



Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente
Sub-Programa UFAL – Área de Concentração: Desenvolvimento Sustentável
Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Uma Abordagem sobre a Implantação de Sistemas Energéticos Solares e Eólicos em Pernambuco

JOACI GALINDO

Maceió
Setembro de 2007

Joaci Galindo

**Uma Abordagem sobre a Implantação de Sistemas
Energéticos Solares e Eólicos em Pernambuco**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação “Strictu Sensu” do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente - *Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente* - PRODEMA/UFAL, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karla Miranda Barcellos

Maceió
Setembro de 2007

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Renata Barros Domingos

G158a

Galindo, Joaci.

Uma abordagem sobre a implantação de sistemas energéticos solares e eólicos em Pernambuco / Joaci Galindo. – Maceió, 2007.

143 f. : il.

Orientadora: Karla Miranda Barcellos.

Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente : Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal de Alagoas. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Maceió, 2007.

Bibliografia: f. 133-136.

1. Energia – Fontes alternativas - Pernambuco. 2. Energia solar.
3. Força eólica. 4. Política energética. 5. Desenvolvimento sustentável.
I. Título.

CDU: 620.91(813.4)

BANCA EXAMINADORA

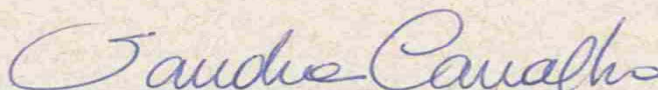
Titulares:



Prof^ª. Dr^ª. Karla Miranda Barcellos – Orientadora/PRODEMA/UFAL



Prof^ª. Dr^ª. Maria Cecília Lustosa – PRODEMA/UFAL



Prof^ª. Dr^ª. Sandra Helena Vieira de Carvalho - UFAL

PARECER DA BANCA:

Maceió, 27 de setembro de 2007

À Júlia Idalina Galindo, minha mãe, por acreditar sempre na possibilidade da transformação através da educação, e por seu exemplo de luta e perseverança, apesar de sua pouca escolaridade.

À Nathália, Victor e Ivson, meus filhos, que mesmo privados de muitos momentos de convivência, sempre me incentivaram.

À Marileide, minha esposa; foi inegável a sua compreensão e o seu incentivo constante.

Ao PRODEMA e à UFAL, pelo acolhimento, como se alagoano fosse.

À CAPES, pelo incentivo financeiro, imprescindível em todas as atividades que desenvolvi ao longo de muitos momentos da vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do PRODEMA/UFAL com os quais convivi, em harmoniosa e enriquecedora interação, especialmente à Prof.^a Dr.^a Karla Miranda Barcellos, pelos seus ensinamentos e, também, aos companheiros de sala, pela fiel amizade e contribuições nos mais diversos debates, dentro e fora do ambiente acadêmico; este clima contribuiu, e muito, no surgimento deste trabalho, traduzindo um pouco do que foi este período de intenso aprimoramento.

Only a free individual can make a discovery.

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho está baseado em pesquisa bibliográfica focada no estudo de fontes alternativas e renováveis de energia no estado de Pernambuco, especialmente solar e eólica. Esta unidade da federação é pioneira no uso e desenvolvimento de pesquisas envolvendo energia proveniente do sol e dos ventos. Na construção deste trabalho, verifica-se que a maioria dos projetos de geração elétrica envolvendo o uso de painéis solares fotovoltaicos, sobretudo os instalados na região do sertão, funcionam precariamente ou simplesmente estão desativados. Os projetos referentes ao uso da energia eólica estão apenas disponíveis na cidade de Olinda e na Ilha de Fernando de Noronha, com potência gerada considerada irrelevante no balanço energético do estado. Com o mapeamento destas fontes renováveis no estado, tem sido possível mostrar que a questão da sustentabilidade energética e ambiental é algo ainda utópica, considerando a estrutura de geração elétrica disponível. A degradação ambiental relativa à questão energética, está mais diretamente relacionada ao uso da biomassa, principalmente lenha, que participa com números consideráveis na matriz energética estadual. Neste estudo, também tratamos das implicações ambientais relacionadas com o uso da energia, antes preocupação apenas de ambientalistas e cientistas. Sem uma política energética interna, especialmente voltada à pesquisa, desenvolvimento e uso de energias renováveis, Pernambuco dá sinais de que caminha por uma via não sustentável de desenvolvimento, com graves implicações ao meio ambiente, sobretudo em alguns pólos economicamente ativos do estado. Por fim, conclui-se com a importância da abertura do debate sobre o potencial energético renovável existente, mesmo com ênfase apenas na geração elétrica oriunda de energia de biomassa, solar e eólica.

Palavras-chave: Energia solar, energia eólica, sustentabilidade, desenvolvimento e meio ambiente.

ABSTRACT

This work is based on bibliographical research with approach in alternative sources and renewable of energy in the State of Pernambuco, Brazil, especially solar and wind. The state is pioneering in the use and development of research involving energy proceeding from the sun and the winds. In the construction of this work, we verify that the majority of the projects of electric generation involving the use of photovoltaics solar panels, over all the installed ones in the region of the hinterland, function precariously or simply they are disactivated. The projects referring to the use of the wind energy, are only available in the city of Olinda and the Island of Fernando de Noronha, with power generated considered irrelevant in the state energy balance. With the mapping of these renewable sources in the state, has been possible to show that the question of the energetic sustainability and environmental is something still utopian, in the actual structure of electric generation available. The environmental degradation relative to the energy question, is more directly related to the use of the biomass, mainly of the firewood, that participates with considerable numbers in the state energy matrix. In this study, we also treat of the implications related with the use of the energy, before only concern of environmentalists and scientists. Without an internal energy policy, especially directed to the research, development and use of renewable energies, Pernambuco gives to signals of that walks for a not sustainable way of development, with serious implications to the environment, over all in some economically active polar regions of the state. Finally, we conclude by the importance of the opening from debate about existing renewable energy potential, exactly with emphasis only in the deriving electric generation of biomass, solar and wind.

