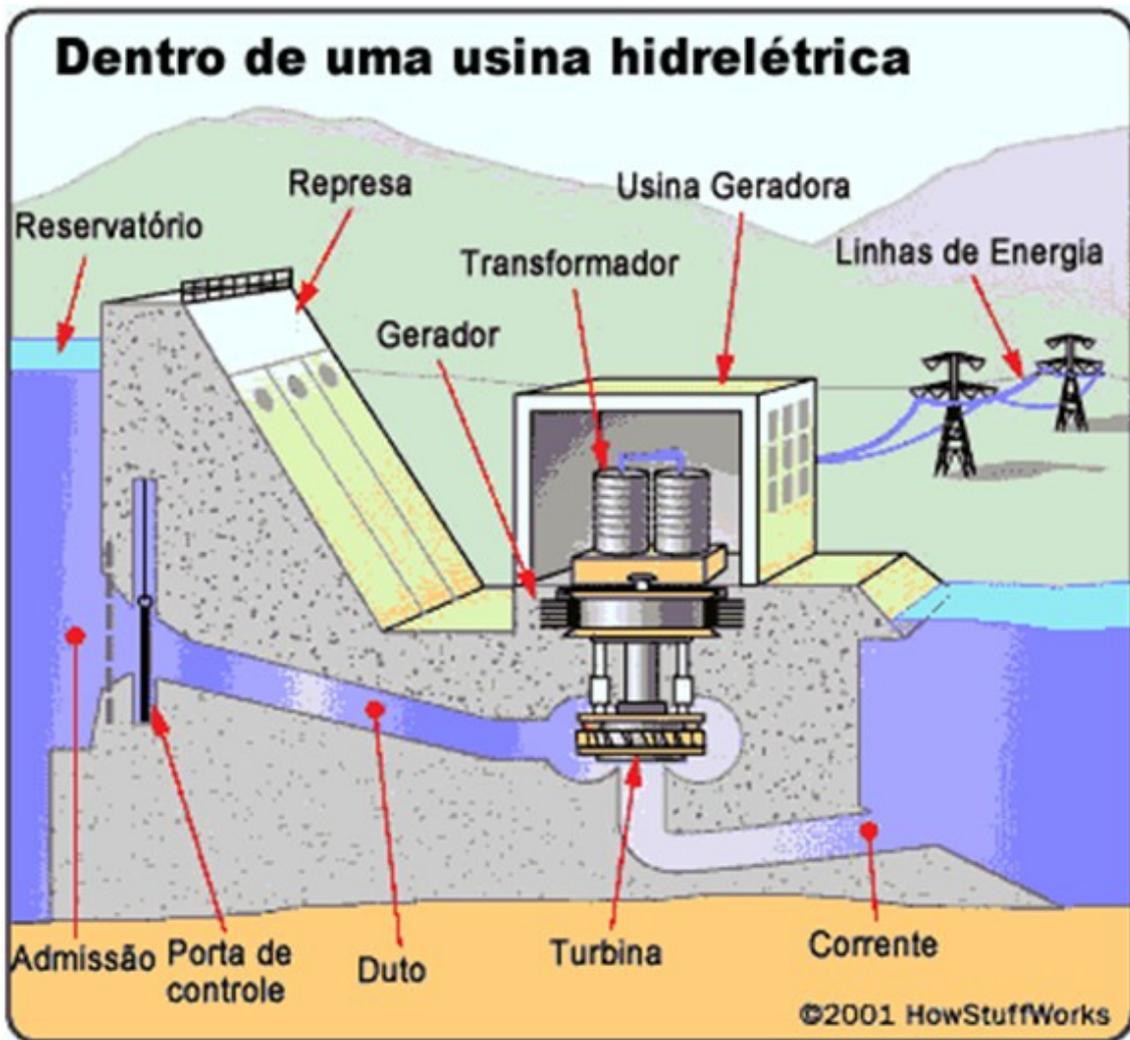


Figura 52: Geração hidrelétrica. Fonte: Silva (2011).

Hidrelétricas também possuem vertedouros em suas barragens, é o local por onde a água escoava quando o reservatório está muito cheio. Isso ocorre para evitar danos a estrutura da barragem, a água que por lá passa não gera energia, é simplesmente eliminada (Figura 53). Também pode ser chamado de vertedor, sangrador ou sangradouro.



Figura 53: Vertedouro aberto. Fonte: CALDAS

2.9.2 HIDRELÉTRICA A FIO D'ÁGUA

São as usinas do tipo das que estão em construção atualmente no Brasil, como as de Jirau e Santo Antônio, no rio Madeira e Belo Monte no Rio Xingu, todas no estado do Pará. Por não terem reservatórios essas usinas causam menos problemas socioambientais na região onde são construídas, sendo, portanto mínima a inundação de terras vizinhas ao leito natural do rio (ILUMINA).

Como consequência essas usinas a fio d'água, em geral, sofrem grande variação da vazão de água do rio ao longo do ano, sendo obrigadas a diminuir sua geração de energia elétrica no período de estiagem. Essa diminuição da capacidade de geração precisa comumente ser compensada por geração de outras fontes, como termelétricas de diversos tipos. (ILUMINA)

Devido à volatilidade das usinas a fio d'água, se discutem o que é mais viável, hidrelétricas com grandes reservatórios com água disponível no período seco ou fios d'água com menor área alagada, menor impacto ambiental e menor rendimento no período seco.

2.9.3 PCH

Outra forma de se aproveitar as águas dos rios para a geração de energia elétrica é através das Pequenas Centrais Hidrelétricas, ou PCHs (Figura 54).

De acordo com a resolução nº 394 - 04-12-1998 da ANEEL, PCH é toda usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1 MW e inferior a 30 MW. Além disso, a área do reservatório deve ser inferior a 3 km². Uma PCH típica normalmente opera a fio d'água, com isso, em ocasiões de estiagem a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas, causando ociosidade (PORTAL-PCH).

Em outras situações, as vazões são maiores que a capacidade de engolimento das máquinas, permitindo a passagem da água pelo verteredouro. Por esse motivo, o custo da energia elétrica produzida pelas PCHs é maior que o de uma usina hidrelétrica de grande, onde o reservatório pode ser operado de forma a diminuir a ociosidade ou os desperdícios de água (PORTAL-PCH).

Entretanto as PCHs são instalações que resultam em menores impactos ambientais e se prestam à geração descentralizada. Este tipo de hidrelétrica é utilizado principalmente em rios de pequenos e médios portes que possuam desníveis significativos durante seu percurso, gerando potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas (PORTAL-PCH).

Existem 417 PCHs em operação no Brasil, na Figura 54, a imagem de uma delas em operação.



Figura 54: PCH. Fonte: Jataí

2.9.4 CGH

Central Geradora Hidrelétrica ou MCH, Micro Central Hidrelétrica (Figura 54), são usinas com potência instalada de até 1 MW. Necessitam apenas de um simples registro para funcionar (ELO). Existem 364 CGHs em operação no Brasil (Figura 4).

CENTRAL GERADORA HIDRELÉTRICA – TOMADA DE ÁGUA



Figura 55: Central Geradora Hidrelétrica. Fonte: METODO-EVENTOS

Usinas hidrelétricas é a principal forma de geração de energia no Brasil (Figura 1), o país possui uma das maiores bacias hídricas do mundo e também domina este tipo de tecnologia.

2.9.5 Pontos positivos de usinas hidrelétricas

Segundo BELLA, os aspectos positivos de usinas hidrelétricas são:

- Não gera poluição direta;
- Transformação limpa do recurso energético natural;
- Não há resíduos poluentes;
- Baixo custo da geração de energia;

- O aproveitamento hidrelétrico proporciona outros usos tais como irrigação, navegação e amortecimentos de cheias;
- Crescimento do turismo na região;
- A água é um recurso renovável.

2.9.6 Pontos negativos de usinas hidrelétricas

Segundo BELLA, os pontos negativos de usinas hidrelétricas são:

- Desapropriação de terras produtivas pela inundação;
- Perda de vegetação e da fauna terrestres causado pela construção do reservatório;
- Realocação e desapropriação de moradores;
- Interferência na migração dos peixes;
- Alterações na fauna do rio;
- Perdas de heranças históricas e culturais;
- Alterações em atividades econômicas e usos tradicionais da terra.

2.9.7 Impacto Ambiental

Apesar de sua relativa fácil construção e viabilidade, hidrelétricas causam muitos impactos ambientais e sociais se comparada com outras formas de geração de energia. A inundação de florestas no enchimento dos reservatórios fará com que as árvores submersas liberem gás metano, gás este que contribuí com o aumento do efeito estufa.

Mas não é só isso, a água também fica mais ácida afetando a vida de peixes e demais animais aquáticos. A população que vive as margens dos rios também sofre, muitos têm que abandonar suas casas para nunca mais voltar já que com o enchimento do reservatório, as mesmas ficarão de baixo d'água.

Segundo a EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 60% do potencial hídrico brasileiro está na Amazônia. Já existe um estudo para se aproveitar este potencial. Por outro lado, segundo Portal G1, existem 62 hidrelétricas previstas para a região do Pantanal nos próximos 9 anos, apenas uma é de grande porte e todas elas contribuirão com 1,33% na matriz energética.

A hidrelétrica de Belo Monte em construção no Rio Xingu no Pará, maior empreendimento em construção, vem sendo alvo de duras críticas. Com uma potencia nominal de 11233 MW, será a terceira maior do mundo, mas devido sua característica de fio d'água terá 4571 MW médios assegurados (NORTE ENERGIA, 2011).

2.9.8 REPOTENCIAÇÃO

Outra forma de se conseguir gerar mais energia através de usinas hidrelétricas seria através da Repotenciação de antigas usinas, com isso, se aumenta a confiabilidade, segurança, geração de energia e diminui os custos com manutenção, além de um eventual aumento da energia assegurada da usina.

A EPE (Empresa de Pesquisa Energética) divulgou um relatório em Junho de 2008 sobre a primeira avaliação de repotenciação de hidrelétricas com mais de 20 anos de idade e potencia instalada maior que 30 MW. Primeiramente foram identificadas as usinas que poderiam ser repotenciadas. Os cálculos foram feitos pelo modelo SUIISHI-O que é o modelo de simulação a usinas individualizadas (EPE, 2008).

Foram selecionadas 67 usinas, mas devido particularidades, 44 usinas foram consideradas totalizando 24053 MW (EPE, 2008). O resultado indicou que a repotenciação não agregam valores que dispensem a utilização de novas fontes de energia, o aumento de potência no SIN (Sistema Interligado Nacional) seria de 605 MW (EPE, 2008).

A repotenciação deve primeiramente preservar a capacidade de geração da usina e depois, caso seja viável, compor a expansão de energia elétrica (EPE, 2008).