Key words: Solar energy, wind energy, sustainability, development and environment.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Gráfico do Desmatamento na Amazônia, de 1988 a 2006. Fonte: INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Gráfico de R. Butler. Disponível em: www.mongbay.com.....49
- Figura 1A. Lista de pilhas e baterias destinadas ao recolhimento. Fonte: Ambiente Brasil. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br.....137
- Figura 2. Gráfico da Geração de Energia Elétrica no Mundo e no Brasil. Fontes: IEA – International Energy Agency – 2003 e MME – Ministério de Minas e Energia, (BEN, 2006).....52
- Figura 2A. Lista de pilhas e baterias destinadas ao lixo doméstico. Fonte: Ambiente Brasil. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br.....137
- Figura 3. Gráfico da oferta de energia do Brasil, OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2004 e Mundo, 2005. Os números estão relacionados com o consumo de combustível fóssil. Fonte: (BEN, 2006).....53
- Figura 4. Mapa do Estado de Pernambuco que mostra os principais municípios onde atua o NAPER. Fonte: NAPER – Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis.....59
- Figura 5. Centro de Testes do CBEE no Estado de Pernambuco. Fonte: CBEE – Centro Brasileiro de Energia Eólica.....60
- Figura 6. Geração de energia térmica. Coletor solar com concentração tipo CPC. Instalações do Grupo FAE. Fonte: Grupo FAE – Disponível em: <http://www.ufpe.br/grupofae>.....63
- Figura 7a. Moto-bomba flutuante. Fonte: Heitor Scalabrini Costa – (NAPER – Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis).....67
- Figura 7b. Painel fotovoltaico usado em bombeamento d’água. Fonte: Heitor Scalabrini Costa – (NAPER – Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis).....67
- Figura 8. Distribuição do potencial eólico brasileiro por região. Fonte: Atlas de Energia Eólica-Cepel/Eletróbrás.....79
- Figura 9. Uso futuro da tecnologia fotovoltaica na aviação. Fonte: NASA – National Aeronautics and Space Administration.....87

Figura 10. Uso de módulo fotovoltaico em bombeamento de água de poço amazonas no interior do Estado de Pernambuco. Fonte: NAPER – Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis.....	89
Figura 11. Sistemas fotovoltaico e eólico de bombeamento d’água nos municípios de Serra Talhada e Igaraci, Estado de Pernambuco. Fonte: (PERNAMBUCO, 2004).....	98
Figura 12. Mapa do Estado de Pernambuco com os municípios onde estão o maior número de SFV’s – Sistemas Fotovoltaicos. Fonte: (COSTA, 2006)/NAPER- Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis.....	100
Figura 13. Hotel com uso de energia solar térmica na cidade de Pesqueira, Estado de Pernambuco. Foto: J. Galindo (11/02/2007).....	109
Figura 14. Localização geográfica de Fernando de Noronha, Ilha pertencente ao Estado de Pernambuco. Fonte: Google Earth, com adaptação.....	112
Figura 15. Primeira turbina eólica de Fernando de Noronha, com potência de 75 kW. Fonte: Memória da Eletricidade, 2000.....	113
Figura 16. Aerogerador de Fernando de Noronha, Estado de Pernambuco, com potência de 225 kW. Fonte: CBEE/UFPE, 2000.....	114
Figura 17. Central Eólica de testes de Olinda, Estado de Pernambuco, com potência de 300 kW. Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica – CBEE/UFPE, 2000. Disponível em: http://www.eolica.com.br	118
Figura 18. Turbina Eólica de 30 kW em Olinda, Estado de Pernambuco. Destaque para o container de instrumentação instalado pelo CBEE. Fonte: CBEE – Centro Brasileiro de Energia Eólica.....	119
Figura 19. Vista aérea do Parque Eólico de Osório, Estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Fábio Luis Fonseca. Disponível em: www.aeroentusiasta.com.br	122
Figura 20. Central Eólica de Mucuripe, litoral do município de Fortaleza, Estado do Ceará. Fonte: WOBEN, 2003. Disponível em: www.wobben.com.br	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Emissões gasosas entre 1990 e 2004 de alguns países industrializados, China não incluída, maior emissor atual, de acordo com (FAPESP, 2007).....	33
Tabela 1B. Emissões gasosas poluentes das usinas a gás natural e seus correspondentes danos à saúde humana.....	138
Tabela 2. Evolução do desmatamento na Amazônia entre 1988 e 2006.....	48
Tabela 2B. Módulos fotovoltaicos instalados no Estado de Pernambuco, através de convênios envolvendo órgãos governamentais nacionais e estrangeiros.....	139
Tabela 3. Apresenta a distribuição das termoeletricas no Estado de Pernambuco e seus potenciais de geração.....	72
Tabela 3B. Apresenta percentuais de incidência de ICMS nas contas mensais de energia elétrica no Estado de Pernambuco, com destaque para os consumidores de baixa renda e domicílios rurais.....	139
Tabela 4. Projetos de parques eólicos autorizados pela ANEEL no Estado de Pernambuco.....	76
Tabela 4B. Sistema Híbrido Eólico/Solar da Embratel em Fernando de Noronha, Estado de Pernambuco.....	140
Tabela 5. Valores típicos em dólar relativos à implantação de usinas geradoras de energia.....	85
Tabela 6. Evolução do consumo energético do Estado de Pernambuco entre 1993 e 2002, em GWh.....	110
Tabela 7. Consumo anual de energia elétrica em Fernando de Noronha, Estado de Pernambuco – Ano base 2006.....	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CBEE – Centro Brasileiro de Energia Eólica

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CELPE – Companhia Energética de Pernambuco

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ELETRORÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

GEE – Gás de Efeito Estufa

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IEA – International Energy Agency (Agência Internacional de Energia)

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

ISS – International Space Station (Estação Espacial Internacional)

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia

MEC – Ministério da Educação e Cultura

MME – Ministério de Minas e Energia

MRE - Ministério das Relações Exteriores

NAPER/UFPE – Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis / Universidade Federal de Pernambuco

NASA – National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço ou Agência Espacial dos Estados Unidos)

ONG's – Organizações Não-Governamentais

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PCH – Pequena Central Hidroelétrica

PPT – Programa Prioritário de Termelétricidade

PRODEEM – Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SFV – Sistema Fotovoltaico

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima)