2.10 FUSÃO NUCLEAR

Há muito tempo cientistas sonham aproveitar a fusão nuclear, fonte de energia das estrelas, para abastecimento energético seguro, limpo e praticamente ilimitado. Mas apesar de um reator estar próximo de ser construído, céticos questionam: será que um dia ele vai funcionar? (MOYER)

Fusão nuclear é a união dos prótons e nêutrons de dois átomos para formar um único núcleo atômico, de peso superior àqueles que lhe deram origem. Nesse processo, é liberada uma quantidade de energia equivalente à diferença entre a energia de ligação do novo átomo e a soma das energias dos átomos iniciais. São as reações de fusão nuclear que

forneem a energia irradiada pelo Sol, pela fusão de quatro átomos de hidrogênio para formar um átomo de hélio (COLA-DA-WEB).

A fusão nuclear é um tipo de reação que produz imensas quantidades de energia. Ela ocorre naturalmente no interior do Sol, gerando a energia térmica que necessitamos para sobreviver na Terra. A temperatura de 14.000.000 °C (quatorze milhões de graus Celsius), os núcleos de dois átomos de hidrogênio se fundem ou unem liberando energia (Figura 56) (COLA-DA-WEB).

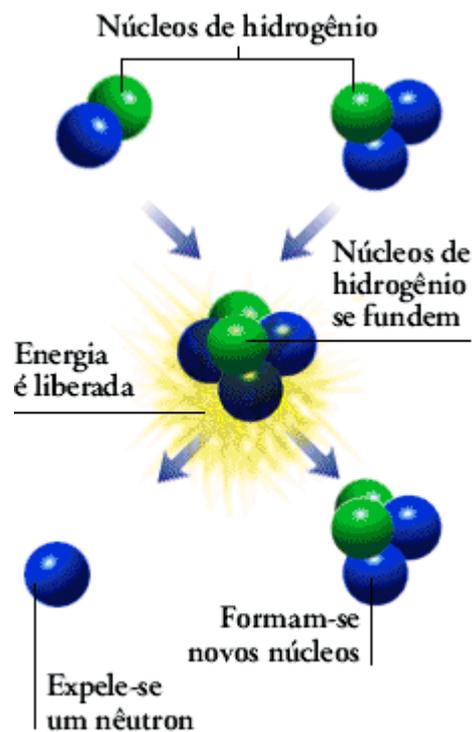


Figura 56: Fusão Nuclear. Fonte: COLA-DA-WEB

2.10.1 Como funciona um reator de fusão nuclear?

A Figura 57 apresenta os componentes de um reator nuclear.

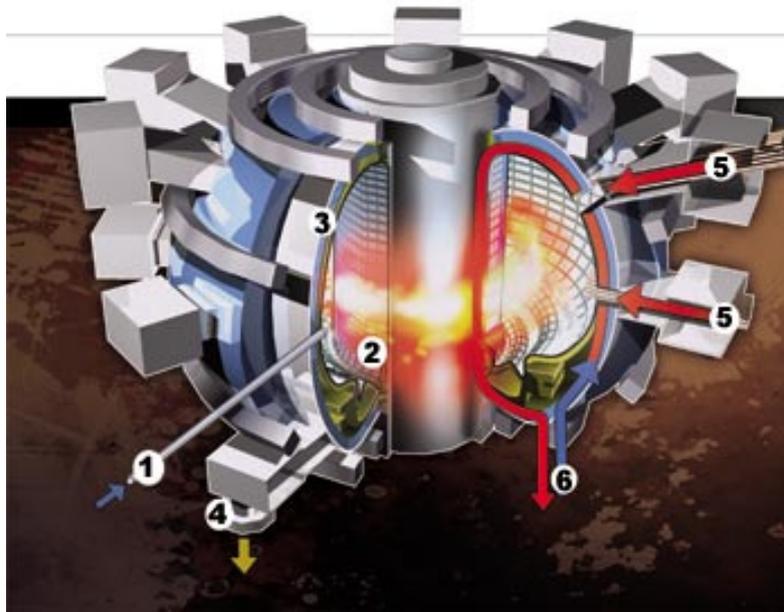


Figura 57: Reator de Fusão Nuclear. Fonte: MARTINS

Os números que aparecem na Figura 57 identificam:

1. **Combustível** - O reator é alimentado por deutério e trítio, elementos produzidos a partir do hidrogênio contido na água;
2. **Túnel magnético** - A mistura de deutério e trítio forma um plasma que circula rapidamente no interior do núcleo do reator;
3. **Revestimento** - As paredes revestidas de ímãs aceleram o plasma, que chega a uma temperatura de 100 milhões de graus Celsius;
4. **Rejeitos** - O resultado da reação nuclear é simples átomos de hélio, um gás inócuo, normalmente usado para encher balões em festas de criança;
5. **Estímulos** - Injeções de átomos e de ondas de alta frequência ajudam a manter a temperatura elevada no núcleo;
6. **Resfriamento** - Um circuito de resfriamento por líquido de alta pressão sai do reator e gera eletricidade (MARTINS).

A ciência ainda não conseguiu resolver o principal problema para a utilização comercial da fusão nuclear na produção de eletricidade: a energia necessária para acelerar os núcleos de deutério e fazê-los colidirem e se fundirem é muito maior que a energia obtida. Por isso, os pesquisadores ainda buscam maneiras mais eficiente de esquentar o gás a altas temperaturas e armazenar uma quantidade suficiente de núcleos durante um tempo longo o bastante para permitir a liberação de uma energia maior que a necessária

para aquecer e armazenar o gás. Outro problema importante é a captura dessa energia e sua conversão em eletricidade (VIVATERRA).

Se a energia de fusão se tornar viável, oferecerá as seguintes vantagens:

- Uma fonte ilimitada de combustível, o deutério procedente da água dos oceanos;
- Baixo risco de acidente no reator, já que a quantidade de combustível no sistema é muito pequena;
- Resíduos muito menos radioativos e mais simples de manejar que os procedentes dos sistemas de fissão (VIVATERRA).

2.10.2 Desafios

Antes da fusão torna-se uma fonte viável de energia, os cientistas precisam superar uma série de problemas. Que podem ser descritos como sendo:

- Calor: Materiais expostos às reações precisam suportar temperaturas extremas por muitos anos.
- Estrutura: Os nêutrons de alta energia originados nas reações de fusão fragilizam os materiais comuns.
- Combustível: Um reator de fusão terá de produzir seu próprio trítio a partir de uma complexa série de reações.
- Confiabilidade: reatores a laser produzem apenas rajadas intermitentes, sistemas magnéticos precisam manter um plasma por semanas e não por segundos (MOYER).

A fusão nuclear é apenas mais uma opção e ainda levará décadas para produzir frutos. A ignição pode estar próxima, mas a era da energia ilimitada continua distante (MOYER).

3 CONTEXTO ATUAL

Toda a preocupação em economizar energia elétrica já está sendo mostrada em vários lugares do mundo utilizando principalmente a energia solar no esporte como veremos a seguir:

3.1 TAIWAN CONSTRÓI ESTÁDIO MOVIDO A ENERGIA SOLAR

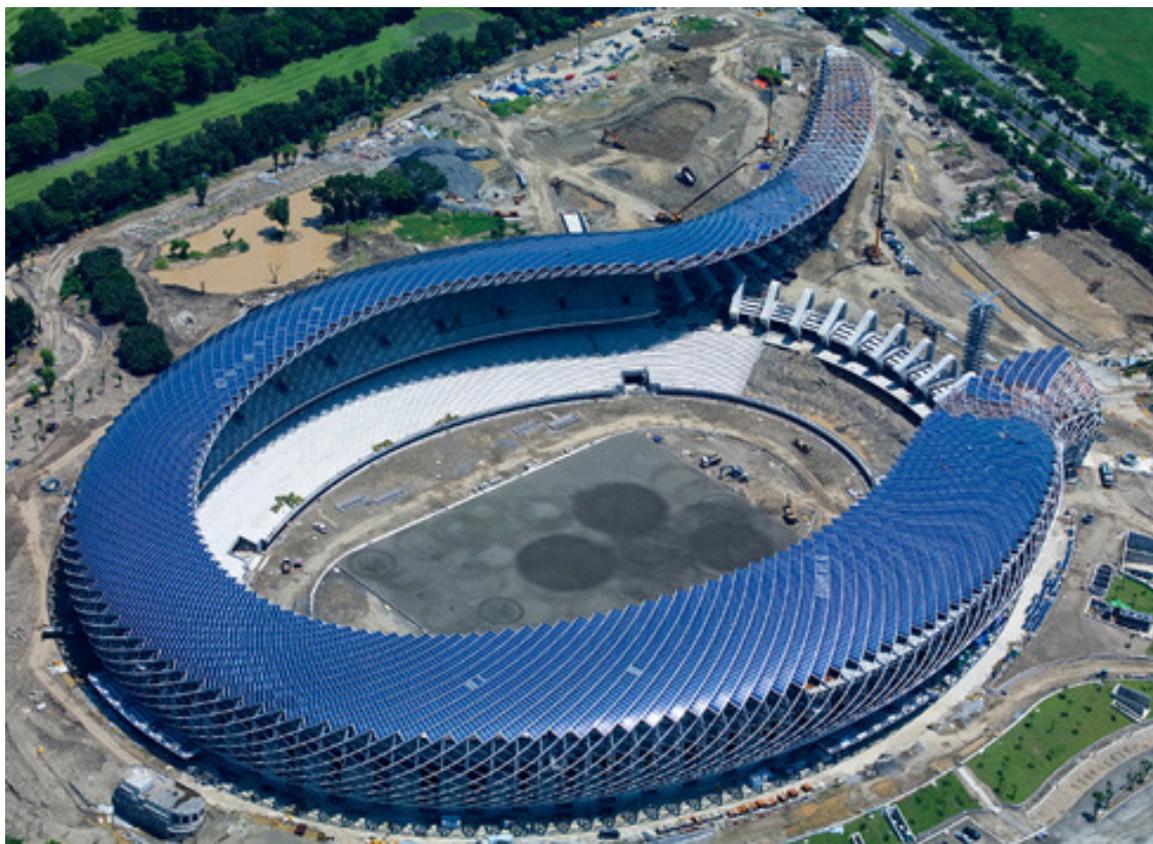


Figura 58: World Games Stadium. Fonte: VANDERLEY

Este é o World Games Stadium, uma gigantesca estrutura que está sendo construída em Taiwan. Desenhado pelo arquiteto japonês Toyo Ito, o moderno estádio vai abrigar eventos esportivos e também gerar muita energia, graças aos seus 8.844 painéis solares. Legal! além de bonito, útil (VANDERLEY).

Com capacidade para 55 mil pessoas (40 mil a menos que o Maracanã), o estádio ecológico está sendo coberto de painéis solares em toda sua extensão, produzindo em

torno de 1.14GW/h de energia (o suficiente para suprir 80% da demanda de energia dos bairros ao redor do estádio) (VANDERLEY).

3.2 GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO NOVO ESTÁDIO EM MANAUS

O Brasil, visando a construção de estádios para a Copa de 2014, também tem projetos de estádios com painéis solares.



Figura 59: Arena Amazônia. Fonte: FREITAS (2011)

Os engenheiros responsáveis pela construção da Arena Amazônia, que vai abrigar os jogos da Copa de 2014 no Amazonas, estudam formas de uso da luz solar para produção de energia elétrica. As alternativas foram apresentadas no Fórum Estadual de Mudanças Climáticas, que realizou a primeira reunião do ano na última sexta-feira, 18 de março (FREITAS, 2011).

O comitê responsável pelos projetos relacionados ao mundial pretende utilizar energia solar em outras obras, como centros de treinamento e estações do metrô, que poderá ser construído na cidade. O governo alemão está financiando os 100 mil euros para a realização dos estudos, que devem ser entregues em julho. Outros três estádios da copa também foram escolhidos para este programa de cooperação, entre eles o Mineirão, que já tem um projeto definido. A Arena Amazônia deverá consumir 6 MW, durante o pico, e a previsão é que possa produzir 1 MW. A intenção é que a energia produzida durante o dia

seja vendida para a concessionária de eletricidade, para compensar o consumo noturno. A quantidade prevista é suficiente para abastecer entre 1,5 e 2 mil residências do entorno do estádio, que têm consumo médio entre 30 e 60 KW/ hora (FREITAS, 2011).

Inicialmente a intenção é aproveitar 40% da cobertura do estádio de Manaus para a instalação de painéis solares. Antes, é preciso superar as dificuldades técnicas. A estrutura foi projetada para suportar entre 0,4 e 0,9 quilos por metro quadrado e placas solares convencionais pesam entre 80 e 90 quilos por metro quadrado. Mudanças no projeto significam aumentos de custo e de material que poderiam inviabilizar a ideia. Outro problema é que o projeto original usa uma película translúcida. A instalação dos painéis solares comprometeria a passagem de luz e o efeito visual desejado pelos arquitetos (FREITAS, 2011).

Estes problemas podem ser resolvidos com a utilização de novas tecnologias solares e da distribuição estratégica das placas, preservando a beleza do projeto. Podem ser usados como suporte, por exemplo, os anéis que vão sustentar a iluminação do estádio ou trechos da estrutura metálica de sustentação. Ainda há outras duas possibilidades: utilizar o entorno da arena ou o pódio, praça que dá acesso ao estádio, onde as placas solares teriam o uso extra de fornecer sombra aos pedestres (FREITAS, 2011).

3.3 ALUNOS DA FEI PROPÕE GERAÇÃO DE ENERGIA NAS CATRACAS DO METRÔ

Se cada pessoa que passa pelas catracas do metrô gerasse um pouco de eletricidade, o sistema se tornaria um grande gerador de energia limpa. Essa idéia foi desenvolvida por um grupo de alunos da FEI (Fundação Educacional Inaciana), vencedor do concurso EDP University Challenge 2010 (CATRACALIVRE, 2011).

O concurso realizado pela primeira vez pela EDP, uma das maiores empresas européias do setor de energia, premiou os alunos com uma bolsa de 15 mil reais e um estágio de três meses na sede da EDP Brasil, com possibilidade de intercâmbio na Europa (CATRACALIVRE, 2011).

Os alunos sugeriram o uso de geradores elétricos acoplados nas catracas do metrô e de trens. A escolha por esses locais se deu pelo fato de serem de intenso movimento de pessoas. “Assim como a água passa pelas turbinas de uma hidrelétrica gerando energia, as pessoas passarão pelas catracas e portas giratórias e terão os seus movimentos

transformados em eletricidade.”, explica Renato Góis Figueiredo, um dos responsáveis pelo projeto (CATRACALIVRE, 2011).

3.4 CARRO MOVIDO A ENERGIA SOLAR

Após serem estabelecidas as regras sobre que restringem a emissão de poluentes, as pesquisas sobre carros movidos a energia solar aumentaram. A principal característica destes veículos é o fato de serem silenciosos, não poluentes, e terem autonomia ilimitada durante o dia, até mesmo quando o céu está encoberto (MATRIZ X AMBIENTE, 2010).

O problema é a pouca autonomia dos carros elétricos. Isto acontece não por culpa dos motores elétricos, o problema está nas baterias que além de volumosas, pesadas e pouco eficientes, têm pouca capacidade de armazenamento de energia (MATRIZ X AMBIENTE, 2010).

O carro da figura 50 é o Fiat Phylla, um carro com funcionamento a base de energia elétrica coletada por painéis solares e motor de hidrogênio. Feito inteiramente por materiais recicláveis e com zero de emissões de poluentes. O carro mede 1,98 metros de altura e tem 2,99 metros de comprimento, pesando apenas 750 quilos. Quanto ao desempenho, depende dos dois modelos de bateria. A iônica de lítio permite que a máquina rode 145 quilômetros por carga, enquanto a de polímeros de lítio rende 220 quilômetros de autonomia (MATRIZ X AMBIENTE, 2010).



Figura 60 – Fiat Phylla. Fonte: CARROS-A-ENERGIA-SOLAR (2009)

3.5 CASA NA DINAMARCA VENDE O ESCEDENTE

Desde 2009, a cidade de Lystrup na Dinamarca abriga uma casa nada convencional chamada Active House (Figura 61). O que a difere das residências tradicionais é a capacidade de produzir mais energia do que consome ao longo de um ano. Isso é possível graças à combinação de medidas de eficiência energética simples com tecnologias mais sofisticadas. No primeiro caso, um conjunto de janelas com tamanho até três vezes superiores às de condomínios comuns permite o aproveitamento máximo da luz natural. Por sua vez, um sistema de tecnologia de ponta controla automaticamente por um computador a abertura e o fechamento do brises, de acordo com a incidência do Sol (BARBOSA, 2011).

Quando o interior esquenta demais, sensores automáticos abrem as janelas e frestas para ventilar o ambiente. E durante dias frios, se as janelas ficarem abertas por mais de uma hora, ele as fecha para evitar gastos com aquecedores de ambiente. O protótipo também conta com vidraças de três camadas para isolar o calor. Toda a energia que abastece a casa vem de placas solares dispostas ao longo de 50 metros de quadrados sobre o teto. Em dias nublados, para compensar a falta de Sol, um gerador elétrico é acionado. Durante o verão, a energia produzida é suficiente para suprir a demanda da família que mora lá em caráter experimental e o excesso é vendida para a para a companhia local de eletricidade e serve como crédito para o inverno, quando o aparato solar fica mais ocioso (BARBOSA, 2011).



Figura 61: Active House. Fonte: BARBOSA (2011)

3.6 HELITROPE: A PIONEIRA DO SUPERÁVIT ENERGÉTICO

Iluminado à noite, a prédio de design futurista se assemelha a uma nave espacial. Mas o Heliotrope (figura 62), considerado a primeira construção com superávit energético do mundo, está firmemente ancorado na cidade de Freiburg, na Alemanha, desde 1994. O nome incomum é uma alusão ao movimento rotativo de suas placas solares que acompanham o percurso do Sol, maximizando a exposição aos raios luminosos (BARBOSA, 2011).

Ao longo do dia, todo o corpo da instalação também gira de modo a proteger algumas áreas do aquecimento excessivo e deixando entrar luz em outras. As varandas da casa cilíndrica também contam com persianas que afugentam o calor e ao redor delas um conjunto de corrimões dispõe de coletor solar para o aquecimento de água dos chuveiros e para o sistema de climatização (BARBOSA, 2011).



Figura 62: Heliotrope. Fonte: BARBOSA (2011)

Após as pesquisas feitas no Capítulo 2, apresenta-se no Capítulo 4, as formas de geração de energia mais oportunas para a região do Triângulo Mineiro.

4 UM ESTUDO DE CASO SOBRE A GERAÇÃO NO TRIÂNGULO MINEIRO

A proliferação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) - com potência entre 1 e 30 MW, impulsionada pelo esgotamento de grandes potenciais hidrelétricos e pelos incentivos do Governo federal, coloca em xeque a reputação de pouco reflexo ambiental destas fontes alternativas de energia. As PCHs operam a fio d'água e têm reservatório inferior a 3 quilômetros quadrados, o que resulta em baixo impacto isolado por empreendimento. Contudo, a implantação em série de PCHs ao longo de um mesmo curso d'água pode provocar impactos socioeconômicos e ambientais semelhantes aos de uma grande hidrelétrica (ORLANDO, 2011).

No Brasil, existem 417 PCHs em operação, responsáveis por uma potência instalada de 3863 MW. Há outras 51 em construção, que vão agregar 645 MW, e 139 outorgadas, com mais 1934 MW (ANELL, 2011). Deste total, 99 operam em Minas Gerais, com potência de 730 MW, havendo ainda 6 em construção (71 MW) e 32 outorgadas (484 MW) (ORLANDO, 2011).

Após uma avaliação ambiental integrada dos impactos econômicos e socioambientais provocados pela construção sequencial de 13 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no rio Tijuco, no Triângulo Mineiro, três projetos devem sair do papel. Oito estudos de impacto ambiental (EIA) tinham sido protocolados junto à Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Supram) do Triângulo, o que levaram ambientalistas e comunidades afetadas a protestar (ORLANDO, 2011).

A construção de 12 PCHs no rio já está sendo discutida desde 2008. Oito pedidos de licença prévia para construção foram protocolados na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), mas cinco deles foram inviabilizados com a criação do Refúgio Silvestre da Bacia do Rio Tijuco – decreto assinado pelo governador Antonio Anastásia em março deste ano. Os outros três pedidos continuam em análise. Os outros quatro trechos do rio ainda não apresentam empresas interessadas (SILVA, 2011).

O rio Tijuco tem 250 quilômetros de extensão e é o segundo maior afluente esquerdo do rio Paranaíba. Ele nasce em Uberaba e percorre oito municípios do Triângulo

Mineiro. As cidades de Ituiutaba, Prata, Monte Alegre de Minas e Canápolis seriam as quatro atingidas pelas PCHs (SILVA, 2011).