UTE – Usina Termo Elétrica

WWEA – World Wind Energy Association (Associação Mundial de Energia Eólica)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVO GERAL.....	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
1.3 METODOLOGIA.....	22
2 A RELAÇÃO DO HOMEM COM A ENERGIA E O DESENVOLVIMENTO.....	25
3 O MODELO HEGEMÔNICO DE UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E SUA MANUTENÇÃO DO PONTO DE VISTA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	31
3.1 OS IMPACTOS SOBRE O PLANETA ORIUNDOS DO USO DA ENERGIA E A PARTICIPAÇÃO DO BRASIL.....	37
4 OS PROGRAMAS DE INCENTIVO AO DESENVOLVIMENTO E USO DE FONTES ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS EM PERNAMBUCO.....	54
4.1 O FRACASSO NA IMPLANTAÇÃO DA ILHA ENERGÉTICA NO MUNICÍPIO DE GRAVATÁ, PERNAMBUCO.....	55
4.2 INSTITUIÇÕES QUE ATUAM NA DIFUSÃO DA ENERGIA RENOVÁVEL EM PERNAMBUCO.....	57
4.2.1 O NAPER – NÚCLEO DE APOIO A PROJETOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	58
4.2.2 O CBEE – CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA.....	60
4.2.3 A ATUAÇÃO DO GRUPO FAE – GRUPO DE PESQUISAS EM FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA.....	62
4.3 AS OPÇÕES ENERGÉTICAS LIMPAS E RENOVÁVEIS EXISTENTES NO ESTADO DE PERNAMBUCO.....	65
4.4 A PARTICIPAÇÃO DOS PROGRAMAS NACIONAIS DE INCENTIVO ÀS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA, PRODEEM E PROINFA, NO ESTADO DE PERNAMBUCO.....	71
4.4.1 BENEFÍCIOS ESPERADOS COM O PROINFA.....	78

5 AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA COMO PARCEIRAS DO MEIO AMBIENTE, ANÁLISE DA SITUAÇÃO EM PERNAMBUCO.....	81
5.1 PAINÉIS FOTOVOLTAICOS: PERSPECTIVAS FUTURAS DE USO, CUSTO E CUIDADOS COM O MEIO AMBIENTE.....	82
5.2 USOS INDIVIDUAL E COLETIVO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	88
5.3 PRESENÇA DA ENERGIA FOTOVOLTAICA EM PERNAMBUCO. FATORES QUE JUSTIFICAM A DIFUSÃO DESTA FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA NO ESTADO.....	93
5.4 QUESTÕES INTRÍNSECAS DE IMPACTOS AMBIENTAIS RELATIVOS AOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	102
5.4.1 BATERIA, DISPOSITIVO DE MAIOR PREOCUPAÇÃO EM UM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA.....	103
5.5 O USO DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA E O CONSUMO ENERGÉTICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO.....	108
5.6 AEROGERADORES EM FERNANDO DE NORONHA, PERNAMBUCO, FONTE LIMPA E RENOVÁVEL DE ENERGIA.....	111
5.7 O AEROGERADOR DA CIDADE DE OLINDA, PERNAMBUCO.....	117
5.8 POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À GERAÇÃO EÓLICA.....	119
6 CONCLUSÕES.....	125
REFERÊNCIAS.....	133
ANEXO A – FIGURAS COMPLEMENTARES.....	137
ANEXO B – TABELAS COMPLEMENTARES.....	148
ANEXO C - GRANDEZAS, UNIDADES DE MEDIDA E TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS.....	141

1 INTRODUÇÃO

O modelo energético do estado de Pernambuco permite a elaboração dos mais diversos cenários, quase todos com grande tendência de trilhar por caminhos insustentáveis, se não forem observadas características específicas relativas ao seu potencial energético. Mesmo sendo um estado que não dispõe de recursos energéticos fósseis, nem por isso deixa de por em prática uma política energética cada vez mais dependente de tais insumos. A evidência destes fatos é palpável quando da análise de sua matriz energética (BEN, 2006) e (PERNAMBUCO, 2004).

O estudo demandou consulta a diversos documentos encontrados: internos e externos, inclusive o balanço energético do estado de Pernambuco, em sua versão mais recente. Trata basicamente de três fontes como opção: solar, eólica e biomassa. O trabalho está centralizado em abordar, preferencialmente, o uso das energias solar e eólica, considerando as condições naturais e o perfil histórico pernambucano em pesquisa e desenvolvimento na área de energia renovável. Todavia, não deixou de abordar a questão energética de maneira mais ampla, inclusive apresentando o consumo de bens industrializados duráveis ou não, nos níveis nacional e mundial. A ênfase em aspectos que relacionam energia em um contexto global é algo inerente ao texto em diversos momentos, sobretudo porque mesmo o uso de dispositivos energéticos considerados renováveis, também não deixam de apresentar interferências no meio ambiente.

O uso da energia pelo homem atingiu um patamar expressivo, constituindo-se em algo que preocupa cientistas, ambientalistas e a própria sociedade como um todo. É, sem dúvida, um dos fatores relevantes dentro do processo de modificação das condições naturais do planeta, mesmo

considerando o uso da energia como indispensável ao desenvolvimento sócio-econômico da humanidade.

É cada vez mais crescente a discussão sobre sustentabilidade energética, teoricamente possível de ser alcançada, através do uso de fontes potencialmente limpas e renováveis. A viabilidade destas fontes deve ser encarada pela ótica da mitigação dos impactos negativos associados aos processos de transformações energéticas. A utilização de fontes não renováveis impõe ao planeta um custo ambiental de complexa majoração; todavia, se quisermos, de fato, trilhar por caminhos sustentáveis, temos que fazer uso cada vez mais abrangente das fontes limpas e renováveis de energia. Não podemos apenas usar o termo “economicamente viável” para definir que fonte energética deve ter prioridade de uso. Quando optamos por queimar combustível fóssil, não incluímos os custos ambientais relativos a esta prática. A geração elétrica através de tecnologia fotovoltaica, encontra como barreira para difundir-se, o custo. Esta forte restrição do mercado tem sido determinante na implantação de usinas solares fotovoltaicas e no seu uso em escala domiciliar. No decorrer deste processo dissertativo esta questão estará presente, o mesmo acontecendo com as demais formas de geração elétrica renováveis, que também não estão imunes às restrições.

O estado de Pernambuco foi um dos pioneiros no nordeste em pesquisa e uso de fontes renováveis de energia, sobretudo solar fotovoltaica e eólica. Alguns projetos implantados não obtiveram o sucesso esperado, como o de uma Ilha Energética, em Gravatá, município da região agreste do estado e distante 80 km da capital. Assim, nascia os primeiros investimentos em energia renovável, uma espécie de laboratório experimental para o restante do estado. Entretanto, o que foi instalado sequer chegou a funcionar de maneira plena. Mesmo assim, foi possível

constatar a existência de grupos de pesquisa e de entidades não governamentais ainda ativas, como o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE), o Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis (NAPER), o Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia (Grupo FAE), dentre outras. A inexistência de uma política pública de âmbito estadual, com o objetivo de acompanhar as pesquisas idealizadas e desenvolvidas no meio acadêmico e a opção por implantar projetos de eletrificação rural de grande abrangência, sempre utilizando a rede elétrica convencional, são fatores que pesaram na quase exclusão de projetos envolvendo energia limpa e renovável no estado.