Na figura 63, o potencial de PCHs em Minas Gerais:

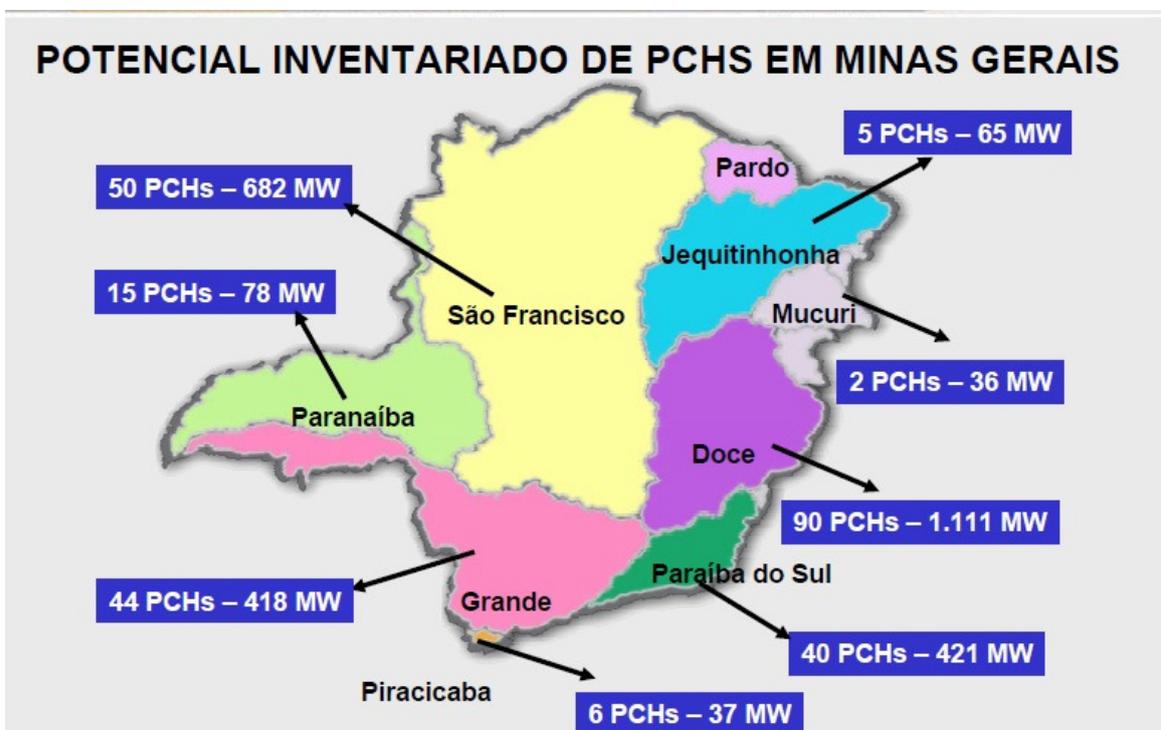


Figura 63: Potencial de PCHs. Fonte: FERREIRA (2006)

Nota-se que a região do Triângulo Mineiro tem um potencial em torno de 78 MW (FERREIRA, 2006).

4.1 BIOMASSA NO TRIÂNGULO MINEIRO

Também na região do Triângulo Mineiro, estão instaladas várias usinas de moagem de cana-de-açúcar com capacidade de cogerar energia.

Minas Gerais é o segundo estado que mais produz cana-de-açúcar como se pode observar na Figura 64, que apresenta um conjunto de informações disponibilizado pelo IBGE.

Cana-de-açúcar - Participação Relativa dos Estados na Produção Brasileira - 2011

Estados	Produção (t)	Participação
São Paulo	336.640.827	51,68%
Minas Gerais	67.991.883	10,44%
Goiás	55.161.209	8,47%
Paraná	50.619.526	7,77%
Mato Grosso do Sul	38.000.000	5,83%
Outros Estados	102.979.464	15,81%
Brasil	651.392.909	100,00%

Fonte: IBGE/LSPA - outubro de 2011.

Cana-de-açúcar - Participação Relativa dos Estados na Produção Brasileira - 2010

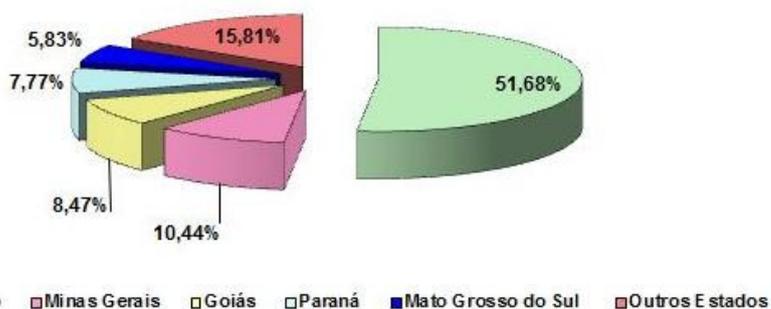


Figura 64: Participação dos estados na produção de cana-de-açúcar. Fonte: AGRICULTURA (2011)

A região do Triângulo Mineiro contribuí com mais de 50% de área colhida em todo o estado de Minas Gerais, segundo pesquisa do IBGE, tendo com isso, um grande potencial de Biomassa disponível para a produção de energia (Figura 65).

Cana-de-açúcar - Distribuição Espacial da Área Colhida e Produção no Estado em 2011						
Região	Área Colhida		Produção		Produtividade	
	ha	%	t	%	kg/ha	Média estadual = 100
Central	31.952	3,84	2.022.216	2,97	63.289	-23
Rio Doce	12.674	1,52	758.372	1,12	59.837	-27
Zona da Mata	34.487	4,15	2.206.305	3,24	63.975	-22
Sul de Minas	65.023	7,82	5.390.303	7,93	82.898	1
Triângulo	462.541	55,63	39.699.026	58,39	85.828	5
Alto Paranaíba	61.152	7,35	5.475.759	8,05	89.543	10
Centro Oeste	48.824	5,87	3.872.947	5,70	79.325	-3
Noroeste	58.946	7,09	5.456.730	8,03	92.572	13
Norte de Minas	37.948	4,56	2.110.825	3,10	55.624	-32
Jequitinhonha/Mucuri	17.952	2,16	999.400	1,47	55.671	-32
Minas Gerais	831.499	100,00	67.991.883	100,00	81.770	-

Fonte: IBGE/LSPA -Outubro de 2011.

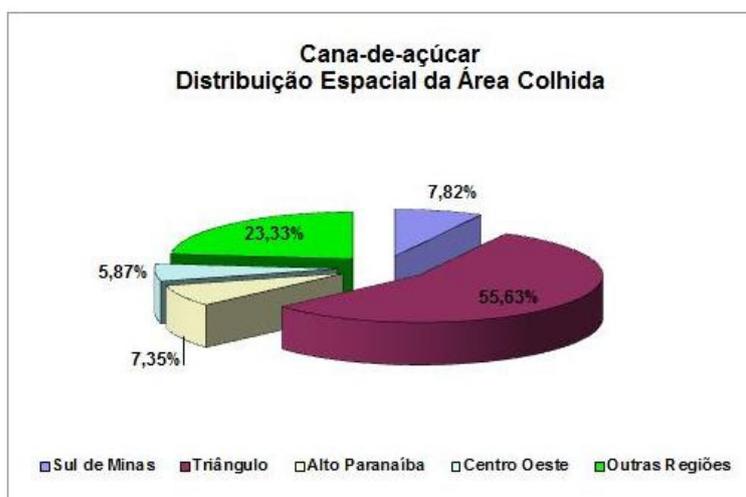


Figura 65: Distribuição de Área Colhida. Fonte: AGRICULTURA (2011)

A Empresa de Investimento em Energias Renováveis S/A (ERSA), que futuramente se tornará a CPFL Renováveis, devido à associação com a CPFL Energia, anunciou investirá R\$ 156 milhões na instalação de uma usina termelétrica de energia (UTE) em Araporã (Triângulo Mineiro), até 2013. O empreendimento, denominado Alvorada, usará o bagaço da cana-de-açúcar para gerar energia (TOMAZ, 2011).

A companhia fechou parceria com a Usina Alvorada Açúcar e Álcool Ltda para desenvolver, construir e operar a unidade, que terá capacidade de gerar 50 MW. De acordo com o diretor de Novos Negócios da CPFL Renováveis, Alessandro Gregori, parte da energia será utilizada pela própria usina de cana e o excedente, cerca de 18 MW, será vendido no mercado livre (TOMAZ, 2011).

4.2 PERSPECTIVAS DA BIOELETRICIDADE

A Figura 66 apresenta a perspectiva da produção de etanol e açúcar e a consequente disponibilidade de biomassa no Brasil, no ano de 2009.

Perspectivas de Produção de Etanol e Bioeletricidade			
	2008/09^e	2015/16	2020/21
Produção cana-de-açúcar (milhões t)	562	829	1.038
Açúcar (milhões t)	31,2	41,3	45,0
Consumo interno	10,2	11,4	12,1
Exportação	21,0	29,9	32,9
Etanol (bilhões litros)	27,0	46,9	65,3
Consumo interno	22,2	34,6	49,6
Excedente para exportação	4,8	12,3	15,7
Potencial Bioeletricidade (MW_{médio})	1.800	8.158	13.158
Participação na matriz elétrica brasileira (%)	3%	11%	14%

Nota: e = dados estimados; potencial de mercado de cogeração de bioeletricidade excedente, utilizando bagaço e palha, considerando em 2008/09 utilização de 75% do bagaço disponível e 5% da palha disponível. A partir de 2015/16, utilização de 75% do bagaço e 70% da palha disponível. Elaboração: UNICA, Koblitz e Cogen (2009).



Figura 66: Perspectiva de Biomassa no Brasil. Fonte: COGEN (2009)

4.3 CONEXÃO COM O TRIÂNGULO MINEIRO

A Figura 67 apresenta a conexão possível de ser efetivada entre a rede de transmissão de energia elétrica instalada na região do Triangulo Mineiro e os possíveis cogeneradores de energia, instalados até 2011 na região.

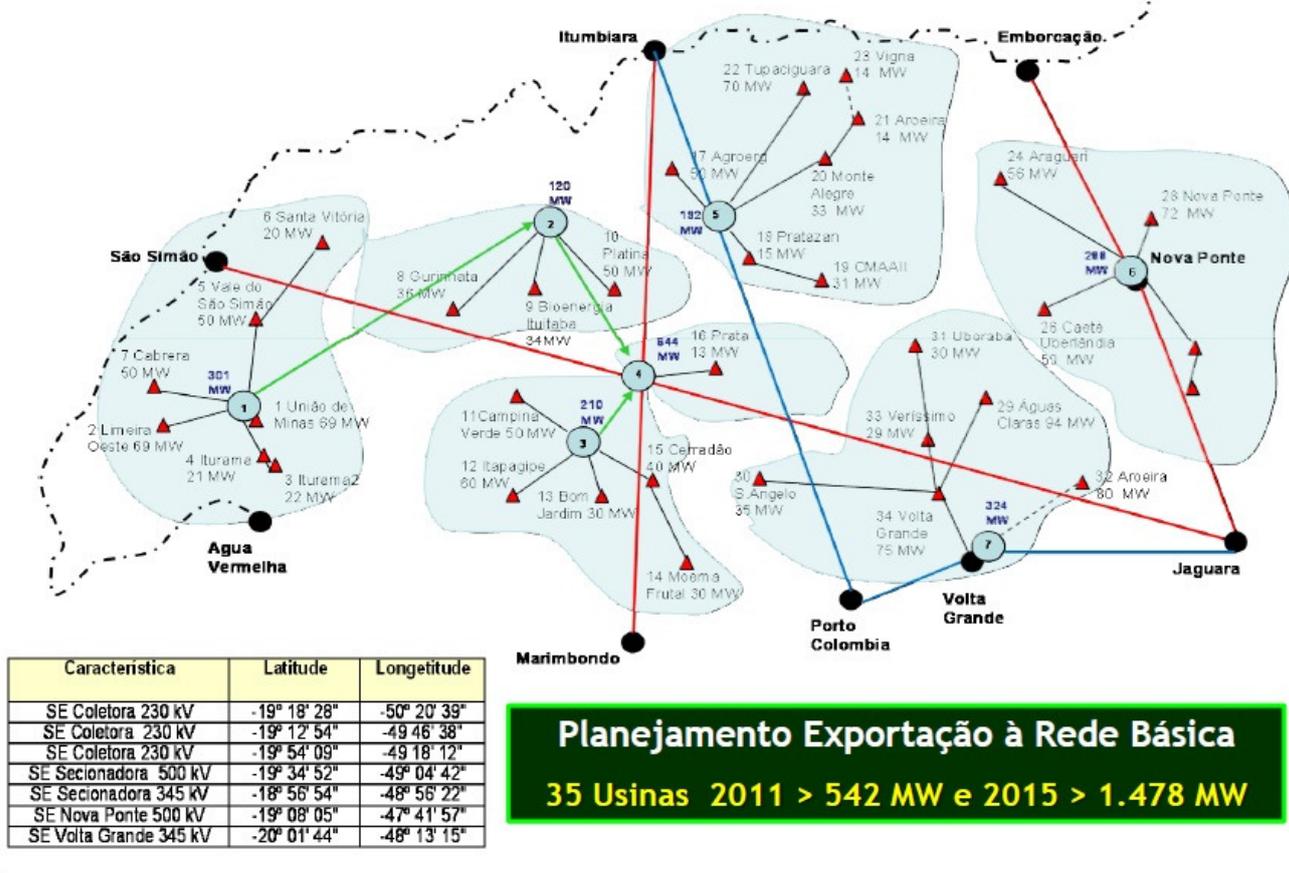


Figura 67: Conexão Bioeletricidade no Triângulo Mineiro. Fonte: COGEN (2010)

4.4 INSTALAÇÃO COMPARTILHADA DE GERAÇÃO (ICG)

Como pode ser observado, o Triângulo Mineiro possui outra forma de gerar energia sem precisar construir as PCHs que podem colocar em risco a bacia do Rio Tijuco e prejudicar, além da vida aquática, as cidades ribeirinhas.

A cogeração de energia elétrica utilizando bagaço de cana, casca de arroz, madeira e outras, devem ser mais bem aproveitadas. O Triângulo Mineiro tem um grande potencial de biomassa e deve ser considerado como uma alternativa viável para a produção de energia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi apresentado neste trabalho, o Brasil é um país rico em recursos energéticos naturais renováveis, porém não é explorado em sua plenitude. Com a preocupação com o aquecimento global e o aumento do consumo de energia, que está diretamente ligada ao aumento da população e crescimento econômico do país, nossos governantes só agora começam a olhar para esses recursos.

Segundo dados divulgados pelo ONS (Operador Nacional de Sistema) neste ano de 2011, o Brasil deve ter energia sobrando até o ano de 2015. Somente esse ano, o país deverá registrar uma sobra estrutural (relação produção/consumo) de energia da ordem de 2500 MW (AGÊNCIA-BRASIL, 2011).

Para 2015, é previsto uma sobra de 5000 MW médios, para uma oferta de 71000 MW médios. As projeções levam em consideração um crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) médio de 5% nos próximos cinco anos (AGÊNCIA-BRASIL, 2011). Isto é uma ótima notícia, mas não quer dizer que não é preciso investir em novas plantas de geração de energia até lá.

A produção através de fontes de energia renováveis são bastante vantajosas pelo seu pequeno impacto ambiental e por seu potencial disponível, mas são inconstantes, já que dependem de vários fatores climáticos, tais como vento, sol e chuva.

A melhor forma de manter o país “ligado” e menos dependente da geração de energia hídrica e ao mesmo tempo, respeitando o meio ambiente, é uma conscientização de que uma matriz energética mais diversificada é a melhor escolha para o seu futuro.

O Brasil depende muito de suas hidrelétricas e não se pode confiar que não haverá outra estiagem, igual a de 2001. Que a pouca ocorrência de chuvas no verão, não venha ocorrer novamente, levando o país há um novo apagão.

Outras opções de geração de energia renovável são possíveis. O potencial eólico, solar, oceânico e térmico a partir de biomassa, como foi mostrado ao longo do trabalho, é grande e pouco aproveitado em nossa matriz energética.

Um exemplo deste investimento é em produção de energia eólica, que tem vários projetos aprovados neste ano, a partir de leilões da ANEEL, que deverão estar produzindo energia comercialmente a partir de 2014.

O Leilão de Energia A-3 de 2011 (Figura 68), voltado para o atendimento ao mercado consumidor brasileiro em 2014, resultou na comercialização de 2744 MW de nova capacidade ao sistema elétrico brasileiro, que será gerada pelas 51 usinas contratadas – a serem viabilizadas nos próximos três anos. Do total contratado, 62% são oriundos de fontes renováveis (hídrica, eólica e biomassa) e 38% de fonte fóssil (gás natural) (EPE, 2011).

Em capacidade de geração, o leilão foi amplamente dominado pelas usinas eólicas e de gás natural. As primeiras totalizaram, ao final da negociação, 44 projetos, somando 1067 MW. Os dois projetos termelétricos a gás natural somam 1029 MW. Já as usinas movidas à biomassa somaram 197 MW. A hidrelétrica de Jirau negociou 450 MW. Abaixo na Figura 68, o quadro resumo do Leilão de Energia A-3/2011. (EPE, 2011)



Leilão de Energia A-3 / 2011 – resultado final:

Fonte	Projetos contratados	Potência instalada (MW)	Garantia Física (MW médios)	Preço médio (R\$/MWh)
Eólica	44	1.067,7	484,2	99,58
Biomassa	4	197,8	91,7	102,41
Hídrica	1	450	209,3	102
Gás natur.	2	1.029,1	900,9	103,26
TOTAL	51	2.744,6	1.686,1	102,07

Figura 68: Energia Elétrica contratada. Fonte: EPE (2011)

Este leilão mostrou que o Brasil pretende seguir com a ampliação da matriz energética utilizando a maior parte deste crescimento através de fontes renováveis.

Entre as outras formas apresentadas, tais como a Energia Geotérmica, é uma fonte de energia alternativa que é encontrada em locais especiais da superfície terrestre, que necessita de muita pesquisa para melhor ser aproveitada, pois o rendimento que se consegue é ainda muito baixo. O alto custo das construções das usinas, da perfuração, e os possíveis impactos inviabilizam ainda muitos destes projetos. A Energia Geotérmica pode não ser a principal contribuinte para a produção energética no futuro, mas é muito bem vinda já que não polui e é sempre bom, não se estar dependente de apenas um tipo de recurso energético como sabemos.

A Energia Oceânica é uma forma de geração com pouco ou quase nenhum impacto ambiental, mas sua geração é muito pequena e sua construção deve ser feita onde exista maré forte. O Brasil é praticamente o dono do Oceano Atlântico na América do Sul,

deveria explorar melhor essa tecnologia. Incentivando pesquisas através das universidades e centros de pesquisas que atuam na área de geração de energia.

Apesar da grande resistência após os terremotos no Japão, a Energia Nuclear não deve ser descartada. Sua produção é independente de condições climáticas, e torna-se a única fonte alternativa em condições de geração de energia em grande escala. O impacto ambiental é pequeno se as condições de segurança são implementadas e regularmente monitoradas. E a grande reserva de urânio em território brasileiro deve ser considerada para a expansão da geração desta energia. Há inclusive a proposta de construção de novas usinas, com a instalação de novos reatores previstos para os próximos anos, e que seriam 4 novas usinas (OGLOBO, 2011).

Foi mostrado que o Brasil está iniciando sua participação na produção de energia solar e essa experiência será sentida nos próximos 2 anos.

A usina hidrelétrica de Belo Monte custará 25 bilhões de reais (NEGREIROS, 2011) e terá uma potência nominal de 11233 MW mas por ser uma usina a fio d'água, em média a sua geração será de 4571 MW médios. Tendo em vista que durante o período seco no qual diminui a ocorrência de chuvas e por uma exigência da FUNAI e do IBAMA, para que uma região do rio chamada Volta Grande do Xingu não fique seca, a usina poderá reduzir ainda mais sua produção ou até parar (JORNAL-NACIONAL, 2011). Sua primeira unidade poderá entrar em operação em 28 de fevereiro de 2015 e a última em 31 de janeiro de 2019 (BLOG-BELO-MONTE, 2011).

A usina nuclear de Angra 3 terá potência nominal de 1405 MW (ELETRONUCLEAR) ao custo de 9,95 bilhões de reais (ESTADÃO, 2011). Tendo em vista os valores de Belo Monte, os valores de Angra 3 e o potencial de biomassa do Triângulo Mineiro apresentados anteriormente principalmente a partir de 2015, Belo Monte poderia ser substituída por 2 usinas nucleares iguais a Angra 3 ao custo de 9,95 bilhões cada totalizando 19,9 bilhões de reais com geração fixa de 2810 MW independentemente de fatores climáticos. Com os 5,1 bilhões restantes dos 25 bilhões, poderíamos investir na interligação das usinas de cana-de-açúcar do Triângulo Mineiro que a partir de 2015 terá um potencial de 1478 MW. A soma destes investimentos totalizaria 4288 MW, quase o mesmo potencial assegurado de Belo Monte, mas com a vantagem de que usinas nucleares independem de fatores climáticos para gerar energia e o período de entressafra de cana, ocorrem quando os reservatórios das hidrelétricas de

gravidade do Brasil estão cheios e com sobras de energia. Vamos lembrar mais uma vez que Belo Monte poderá até mesmo ser desligada durante o período seco. Em 10 anos ou menos se constrói uma usina nuclear e usinas de cana só precisariam de alguns investimentos para vender a energia excedente.