Esta mudança de foco na política energética local, não foi seguida por outros estados nordestinos, especialmente Ceará e Rio Grande do Norte. A potência eólica instalada em cada um destes estados é muitas vezes superior ao que existe no estado de Pernambuco, que estagnou com os mesmos projetos há mais de uma década.

O que fica evidente é o fato do estado não por em prática nenhum projeto importante de geração elétrica eólica ou solar, que poderia ser viabilizado através de programas destinados para este fim, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), ambos do governo federal. Constatamos que até mesmo o arquipélago de Fernando de Noronha, uma porção do estado dentro do Oceano Atlântico, não é auto-sustentável em energia elétrica; utiliza no máximo 25% de sua geração produzida por aerogeradores. Duas ou três turbinas eólicas mais modernas, com potência entre 1,0 e 1,5 MW, seriam suficientes para garantir o suprimento energético daquela localidade. A emissão de carbono na ilha estaria quase zerada, se uma legislação estadual apenas permitisse a venda controlada de combustível fóssil, incentivando o

uso do álcool combustível e outras formas energéticas limpas. Isto é apenas uma hipótese; para ser posta em prática, necessita de um enfrentamento político ousado na área energética do estado.

Quando tentamos desnudar a realidade da implantação e uso da energia renovável em Pernambuco, nos deparamos também com a dispersão dos projetos, principalmente os relativos à energia solar fotovoltaica; estes, mesmo tendo sido instalados em regiões remotas, especialmente no sertão, estão sendo substituídos pela energia elétrica convencional, através de programas de eletrificação do próprio governo do estado, que vem ocorrendo há mais de uma década, ou de um outro mais recente, o LUZ PARA TODOS, do governo federal.

Todavia, não cabe a este estudo deixar de reconhecer a importância que tem um processo de cobertura elétrica na área rural dos estados. O conjunto de desassistidos, que só agora começa a ser atendido por um programa de combate à exclusão elétrica, mesmo com o uso de energia gerada de forma convencional, são partícipes de um momento histórico, isto é, estão sendo apresentados a uma tecnologia do século XIX, em pleno século XXI. É algo quase inacreditável, se considerarmos as potencialidades energéticas e econômicas do Brasil.

Um fato assim, mostra como é difícil o resgate da dívida social existente, na maioria dos casos, secular, principalmente na área rural do norte e nordeste brasileiro, onde a desigualdade ainda aflora com muita força. Portanto, é sempre comovente imaginar que parcela da população, antes excluída, possa ser inserida no conjunto de usuários de uma tecnologia que é básica, podendo garantir, entre outras coisas, conforto, saúde, educação, comunicação e até mesmo geração de emprego e renda. Assim, sempre há certa expectativa quanto à concretização destas metas. A expansão da rede elétrica, independente do tipo de geração, não deve continuar priorizando

alguns setores, em detrimento de outros, sobretudo quando os excluídos representam parcela ainda estratégica no quadro demográfico do país. A expulsão do homem de regiões rurais no Brasil não se deu apenas por falta de energia elétrica, todavia a não existência de programas de eletrificação rural e de uma política voltada ao atendimento deste contingente populacional, em suas necessidades básicas, foi preponderante na sua migração para os grandes centros.

Considerando a importância do uso racional e sustentável da energia, deixou-nos perplexo o consumo elétrico do estado, cuja demanda é atendida por geração externa - hidroeletricidade - ou interna, através do uso de combustíveis fósseis em usinas termelétricas, como no caso da Termopernambuco, usina com potência aproximada de 520 MW de potência, além de outras de menor porte instaladas na região metropolitana de Recife, em sua maioria. O pouco aproveitamento do potencial eólico e solar existente, também é surpreendente, quando considera-se o pioneirismo pernambucano na implantação de alguns projetos nesta área.

De posse de uma bibliografia essencialmente de base local, incluindo dados recentes ou não, entendemos ser possível trazer à baila questionamentos relacionados ao desenvolvimento auto-sustentável ou não, e que no caso de Pernambuco, há, de fato, um quadro sócio-econômico não muito diferenciado ao de outros estados, igualmente dependentes de fontes energéticas não renováveis, constituindo um campo muito fértil para questionamentos e proposições, sobretudo de natureza ambiental.

Com este estudo, acreditamos ser possível entender que caberá ao estado de Pernambuco a missão de rever sua política de crescimento, caso pretenda transformá-la em modelo real de desenvolvimento, considerando as limitações impostas pela natureza e a indisponibilidade de

fontes fósseis. Quando tratamos de questão energética de qualquer um dos estados no Brasil, não podemos deixar de entender que a mesma está subordinada à política energética nacional, não sendo impeditivo a aplicação de políticas energéticas regionais ou locais, e que considerem as características específicas no uso dos recursos naturais mais adequados, principalmente.

O uso de biomassa, da energia solar e a instalação dos parques eólicos, hoje quase todos mapeados e muitos devidamente autorizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para exploração, parecem alternativas seguras, como garantia de um processo que consiga provocar uma inversão na forma de gerar a energia necessária ao desenvolvimento do estado de Pernambuco, sendo possível iniciar com números pequenos e crescer de maneira contínua, até atingir cifras que permitam sua inclusão no balanço energético estadual ou quem sabe, nacional. Desta forma, o estado estaria conduzindo a sua política energética não apenas dentro de uma perspectiva economicamente sustentável, mas também dentro de uma preocupação com o fator que parece mais urgente em qualquer política energética: a de garantir redução nas emissões de carbono em todas as atividades que desenvolvemos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar se a trajetória histórica da implantação de sistemas energéticos alternativos e renováveis no estado de Pernambuco, em especial os eólicos e solares, constitui um meio de garantir metas sustentáveis no campo energético ou simplesmente são ações isoladas, com pouca ou nenhuma contribuição na construção de um projeto de desenvolvimento sustentável para o estado.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a aplicabilidade de programas governamentais tais como, PROINFA e PRODEEM no âmbito da região nordeste, e em particular, dentro do estado de Pernambuco;

Relacionar a questão energética local com metas de crescimento e de desenvolvimento, procurando entender sua influência no contexto mais amplo, mesmo considerando que o estado ainda não é um potencial emissor de carbono na atmosfera, condição que certamente facilita a implantação de programas que possam mitigar o que hoje é emitido em gases;

Verificar a existência ou não de mecanismos de sustentabilidade na política energética do estado, com base no potencial relativo às fontes solar e eólica, especificamente.