Fora isso, a região do Triangulo Mineiro pode contribuir com a produção de energia através da cogeração a partir de várias fontes de biomassa, como foi apresentado anteriormente, necessitando apenas que haja um programa específico para a inclusão destas usinas que utilizam biomassa no sistema energético brasileiro. É uma alternativa viável para a produção de energia e que tem o auge de suas atividades na época mais vulnerável do sistema, pois a colheita de cana na região sudeste coincide com o inverno, época em que os reservatórios das usinas hidroelétricas estão mais baixos.

O Brasil tem todas as condições para ter a matriz elétrica mais confiável e limpa do mundo, basta optar pelo investimento em fontes alternativas com pouco impacto ambiental.

MENSAGEM

*“Quando a última árvore tiver caído,
...Quando o último peixe for pescado,
...Quando o último rio for secado,
...Vocês vão entender que dinheiro não se
come.”
(provérbio indígena)*

REFERÊNCIAS

- 3BFISSÃO-E-FUSÃO-NUCLEAR. **O que é Fusão e Fissão Nuclear**. Disponível em <<http://3bfissaoefusaonuclear.blogspot.com/>>, acesso em 27 abr. 2011
- AEROGERADOR-RESIDENCIAL. **Clientes**. Disponível em <<http://www.aerogeradoresidencial.com.br/fotos.html>>, acesso em 31 mar. 2011
- AGÊNCIA-Brasil. **Brasil deverá ter energia elétrica sobrando nos próximos quatro anos, prevê NOS**. 02 ago. 2011. Disponível em <<http://cdlseriania.wordpress.com/2011/08/02/brasil-devera-ter-energia-eletrica-sobrando-nos-proximos-quatro-anos-preve-ons/>>, acesso em 10 ago. 2011
- AGENEAL. **Agência Municipal de Energia de Almada**. Ideias com energia. Disponível em <<http://www.ageneal.pt/content01.asp?BTreeID=00/01&treeID=00/01&newsID=9>>, Acesso em: 27 mar. 2011.
- AGRICULTURA. **Cana-de-açúcar**. Disponível em <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1366&Itemid=34>, acesso em 03 dez. 2011
- AMBIENTE-BRASIL. **A Energia Solar e o Meio Ambiente**. Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia_solar/energia_solar_e_o_meio_a_mambiente.html>, acesso em 07 ago. 2011
- AMBIENTE-BRASIL. **Usina Termoelétrica**. Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/termeletrica/usina_termeletrica.html>, acesso em 23 ago. 2011
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. 12 dez. 2011. **Banco de Informações Gerais**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>>, acesso em 12 dez. 2011
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. 12. dez. 2011. **Matriz de Energia Elétrica**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>>, acesso em 12 dez. 2011
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas. Biomassa**. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa(2).pdf)>, acesso em 21 jul. 2011
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Parte III – Fontes não renováveis – 6 Gás Natural**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par3_cap6.pdf>, acesso em 10 abr. 2011
- BARBOSA, Vanessa. 17 mai. 2011. **7 ecoedifícios de “energia positiva”**. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/noticias/7-ecoedificios-de-energia-positiva?p=3#link>>, acesso em 15 set. 2011

BARBOSA, Vanessa. 17 mai. 2011. **7 ecoedifícios de “energia positiva”**. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/noticias/7-ecoedificios-de-energia-positiva?p=1#link>>, acesso em 15 set. 2011

BCDJMENERGIA. 18 ago. 2009. **Energia de Biomassa**. Disponível em <<http://bcdjmennergia.blogspot.com/2009/08/energia-de-biomassa.html>>, acesso em 14 out. 2011-12-02

BELLA, Giselda a. **Desvantagens e Impactos Ambientais**. 08 jun. 2009. Disponível em <<http://educenergiahidreletrica.blogspot.com/2009/06/desvantagens-e-impactos-ambientais.html>>, acesso em 01 out. 2011

BELLA, Giselda a. **Vantagens**. 08 jun. 2009. Disponível em <<http://educenergiahidreletrica.blogspot.com/2009/06/vantagens.html>>, acesso em 01 out. 2011

BIODIESELBR. **Fissão Nuclear**. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/energia/nuclear/fissao-nuclear.htm>>, acesso em 10 abr. 2011

BIODIESELBR. **Panorama energético atual e perspectivas e futuras**. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/energia/agro-energia.htm>>, acesso em 21 jul 2011

BLOG-BELO-MONTE. **UHE Belo Monte preserva áreas indígenas**. 14 jun. 2011. Disponível em <<http://www.blogbelomonte.com.br/2011/06/14/uhe-belo-monte-preserva-areas-indigenas/>>, acesso em 15 jun 2011

BRASIL – Portal Brasil. **Empresa de pesquisa Energética diz que Brasil deverá ter novas usinas nucleares**. 29 abr. 2011. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/04/29/empresa-de-pesquisa-energetica-diz-que-brasil-devera-ter-novas-usinas-nucleares>>, acesso em 01 mai. 2011

BRASIL-ESCOLA.

BRASIL-ESCOLA. **Energia Geotérmica**. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/geografia/energia-geotermica-1.htm>>, acesso 17 ago. 2011

CAJAZEIRAS. **Usina de energia solar será instalada em Coremas com investimento de R\$ 350 milhões**. 13 nov. 2011. Disponível em <<http://folhavigpdecajazeiras.com.br/?p=26060>>, acesso em 03 dez. 2011

CALDAS. **Usina de Corumbá**. Disponível em <<http://www.caldas.com.br/diversos/usinade.htm>>, acesso em 10 out. 2011

CARDOSO, Eliezer de M. **Apostila Educativa Energia Nuclear**. Disponível em <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp>>, acesso em 01 mai. 2011

CARROS-A-ENERGIA-SOLAR. **Carros movidos a energia solar**. 10 out. 2009. Disponível em <<http://carrosaenergiasolar.blogs.sapo.pt/564.html>>, acesso em 01 nov. 2011)

CATRACALIVRE. 13 abr. 2011. **Empreendedorismo**. Disponível em <<http://catracalivre.folha.uol.com.br/2011/04/alunos-da-fei-propoe-geracao-de-energia-nas-catracas-do-metro/>>, acesso em 15 set. 2011

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. **CEMIG constrói primeira usina de caráter comercial.** 11 nov. 2011. Disponível em <<http://www.cemig.com.br/SalaDeImprensa/Paginas/CemigConstroiUsinaSolar.aspx>>, acesso em 11 nov. 2011

CERPCH - Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas. **Energia Solar.** Disponível em <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/solar.php>>, acesso em 15 abr. 2011

CIEACLIGADO. **Energia das Marés.** Disponível em <<http://cieacligado.blogspot.com/>>, acesso 23 ago. 2011

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Apostila Educativa Energia Nuclear.** Disponível em <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/energia.pdf>>, acesso em 10 abr. 2011

COGEN – Associação da Indústria de Cogeração de Energia. **Aplicações.** Disponível em <http://www.cogen.com.br/cog_aplica.asp>, acesso em 02 jun 2011

COGEN – Associação de Indústrias de Cogeração de Energia. **Bioeletricidade.** 02. jun. 2009. Disponível em <http://www.cogen.com.br/workshop/2009/Bioeletricidade_Agregando_Valor_Matriz_Eletrica_03jun2009.pdf>, acesso em 08 ago. 2011

COGEN – Associação de Indústrias de Cogeração de Energia. **Programa Bioeletricidade 2010-2011.** Disponível em <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/cogen.pdf>>, acesso em 08 ago. 2011

COLA-DA-WEB. **Fusão Nuclear.** Disponível em <<http://www.coladaweb.com/fisica/fisica-nuclear/fusao-nuclear>>, acesso em 15 out. 2011

COMCIENCIA. 10 jul. 2001. **Bagaço de cana pode gerar 11 % de energia necessária para fugir do apagão.** Disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/energiaeletrica/energia06.htm>>, acesso em 02 jun 2011

COMO-TUDO-FUNCIONA. **Como funciona a energia das ondas.** Disponível em <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/energia-das-ondas2.htm>>, acesso em 22 ago. 2011

CONPET. Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. **Energia Geotérmica.** Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia-geotermica/energia-geotermica-3.php>>, acesso em 17 ago. 2011

COPEN - Companhia Paulista de Energia. **Cogeração.** Disponível em <<http://www.copen.com.br/interna.aspx?publi=20>>, acesso em 02 jun. 2011

CURUPITRA. **Camada de Ozônio.** Disponível em <http://www.sitecurupira.com.br/meio_ambiente/meio_ambiente_camadaozonio.htm>, acesso em 27 mar. 2011

DECICINO, Ronaldo. **Material Orgânico pode ser Combustível.** Disponível em <<http://educacao.uol.com.br/geografia/biomassa-material-organico-pode-ser-combustivel.jhtm>>, acesso em 08 abr.. 2011

DEMOCRACIA-POLITICA. **Energia Eólica no Brasil**. 15 ago. 2011. Disponível em <<http://democraciapolitica.blogspot.com/2011/08/energia-eolica-no-brasil.html>>, acesso em 03 dez. 2011

EDUCAREDE. **O assunto é... energia**. Abr 2003. Disponível em <http://www.educarede.org.br/educa/index.cfm?pg=oassuntoe.interna&id_tema=6&id_su_btema=9>, Acesso em: 27 mar. 2011.

EFICIÊNCIA-ENERGÉTICA. **Cogeração**. Disponível em <<http://www.eficiencia-energetica.com/html/cogerao/cogerao.htm>>, acesso em 02 jun 2011

ELEKTRO. **Solar**. Disponível em <http://www2.elektro.com.br/ElektroEscolas/aenergia_solar.asp>, acesso em 17 abr. 2011

ELETRONUCLEAR. 19 jul 2011. **Energia nuclear é a segunda maior fonte de geração no país no primeiro semestre de 2011**. Disponível em <http://www.eletronuclear.gov.br/noticias/integra.php?id_noticia=1080>, acesso em 20 jul 2011

ELETRONUCLEAR. **Angra 3**. Disponível em <<http://www.eletronuclear.gov.br/tecnologia/index.php>>, acesso em 01 dez. 2011

ELETRONUCLEAR. **Catástrofe natural no Japão, reflexões e ações no Brasil**. Disponível em <http://www.eletronuclear.gov.br/imagens/uploads/File/ALERJ_30032011.pdf>, acesso em 01 abr. 2011

ELETRONUCLEAR. **Panorama da Energia Nuclear no Mundo Edição Novembro de 2011**. Disponível em <<http://www.eletronuclear.gov.br/imagens/uploads/File/pan-nov2011.pdf>>, acesso em 03 dez. 2011

ELO - Investimentos Imobiliários. **O que é uma PCH/CGH?** Disponível em <http://www.eloinvestimentos.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=119>, acesso em 01 out. 2011

ENERGIACIEAC. 09 NOV. 2010. **Energia das marés ou maremotriz**. Disponível em <<http://energiacieac304.blogspot.com/>>, acesso em 23 ago. 2010

ENERGIAS-ALTERNATIVAS. **Benefícios e Barreiras**. Disponível em <<http://www.energiasealternativas.com/beneficios-energia-oceanos.html>>, acesso em 20 ago. 2011

ENERGIAS-ALTERNATIVAS. **Tecnologia de Energia das Ondas**. Disponível em <<http://www.energiasealternativas.com/energia-ondas.html>>, acesso em 20 ago. 2011

ENERGY-QUEST. **Capítulo 11 – Energia Geotérmica**. traduzido e adaptado, Disponível em <<http://www.abcdenergia.com/enervivas/cap04.htm>>, acesso em 17 ago. 2011

ENERGY-QUEST. **Capítulo 4 – Energia Oceânica**. Traduzido e adaptado, disponível em <<http://www.abcdenergia.com/enervivas/cap08.htm>>, acesso em 20 ago. 2011

- ENGMECJ. Dez. 2009. **Tamanho de aerogeradores.** Disponível em <<http://energiadosventos.blogspot.com/2009/12/tamanho-de-aerogeradores.html>>, acesso em 01 abr. 2011
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Jun. 2008. **Repotenciação e Modernização.** Disponível em <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20081201_1.pdf>, acesso em 05 out. 2011
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Leilão de energia para 2014 contrata 51 usinas, somando 2744 MW.** 17 ago. 2011. Disponível em <http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20110817_1.pdf>, acesso em 08 dez. 2011
- ESJCP - Escola João Cardoso Pires. **Energia Maremotriz.** Disponível em <http://www.esjcp.pt/areaprojecto/Site_GrupoD_EnergiasRenovaveis/design/en_maremotriz.html>, acesso em 22 ago. 2011
- ESTADÃO. **Angra 3 irá custar quase R\$ 10 bilhões e ficará pronta em 2015.** 06 jun. 2011. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/nacional,angra-3-vai-custar-quase-r-10-bilhoes-e-ficara-pronta-em-2015,741280,0.htm>>, acesso em 01 dez. 2011
- EU-ACHEI. **Energia Geotérmica.** Disponível em <<http://euachei.com.br/educacao/fisica/energia-geotermica/energia-geotermica-2-2.php>>, acesso em 17 ago. 2011
- EXPLICATORIUM. **Como se aproveita.** Disponível em <<http://www.explicatorium.com/Energia-eolica.php>>, acesso em 31 mar. 2011
- EXPLICATORIUM. **O que é energia solar?** Disponível em <<http://www.explicatorium.com/Energia-Solar.php>>, acesso em 17 abr. 2011
- FARIA, Caroline. **Cogeração.** Disponível em <<http://www.infoescola.com/energia/cogeraao/>>, acesso em 02 jun. 2011
- FEM – Faculdade de Engenharia Mecânica. **Usina Nuclear.** Disponível em <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/nuclear/nuclear.htm>>, acesso em 01 mai. 2011
- FERREIRA, Celso. 23 ago. 2006. **Investimentos em PCHs.** Disponível em <<http://www.tec.abinee.org.br/2006/arquivos/231.pdf>>, acesso em 01 nov. 2011
- FORTE, Fernando e FERRAZ, Rodrigo M. 18 mar. 2011. **Como funciona o sistema de energia solar com placas fotovoltaicas?** Disponível em <<http://casaeimoveis.uol.com.br/tire-suas-duvidas/arquitetura/como-funciona-o-sistema-de-energia-solar-com-placas-fotovoltaicas.jhtm>>, acesso em 15 abr. 2011
- FRANCISCO, Wagner de C. e. **Energia Nuclear.** Disponível em <<http://www.brasilecola.com/geografia/energia-nuclear.htm>>, acesso em 07 ago. 2011
- FRANCISCO, Wagner de C. e. **Gás Natural.** Disponível em <<http://www.brasilecola.com/geografia/fontes-gas-natural.htm>>, acesso em 30 nov. 2011

- FRANSCISCO, Wagner de C. e. **Biomassa**. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/geografia/biomassa.htm>>, acesso em 21 jul. 2011
- FREITAS, Eduarde de. **Carvão Mineral**. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/geografia/carvao-mineral.htm>>, acesso em 08 abr. 2011
- FREITAS, Vinícius de M. 23 mar. 2011. **Geração de Energia Solar no novo estádio em Manaus**. Disponível em <http://www.planetasos.org/index.php?option=com_content&view=article&id=315:estadio-da-copa-em-manaus-pode-gerar-energia-solar-de-sobra&catid=38:noticias&Itemid=63>, acesso em 15 set. 2011
- GLOBO Rural. Ago. 2009. **Energia em spray**. Disponível em <http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/1,3916,1704043-1641-1,00.html>, acesso em 15 ago. 2011
- GOMES, Eliana. **Fontes de Energia**. 23 fev. 2011. Disponível em <<http://blogdaelianegomes.blogspot.com/>>, acesso em 01 out. 2011
- GORE, Al. **Uma Verdade Inconveniente**. 2006. Disponível em <<http://paixaopelomeioambiente.blogspot.com/2011/02/aquecimento-global.html>>, acesso em 07 dez. 2011
- GOY, Leonardo. 18 mai. 2010. **EPE: Potencial para energia eólica pode dobrar no país**. Disponível em <http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/23551_EPE+POTENCIAL+PARA+ENERGIA+EOLICA+PODE+DOBRAR+NO+PAIS>, acesso em 01 abr. 2011
- GRUPO-ESCOLAR. **Energia Geotérmica**. Disponível em <<http://www.grupoescolar.com/pesquisa/energia-geotermica.html>>, acesso em 17 ago. 2011
- IHU - Instituto Humanitas Unisinos. **China e Alemanha sinalizam com revisão de seus programas nucleares**. Disponível em <http://www.ihu.unisinos.br/index.php?option=com_noticias&Itemid=18&task=detalhe&id=41370>, acesso em 30 nov. 2011
- ILUMINA - Instituto de Desenvolvimento Estratégico do setor Elétrico. **Usinas com ou sem reservatórios. Entendendo o problema**. Disponível em <http://www.ilumina.org.br/zpublisher/materias/Noticias_Comentadas.asp?id=19531>, acesso em 01 out. 2011
- INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética. **O que é cogeração?**. Disponível em <http://www.inee.org.br/forum_co_geracao.asp>, acesso em 02 jun. 2011
- INFO. **Inglaterra abre maior fazenda eólica no mar**. 23 set. 2010. Disponível em <<http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/inglaterra-abre-maior-fazenda-eolica-no-mar-23092010-21.shl>>, acesso em 31 mar. 2011
- INHABITAT. **Bahrain World Trade Center Actives Wind Turbines**. 04 out. 2008. Disponível em <<http://inhabitat.com/bahrain-world-trade-center-turbines-activate/>>, acesso em 31 mar. 2011

INOVAÇÃO-TECNOLÓGICA. 31 dez. 2006. **Reator de tório pode ser a solução para geração mundial de energia.** Disponível em <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010115061213>>, acesso em 01 jun. 2011

JATAÍ. **Jataí.** Disponível em <<http://jatainews.blogspot.com/p/jatai.html>>, acesso em 10 out. 2011

JORNAL-LIVRE. **Energia Geotérmica.** Disponível em <<http://www.jornallivre.com.br/61983/energia-geotermica.html>>, acesso em 27 mar. 2011

JORNAL-NACIONAL. **Belo Monte é a maior e mais polêmica obra em andamento no país.** 23 ago. 2011. Disponível em <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2011/08/belo-monte-e-maior-e-mais-polemica-obra-em-andamento-no-pais.html>>, acesso em 24 ago. 2011

KINSOLAR Solutions. **Photovoltaic Solar Energy.** Disponível em <<http://www.kinsolar.es/english/como-funciona-la-energia-solar.php>>, acesso em 17 abr. 2011

LAMB, Robert. **Projetos de energia geotérmica podem causar terremotos?** Disponível e traduzido em <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/energia-geotermica-terremotos1.htm>>, acesso em 20 ago. 2011

LAYTON, Julia. **Como Funciona a Energia Eólica?** Traduzido e disponível em <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/energia-eolica.htm>>, acesso em 31 mar. 2011

MARTINS, Elisa, **O Sonho Atômico.** Disponível em <<http://revistaepoca.globo.com/Epoca/0,6993,EPT1147177-1664-4,00.html>>, acesso em 15 out. 2011

MATRIZ X AMBIENTE - Matriz Energética x Meio Ambiente. 03 ago. 2010. **Carro movido a energia solar.** Disponível em <<http://energiaeomeioambiente.blogspot.com/2010/08/novidade-ecologica-carro-movido-energia.html>>, acesso em 15 set. 2011

MAZENOTTI, Priscilla. **Aquecimento global é mais forte e mais rápido do que se previa, diz engenheiro ambiental.** Disponível em <http://www.sitecurupira.com.br/meio_ambiente/meio_ambiente_feitoestufa.htm>, acesso em 27 mar. 2011

MÉTODO-EVENTOS. Disponível em <http://www.metodoeventos.com.br/microgerar/palestras/antonio_bettarello.pdf>, acesso em 10 out. 2011

MIDNIGHTDUKE8. **Energia Geotérmica (vulcões).** Disponível em <<http://midnightduke8.wordpress.com/2008/12/05/energia-negra/>>, acesso em 17 ago. 2011

MINERAÇÃO, Ewerton &. **Geração Termoelétrica a Carvão no Brasil.** Disponível em <<http://mineracionempesquisa.blogspot.com/2010/09/extracao-de-carvao-mineral-e-suas.html>>, acesso em 29 nov. 2011

MINUTO-POLÍCO. 20 mar. 2008. **Energia oceânica é a próxima onda verde da Europa.** Disponível em <<http://minutopolitico.blogspot.com/2008/03/energia-ocenica-prxima-onda-verde-da.html>>, acesso em 22 ago. 2011

MONTOIA, Paulo. **Entenda o que é o efeito estufa e como ele provoca o aquecimento gl.** 2007. Disponível em <<http://360graus.terra.com.br/ecologia/default.asp?did=22746&action=reportagem>>, acesso em 03 Mar. 2011.