1.3 METODOLOGIA

A diversidade de programas envolvendo o uso de energia renovável implantados no estado de Pernambuco parece não constituir obstáculo a um estudo analítico inteiramente voltado a descrever o contexto histórico, sócio-econômico e ambiental destas ações. No intuito de retratar com certa fidelidade estes fatos, mantendo sempre a linha temática escolhida, os elementos disponíveis sempre estiveram muito dispersos e quase sempre tratavam da questão do uso da energia, de maneira meramente técnica. Encontrar literatura referente à problemática energética do estado, sobretudo relacionando-a com as questões ligadas ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável, foi algo que exigiu um desdobramento em todos os sentidos. Nos tópicos iniciais, em que tratamos da relação do homem com a energia e o desenvolvimento, e

também o modelo hegemônico de utilização dos recursos energéticos e sua manutenção do ponto de vista do desenvolvimento sustentável, uma farta bibliografia foi encontrada, fundamental no entendimento de muitas questões relativas ao desenvolvimento humano e sua relação direta com o domínio da energia.

Desde o início da pesquisa bibliográfica, os dados de fácil acesso foram os sócio-econômicos e os ambientais. Dados com referência a assuntos energéticos, sobretudo de geração elétrica renovável, foram os mais inacessíveis, mesmo considerando a parte da pesquisa centrada em informações oficiais. Nestes casos, é importante destacar documentos como o último balanço energético estadual, (PERNAMBUCO, 2004), com inúmeras lacunas, onde sequer é possível encontrar informações sobre o quantitativo energético renovável gerado na ilha de Fernando de Noronha, que é território pernambucano, por razões de natureza histórico-cultural.

Com o entendimento de que era humanamente impossível realizar pesquisa de campo na avaliação de todo o potencial energético do estado, o foco principal foi o da pesquisa bibliográfica, com destaque aos mais diversos meios de consulta; desde o livro propriamente dito, até o eletrônico, sem esquecer as publicações científicas, sempre considerando aspectos de sustentabilidade na relação do homem com a energia, sobretudo em regiões do semi-árido brasileiro.

Diversos outros documentos também forneceram dados considerados determinantes na produção deste trabalho, em especial os que tratavam da questão energética de forma mais restrita ao estado de Pernambuco, sobretudo algumas publicações de pesquisadores ligados a diversos

centros da Universidade Federal de Pernambuco e de institutos de difusão tecnológica do governo do estado.

A apresentação do conteúdo transcorreu dentro de uma linha que buscou primar por uma linguagem formal, com pequenas inserções de menções do cotidiano, do coloquial. Não há como deixar de considerar que a produção de um texto é sempre objeto de muitos momentos de pura contextualização, mesmo que este tente ser fiel às regras de natureza acadêmicas.

Sendo assim, primou-se por relacionar o uso direto e indireto da energia com o meio-ambiente e, também, com as questões de natureza sócio-econômicas. Entendeu-se, ao longo de toda produção acadêmica, que o desenvolvimento é algo que deve ser conquistado dentro de padrões sustentáveis, quanto ao uso dos recursos energéticos e naturais de que dispõe o homem.

Em um contexto mais amplo, foi considerado como essencial o não distanciamento dos parâmetros próprios e determinantes de uma análise metodológica, com destaque para a observação, a coleta de evidências, a formulação, e se for o caso, o teste de uma ou mais hipóteses.

A observação inicial foi a de que o estado de Pernambuco pauta o seu crescimento econômico dentro de um padrão de consumo energético inteiramente dependente de fontes externas. Uma fração da eletricidade em uso, já é produzida através do funcionamento de diversas termoelétricas. Então, como fica a sustentabilidade deste crescimento ao longo do tempo? Qual o limite deste modelo sem o uso da energia renovável oriunda da biomassa, do sol e dos ventos?

2 A RELAÇÃO DO HOMEM COM A ENERGIA E O DESENVOLVIMENTO

Em qualquer modelo de desenvolvimento, inclusive os que são estruturados de maneira simples, ou seja, medido apenas com base no crescimento econômico, a energia é um fator imprescindível, podendo ser um agente até limitador (DA SILVA, 1998).

Fim da Idade Média: a ciência não mais atrelada aos ditames de uma igreja ultra-conservadora, estabelece novos paradigmas, inteiramente revolucionários, na idealização de um novo mundo, de raízes antropocêntricas. Nasce um pensamento científico em oposição às idéias aristotélicas, com a teoria heliocêntrica sendo responsável por descortinar este novo mundo. Podemos dizer que uma concepção moderna de mundo estava nascendo, junto com uma intensa base científica, elaborada a partir deste rompimento histórico. A riqueza das idéias deste período evolui de forma irreversível até um outro momento, que comumente denominamos de Revolução Industrial, século XVIII. O homem descobre que pode construir máquinas de alto poder produtivo, revolucionárias, de fato. Sai o cavalo, entra a máquina, a energia do carvão mineral e da lenha; posteriormente, o petróleo, o gás natural, o urânio e muitas outras fontes. A espécie humana passou a ser inteiramente dependente da energia em escala comprometedora. Final do século XX e início do XXI, o planeta emite sinais cada vez mais claros de que algo tem que ser feito em defesa do meio ambiente.

Desde a descoberta do fogo e da utilização de fontes hidráulicas e eólicas, o uso destas formas energéticas por diversos povos, até o século XVIII, não alteraram muito o quantitativo dos recursos naturais do planeta, especialmente os energéticos; isto possibilitou, por milênios, uma convivência em inteira harmonia com o meio natural, sem alterar, de modo significativo, a composição dos diversos ecossistemas do globo terrestre e, também, sua atmosfera.

De acordo com Trigoso (2004), a demanda e o consumo nas primeiras sociedades se manifestaram em função da falta ou do excesso de alimentos, objetos, produtos, plantas ou animais dos quais dependiam. O fogo é o elemento energético de maior utilidade. Uma vez que foi descoberto e incorporado no dia-a-dia dos primeiros clãs, ficou quase impossível continuar vivendo sem ele. Como não foi possível o homem viver sem a inovação do fogo, também não vemos como plausível a existência da sociedade atual e das gerações que nos sucederão, sem o acesso a energia nas suas mais diversas formas. É algo que está incorporado ao nosso modo de viver; resta-nos compreender que há um limite para todo este consumo energético e que não podemos acelerar a oferta de maneira infinita, simplesmente para atender a uma demanda que é cada vez mais voraz.