MOURÃO, Ronaldo R. de F. Jul. 2003. **O Sol não manda a conta.** Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/artigos_energia/o_sol_nao_manda_a_conta.html>, acesso em 15 abr. 2011

MOYER, Michael. **O Futuro Incerto da Fusão Nuclear.** Disponível na revista Scientific American Brasil, Edição Especial Nº 42

MUNDO-WEB-ANIMA. 25 nov. 2010. **Energia Biomassa como funciona.** Disponível em <<http://mundowebanimal.blogspot.com/2010/11/energia-biomassa-como-funciona.html>>, acesso em 21 jul. 2011

NEGREIROS, Tiago. **Tiago Negreiros: Belo Monte, os globais e a realidade.** 29 nov. 2011. Disponível em <<http://www.revistaogrito.com/page/blog/2011/11/29/tiago-negreiros-belo-monte-os-globais-e-a-realidade/>>, acesso em 01 dez 2011

NORTE-ENERGIA. 25 nov. 2011. **Conheça Belo Monte.** Cartilha disponível em <<http://www.blogbelomonte.com.br/2011/11/18/conheca-a-uhe-belo-monte/>>, acesso em 25 nov. 2011

OGLOBO. **Brasil planeja mas 4 usinas nucleares.** 15 mar. 2011. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/mundo/brasil-planeja-mais-quatro-usinas-nucleares-2811075>>, acesso em 15 mar. 2011

OGLOBO. **Nordeste do Brasil terá usina solar com capacidade de 50 MW.** 13 nov. 2011. Disponível em <<http://www.power-geek.com/2011/11/nordeste-do-brasil-tera-usina-solar-com.html>>, acesso em 13 nov. 2011

OOCITIES. **O Extremo.** Disponível em <<http://www.oocities.org/augusta/7135/estufaconsequ.htm>>, acesso em 27 mar. 2011

OPINIÃO-NOTÍCIA. 30 mai 2011. **Alemanha decide fechar suas usinas nucleares.** Disponível em <<http://opinioenoticia.com.br/brasil/politica/alemanha-decide-fechar-suas-usinas-nucleares/>>, acesso em 30 nov. 2011

ORLANDO, Elisângela. 08 mai. 2011. **Pequenas usinas ameaçam rios.** Disponível em <<http://www.hojeemdia.com.br/cmlink/hoje-em-dia/noticias/economia-e-negocios/pequenas-usinas-ameacam-rios-1.276767>>, acesso em 01 nov. 2011

PAI-DOS BESTA. **O sol vai esfriar?** 11 jul. 2011. Disponível em <<http://paidosbesta.blogspot.com/2011/07/o-sol-vai-esfriar.html>>, acesso em 20 jul. 2011

PAIXÃO-PELO-MEIO-AMBIENTE. **Aquecimento Global.** Disponível em <<http://paixaopelomeioambiente.blogspot.com/2011/02/aquecimento-global.html>>, acesso em 07 dez. 2011

PIOLI, Marília B. 03 nov. 2010. **A energia eólica e os impactos ambientais.** Disponível em <<http://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2010/11/a-energia-eolica-e-os-impactos-ambientais/7001>>, acesso em 30 nov. 2011

PIORES, Adam. **Planejando o Cisne Negro.** Disponível em Revista Scientific American Brasil, Edição Especial Nº 42

PORTALNET. Disponível <<http://www.portalnet.cl/comunidad/debates.176/749210-geotermicas-v-s-hidroaysen-3.html>>, acesso em 17 ago. 2011

PORTAL-PCH. **O que é uma PCH?** Disponível em <http://www.portalpch.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=702>, acesso em 01 out. 2011

POWER-TECHNOLOGY. **Britain's 2020 Nuclear Vision.** Disponível em <<http://www.power-technology.com/features/feature1632/feature1632-1.html>>, acesso em 01 out. 2011

PPW – People Power. **Energias Limpas.** Disponível em <<http://www.ppow.com.br/portal/2011/03/09/energias-limpas/>>, acesso em 12 mar. 2011

PRALON, Antônio. **Pernambuco deve ter pólo de P&D em tecnologia solar de concentração.** 22 ago. 2011. Disponível em <<http://ofrioquevemdosol.blogspot.com/2011/08/pernambuco-deve-ser-polo-de-p-em.html>>, acesso em 03 dez. 2011

QUEIROZ, Viviane. **Fontes Alternativas de Energia.** Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/3492538/VIVIANE>>, acesso em 21 jul. 2011

REVISTA-GALILEU. **Maior usina de energia solar da Europa é inaugurada na Itália.** Disponível em <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI189619-17770,00-MAIOR+USINA+DE+ENERGIA+SOLAR+DA+EUROPA+E+INAUGURADA+NA+ITALIA.html>>, acesso em 23 nov. 2011

RIEHEL, Mariana. **Energia das Marés.** Mai. 2011. Disponível em <<http://class83.tumblr.com/>>, acesso em 22 ago. 2011

RODRIGUES, Yuri. **Energia Eólica.** Disponível em <<http://yurienergiaeolica.blogspot.com/>>, acesso em 01 abr. 2011

ROMANZOTI, Natasha. 31 ago. 2011. **Usinas de energia minúsculas podem substituir petróleo em alguns anos.** Disponível em <<http://hypescience.com/usinas-de-energia-minusculas-podem-substituir-o-petroleo-em-alguns-anos/>>, acesso em 01 jun. 2011

SCGÁS - Companhia de Gás de Santa Catarina. **Termétrica.** Disponível em <<http://www.scgas.com.br/info/termetricacomum/idse/320>>, acesso em 10 abr. 2011

SELFENERGY Moçambique. **Cogeração.** Disponível em <<http://www.selfenergy.co.mz/Contents.aspx?SectionId=24>>, acesso em 02 jun. 2011

SESI255. **Energia Marémotriz.** Disponível em <<http://sesi255-energias.blogspot.com/>>, acesso em 20 ago. 2011

SILVA, Frederico. 10 jun. 2011. **MPE quer audiência para debater usinas no rio Tijuco.** Disponível em <<http://www.correiodeuberlandia.com.br/cidade-e-regiao/mpe-quer-audiencia-para-debater-usinas-no-rio-tijuco/#comment-13508>>, acesso em 01 nov. 2011

SILVA, Izequias. **Duas cidades do leste de minas vão abrigar novas hidrelétricas.** 15 abr. 2011. Disponível em <<http://www.noticiasinline.com/M00,2708nre,duas-cidades-do-leste-de-minas-vaio-abrigar-novas-hidreletricas.aspx>>, acesso em 01 out. 2011

SUA-PESQUISA. **Carvão Mineral.** Disponível em <http://www.suapesquisa.com/o_que_e/carvao_mineral.htm>, acesso em 08 abr. 2011

SUA-PESQUISA. **Energia Eólica.** Disponível em <http://www.suapesquisa.com/o_que_e/energia_eolica.htm>, acesso em 31 mar. 2011

SUNEDISON Simplifying Solar . **A maior central fotovoltaica da Europa.** Disponível em <<http://www.sunedison.com.br/projeto-rovigo/>>, acesso em 30 nov. 2011

TASOKO, Toshinobo. **Energia Eólica.** Disponível em <<http://www.revistaecoenergia.com.br/ed02n05.php>>, acesso em 01 abr. 2011

THE-WAY-OF-LIFE. 20 set. 2008. **O que é uma Usina termoeétrica?** Disponível em <<http://thelifeway.blogspot.com/2008/09/o-que-e-uma-usina-termoeletrica-uma.html>>, acesso em 22 ago. 2011

TOCA-DA-COTIA. 14 out. 2011. **Biomassa.** Disponível em <<http://www.tocadacotia.com/saude/biomassa>>, acesso em 02 dez. 2011

TOMAZ, Rafael. 28 jul. 2011. **Ersa anuncia aporte de R\$ 156 milhões.** Disponível em <<http://www.diariodocomercio.com.br/index.php?id=70&conteudoId=103145&edicaoId=1042>>, acesso em 01 nov. 2011

TUDO-SOBRE-ENERGIAS. **Entenda mais sobre energia eólica e os cata-ventos.** 29 jul. 2010. Disponível em <<http://tudosobreenergias.blogspot.com/>>, acesso em 31 mar. 2011

Uma Verdade Inconveniente, 2006 pag 26. Disponível em <<http://paixaopelomeioambiente.blogspot.com/2011/02/aquecimento-global.html>>, acesso em 07 dez. 2011

UNESP- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. **Energia Geotérmica.** Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia-geotermica/energia-geotermica-3.php>>, acesso em 27 mar. 2011

UOL. 22 abr. 2011. **China coloca em funcionamento seu primeiro reator nuclear de quarta geração.** Disponível em <<http://economia.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2011/07/22/china-coloca-em-funcionamento-seu-primeiro-reator-nuclear-de-quarta-geracao.jhtm>>, acesso em 25 abr. 2011

VANDERLEY, Paulo. **Taiwan constrói estádio movido a energia solar.** Disponível em <<http://www.fayerwayer.com.br/2009/05/taiwan-constroio-estadio-movido-a-energia-solar/#comments>>, acesso em 15 set. 2011

VEJA. **Energia Nuclear.** Disponível em <<http://veja.abril.com.br/noticia/internacional/cerca-de-440-reactores-nucleares-funcionam-em-30-paises>>, acesso em 30 nov. 2011

VENTOS-DO-SUL. **O Projeto.** Disponível em <<http://www.ventosdosulenergia.com.br/highres.php>>, acesso em 01 abr. 2011

VIANNA, Caio. 08 dez. 2010. **A Passagem da onda.** Disponível em <<http://caioviannaoartista.blogspot.com/2010/12/passagem-da-onda.html>>, acesso em 17 ago. 2011

VITORIANO, Priscila. **Efeito Estufa.** 07 fev. 2011. Disponível em <<http://paixaopelomeioambiente.blogspot.com/2011/02/aquecimento-global.html>>, acesso em 07 dez. 2011

VIVA-TERRA. **Energia Nuclear.** Disponível em <http://www.vivaterra.org.br/vivaterra_energia_nuclear.htm>, acesso em 15 out. 2011

WIND-POWER. **Geradores de energia eólica.** Disponível em <<http://www.wind-power-generators.org/index/pt>>, acesso em 01 abr. 2011

ZYGA, Lisa. 12 jul. 2011. **A usina solar que funciona a noite.** Traduzido e disponível em <<http://marcosocosta.wordpress.com/2011/07/12/energia-termo-solar-demonstra-ser-confiavel/>>, acesso em 30 nov. 2011

PROVÉRBO-INDÍGENA. **Aquecimento Global.** 07 fev. 2011. Disponível em <<http://paixaopelomeioambiente.blogspot.com/2011/02/aquecimento-global.html>>, acesso em 07 dez. 2011