Das idéias oriundas da termodinâmica surge a máquina a vapor, representando um marco no uso da energia para realização de movimento; antes já era possível o movimento de embarcações e moinhos com o uso da força do vento e da água, respectivamente. A conversão da energia térmica em energia de movimento, com a invenção da máquina a vapor, representou o início de uma nova era no século XVIII, denominada Revolução Industrial e que incorporou, posteriormente, um novo modelo de produção em série, conhecido como fordismo, por ter sido idealizado pelo empresário americano Henry Ford (1863-1947), e que deu origem ao surgimento de um padrão de consumo até então nunca visto na história da humanidade, de acordo com (DA SILVA, 1998).

No século XIX, há um novo impulso em todo este processo com o desenvolvimento dos motores elétrico e de combustão, permitindo o uso da eletricidade e de um novo combustível fóssil: o petróleo. Assim, houve um acesso rápido às reservas de fontes energéticas fósseis – carvão

mineral e petróleo, principalmente – que foram formadas há milhões de anos atrás. A facilidade na obtenção destes combustíveis e o desenvolvimento de máquinas industriais destinadas a diversas aplicações, inclusive transporte, permitiu o aumento produtivo em larga escala e a rápida acumulação de bens e capital nas nações consideradas industrializadas, a exemplo da Inglaterra. Pesquisas posteriores avançaram no conhecimento da estrutura molecular e atômica da matéria, apresentando como resultado o domínio parcial da tecnologia nuclear, isto é, baseada na fissão de núcleos atômicos. A fusão nuclear ainda permanece como um desafio tecnológico a ser superado, constituindo uma maneira de gerar energia em escala muito elevada e de maneira muito limpa, quando comparada com a forma atual de geração nas usinas nucleares. A fusão nuclear é um desafio gigante para a ciência e a tecnologia; afinal, que material poderia manter a temperatura de milhões de graus sem desintegrar completamente?

Após mais de dois séculos, a espécie humana rompe barreiras até então existentes e, através do domínio científico e tecnológico, tem acesso a fontes energéticas de diversos matizes, onde tudo parece garantir um crescimento econômico ilimitado, dentro de uma concepção de inesgotabilidade dos recursos naturais, sobretudo os energéticos. De acordo com Goldemberg (1998), a história da humanidade está inteiramente relacionada com o uso da energia, ao longo de uma trajetória sub-dividida em seis estágios: o homem primitivo, o homem caçador, o homem agrícola primitivo, o homem agrícola avançado, o homem industrial e o homem tecnológico. Cada estágio está associado a opções de fontes energéticas e padrões de consumo próprios, que ampliou por um fator de 100 o consumo de energia *per capita*, considerando o intervalo de tempo que separa o homem primitivo do homem tecnológico.

Com a dependência em níveis intoleráveis de fontes fósseis pelo homem, as previsões são bastante sombrias quanto às reservas existentes. O esgotamento do todo ou parte destes recursos energéticos, tem prazo inferior a um século, de acordo com seguidos relatórios anuais emitidos pela Agência Internacional de Energia e documentos de organizações não governamentais como GREENPEACE e WWF (WWF-BRASIL, 2006), por exemplo, desde que mantido os atuais modelos de processamento e uso destes preciosos recursos. O uso inadequado destes combustíveis é amparado por um modelo de “desenvolvimento” que insiste em manter padrões de consumo incompatíveis com a própria capacidade de regeneração do planeta. O processo de combustão de recursos fósseis, tem resultado no lançamento diário de uma quantidade quase incomensurável de detritos sólidos e gasosos na atmosfera, ocasionando uma entropia de ordem global. Goldemberg (2000), reforça esta linha de pensamento, onde expõe que as principais conseqüências desta evolução são o aumento do consumo de combustíveis fósseis e a resultante poluição ambiental em todos os níveis: local, regional e global.

Assim, a intervenção humana no século XX acelerou o consumo dos insumos energéticos a níveis insustentáveis, gerando ampla discussão sobre qual será o meio mais adequado de desenvolvimento a ser implantado em todas as sociedades do planeta. Nos anos 80 e 90, a causa ambiental ultrapassa fronteiras e a questão principal não se restringe mais à questão ambiental de um território, como afirma Seroa da Mota (1997): perde ênfase em favor das questões ditas globais. A partir do Relatório Brundtland¹ o conceito de desenvolvimento sustentável é cada vez mais utilizado. Este documento foi criado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, introduzindo definitivamente a idéia de que o

¹ A idéia de compatibilizar crescimento econômico e natureza não é recente, mas, é no Relatório Brundtland que os aspectos econômicos e sociais participam das proposições (SEROA DA MOTA, 1997).

desenvolvimento econômico de hoje deve ser realizado sem comprometer o desenvolvimento econômico das futuras gerações. A forma como usamos a energia atualmente está totalmente em desacordo com o que prega este importante e sensato relatório. Talvez um dos documentos mais importantes já produzidos dentro do debate sobre as questões de natureza ambiental, em conjunto com a Agenda 21² mundial, produzida e aprovada a partir da Rio-92³.

É quase unânime a posição entre cientistas e ambientalistas de que é possível crescer economicamente, com redução de emissões gasosas e de recursos naturais, desde que novas concepções e tecnologias, de fato, sejam incorporadas ao processo de desenvolvimento. É possível evitar o excesso de poluentes através do uso de mecanismos que garantam transformações energéticas cada vez mais eficientes ou que tenham por princípio um outro paradigma tecnológico, evidentemente que amparado por novos avanços científicos (VEIGA, 2006).

Um exemplo claro de evolução da eficiência energética ocorreu com o desenvolvimento do motor à combustão, que hoje apresenta um formato compacto, leve e de rendimento bastante superior aos de um passado não muito remoto. Outras mudanças tecnológicas também foram sentidas no setor eletro-eletrônico, quando houve a substituição da válvula eletrônica por dispositivos semicondutores - transistores -, que compactados em invólucros formam os circuitos integrados e, também, os processadores. Em um momento posterior, o desenvolvimento das fibras ópticas, possibilitou a redução no uso do cobre, um metal cada vez mais escasso, contribuindo com a

² A Agenda 21 foi um dos principais resultados da conferência Eco-92, ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Agenda_21

³ Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada de 3 a 14 de junho de 1992. A reunião ficou conhecida como Rio-92, e a ela compareceram delegações nacionais de 175 países. Disponível em: <http://www.mre.gov.br>

confeção de cabos mais eficientes, produzidos gerando menor impacto ambiental, destinados às telecomunicações. Neste caso, não foi só uma simples substituição, houve um ganho em eficiência quase sem paralelo, se considerarmos que uma simples fibra óptica é capaz de transportar, sem interferência, quase 2000 ligações telefônicas ou outro tipo de comunicação digital, ao contrário de um par de fios de cobre, que tem poder muito limitado para tráfego de dados, voz e outros sinais eletrônicos.

Para Scarlato (1992), a parcela menos numerosa, porém a mais poderosa, da sociedade, por interesse ou por desconhecimento, sempre esteve muda diante dos riscos de destruição ambiental. A satisfação de necessidades criadas como condição ideal para o desenvolvimento da tecnologia, do progresso humano e do consumo falou mais alto. A essa parcela da população agregaram-se os despossuídos, alheios a outros problemas que não sejam os da mais imediata sobrevivência e que por essa razão, relegam a ecologia a um plano secundário.

É evidente que ainda não há vontade política e engajamento suficiente de todos para tratar dos graves problemas ambientais atuais, dentro de uma perspectiva de futuro, sem o uso abusivo dos combustíveis não renováveis. Mantidos os níveis de produção de bens de consumo e o desperdício de países “desenvolvidos” e em “desenvolvimento”, caminhamos para o esgotamento total dos recursos naturais. Neste caso, a civilização humana estará apenas vivenciando crescimento econômico e distanciando-se de processos mais abrangentes e que levem ao desenvolvimento econômico sustentável.

3 O MODELO HEGEMÔNICO DE UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS E SUA MANUTENÇÃO DO PONTO DE VISTA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Um dos mais importantes textos da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, CMMAD (1998), comumente chamado de relatório Brundtland, quando trata do tema energia, com o título: “*Energia: opções para o meio ambiente e o desenvolvimento*”, já em seu primeiro parágrafo, apresenta uma síntese que se aplica muito bem ao tema e mostra a preocupação com os níveis de consumo na maioria das sociedades do planeta. A manutenção deste quadro, em escala crescente e com severas agressões ambientais, como de praxe, representa um desafio ainda sem solução definida. Então, vejamos:

Energia é indispensável à sobrevivência diária. O desenvolvimento futuro depende indubitavelmente de que se disponha de energia por muito tempo, em quantidades cada vez maiores e de fontes seguras, confiáveis e adequadas ao meio ambiente. Hoje, não dispomos de nenhuma fonte – isolada ou combinada a outras – que possa atender a essa necessidade futura.

Carvão mineral, petróleo, gás natural, xisto, turfa e outros minerais, inclusive urânio, sempre pareceram de uso infinito, em função do quantitativo das reservas existentes, sobretudo em períodos de baixa atividade industrial, isto é, de pouca demanda. Um processo de desenvolvimento tecnológico muito rápido, aliado a um grande acúmulo de capital por parte de diversas sociedades, particularmente nos países desenvolvidos, foi fundamental para o aumento de consumo dos recursos energéticos que a natureza não consegue repor em um curto intervalo de tempo.

O uso de combustíveis fósseis em larga escala, atingiu um patamar superior a 86%, de acordo com relatório apresentado em 2002 na Conferência Rio+10, em Johannesburgo, África do Sul. É um percentual que não deixa nenhuma dúvida sobre o modelo de “desenvolvimento” atual, inteiramente centrado em combustíveis fósseis, cujas reservas tendem a um rápido esgotamento. A forma como estas fontes energéticas estão sendo utilizadas, não oferece nenhuma oportunidade às futuras gerações, de conhecer e até utilizar estes recursos (GOLDEMBERG, 2002).

O uso em grande escala dos combustíveis fósseis pelos setores industrial, de transporte e de geração de energia, põe em risco a própria existência humana no planeta, sobretudo em função da concentração de poluentes na atmosfera, estratosfera, mares, rios, lagos e todos os ecossistemas considerados. Bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e centenas de outros poluentes, são despejados na estrutura periférica da Terra a cada ano. A Tabela 1, mostra as emissões de CO_2 de alguns países industrializados e o volume emitido no ano de 2004, segundo dados da Agência de Mudanças Climáticas das Nações Unidas (UNFCCC), com evolução em percentual desde 1990.

Tabela 1. Emissões de CO₂ entre 1990 e 2004 de alguns países industrializados, China não incluída, maior emissor atual, de acordo com (FAPESP, 2007)

PAÍS	VARIAÇÃO (%)	VOLUME (2004)
EUA	+15,8	7,0 bi ton
Japão	+6,5	1,4 bi ton
Canadá	+26,6	758 mi ton
Itália	+12,1	582 mi ton
Austrália	+25,1	529 mi ton
Espanha	+49,0	428 mi ton
UE	-0,60	4,2 bi ton
Rússia	-32,0	2,0 bi ton
Alemanha	-17,2	1,0 bi ton
Grã-Bretanha	-14,3	665 mi ton
França	-0,80	560 mi ton

Fonte: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) /2004

Uma interferência de tamanha magnitude, tem alterado completamente a estrutura ambiental do planeta. Há indícios científicos de que está provocando alterações no clima de muitas regiões; o derretimento de geleiras e a redução de áreas congeladas são situações concretas. A maioria das alterações climáticas pode provocar prejuízos com escassez ou excesso de água, além de modificar temperaturas, extinguir espécies vegetais e animais, e também, favorecer a proliferação de pragas incontroláveis, capaz de dizimar a agricultura em países da África e América Latina, principalmente. Alguns destes gases, especificamente o gás carbônico (CO₂), o metano (CH₄), cloro-flúor-carbono (CFC) e também o excesso de vapor d'água, são responsáveis por alterações na temperatura média global, provocando o que a grande maioria dos cientistas classifica como efeito estufa. Estas alterações dificultam a reflexão de parte da energia solar incidente, na faixa relativa ao infra-vermelho, especificamente, impossibilitando a sua re-emissão natural para fora do planeta. Esta concentração entre a atmosfera e a superfície terrestre, é similar ao que acontece

em uma estufa. Outro fato bastante grave e que tem merecido uma discussão de âmbito global é a diminuição da quantidade de ozônio presente na estratosfera, com registro de baixíssima concentração sobre o pólo sul terrestre, especificamente sobre a Antártida, sempre associado à liberação de cloro-flúor-carbono, resultado do uso indiscriminado de aparelhos de ar-condicionado, refrigeradores, fabricação de espumas, isopor, aerossóis e centenas de outros produtos. Enfim, uma carga inimaginável de poluentes, despejados diariamente na estrutura periférica gasosa da nossa mãe Terra.

Caminhamos a passos largos em direção a um ambiente inteiramente inóspito à sobrevivência de nossa própria espécie, caso não ocorra uma mudança drástica no modelo de desenvolvimento centrado apenas na exploração predatória dos recursos naturais ainda disponíveis. O processo industrial calcado na extração predatória destes recursos, poderá inviabilizar a sobrevivência de diversas sociedades no planeta em um efêmero espaço de tempo. Mesmo com a distância temporal que nos separa do passado e com o domínio científico e tecnológico atual, é necessário refletir sobre a história de alguns povos que desapareceram por completo, em função do manuseio incorreto dos recursos naturais, mesmo sendo detentores de algum domínio tecnológico e de certo saber científico.

Em Veiga (2006), há uma contribuição a este debate:

Há pelo menos uma dúzia de problemas ambientais suficientemente sérios para que não possa ser descartado o cenário de colapsos semelhantes aos da civilização maia. E não adiantará encontrar solução para alguns desses problemas sem que se consiga resolver os outros. Mesmo que se reduza a velocidade do aquecimento global, se a questão da água não for enfrentada, sozinha ela poderá destruir sociedades contemporâneas.

Então é urgente modificar a voracidade do uso de insumos energéticos na forma como está posta hoje. A insustentabilidade deste modelo tem sido amplamente comprovada por um número imenso de especialistas relacionados a áreas distintas e não apenas do campo ambiental, contemplando também a engenharia, a estatística e a economia, dentre outras. O consenso sobre o esgotamento das reservas de gás, petróleo e outros recursos naturais, em prazos tão exíguos, permite teorizar, com certa facilidade, que o preço destes insumos tenderá a valores proibitivos, podendo inviabilizar o transporte de automóveis, inúmeras atividades industriais e o funcionamento de usinas termelétricas, por exemplo.

Não há muito otimismo quanto à redução do consumo de bens e do uso dos combustíveis fósseis. Imaginar que o modelo vigente possa ser substituído, sem que haja uma conscientização global e sem que tenhamos novos avanços tecnológicos, que atendam a uma demanda tão intensa, é algo quase impensável. Todavia, é fundamental a intervenção de múltiplos setores da sociedade, em especial, os detentores do poder da informação, no sentido de repassar ensinamentos que não estejam calcados em acúmulo de capital, apenas; talvez assim, comecemos por minimizar os efeitos causados à nossa mãe Terra.

O modelo vigente, voraz, calcado na extração intensa dos recursos naturais, e que até hoje tem garantido um nível de consumo tão descontrolado, incompatível com as potencialidades do planeta, terá que ser repensado. Garantir o suprimento energético a todas as atividades em curso, sem que isto signifique redução do consumo, é algo impensável. A urgência em rever o atual modelo de desenvolvimento, já contabiliza certo atraso. Em razão disso, se não formos capazes de revermos o nosso modo de vida, é quase certo de que caminhamos para a maior das entropias,

que afetará o planeta e a humanidade por inteiro, isto é, um possível colapso global, de caráter irreversível.

Em Hawken et al (1999), encontramos dados e projeções que ajudam no entendimento do modelo de consumo atual, apenas considerando a tendência de crescimento do mercado de automóveis com motor a explosão - usuários de diesel, gasolina e gás natural, - em sua grande maioria. O autor enfatiza que 15% da população do mundo possuem 76% dos veículos motorizados, sendo que boa parte dos 85% restantes também deseja ter o seu. Ainda informa que este setor, o de transporte, já é responsável por 21% do total da emissão de carbono no planeta. É um quadro que está conduzindo a humanidade à total insustentabilidade, não há como manter uma demanda energética neste patamar.

Economistas que pensam sobre a questão do desenvolvimento relacionado com o meio ambiente, a eco-economia, são céticos em relação ao nosso destino, até mesmo como espécie sobrevivente no planeta por muito tempo. Veiga (2006), teoriza que um dia será necessário encontrar uma via de desenvolvimento humano que possa ser compatível com a retração, isto é, com o decréscimo da produção. Entende que, no curto prazo, será necessário que o crescimento seja o mais compatibilizado possível com a natureza. Não se trata, segundo ele, de crescimento zero ou condição estacionária, isto é ingênuo, diz. Retrata que a espécie humana, caso não reveja este modelo de desenvolvimento, está determinada a ter uma vida curta, porém excitante. Em outras palavras, a humanidade terá que encontrar uma forma de conviver em harmonia com o planeta. Considerando a energia como algo imprescindível a sua existência, o homem terá que repensar a relação que tem atualmente com a mesma; do contrário, não existe perspectiva sequer para as próximas gerações, se continuarmos exigindo mais do que a Terra pode oferecer.

3.1 OS IMPACTOS SOBRE O PLANETA ORIUNDOS DO USO DA ENERGIA E A PARTICIPAÇÃO DO BRASIL

É inegável que o amplo domínio sobre os recursos naturais por parte da espécie humana, permitiu que o processo de transformação de matéria em energia fosse além de uma simples queima de óleo ou de biomassa, como o uso da lenha, por exemplo. A partir do século XVIII estabeleceu-se uma seqüência tecnológica, até então nunca vista na história da humanidade, a partir da qual nasceu a máquina a vapor, o motor à combustão e o motor elétrico. Com o uso destas máquinas, o homem passou a realizar tarefas antes consideradas impossíveis, como transportar grandes cargas com uso de locomotivas e de produzir uma gama de produtos em grande escala.

Do século XVIII até os dias atuais, o uso de recursos naturais e sua transformação em potência energética, assim como o processamento de uma infinidade de bens duráveis ou não, têm gerado impactos ambientais negativos, que vão muito além do temido efeito estufa. Problemas relacionados com a chuva ácida ou a diminuição da camada de ozônio, também atingem solo, subsolo, mares, rios, lagos, lagoas, florestas, manguezais, atmosfera e estratosfera. São efeitos danosos e que degeneram os mais diversos ecossistemas terrestres, sem fronteira de região ou país e que direta ou indiretamente, também atinge o próprio homem.

O uso intensivo de recursos energéticos com base em fontes fósseis, além de contribuir com o rápido esgotamento das reservas existentes, também é responsável por provocar uma grande entropia, que transcende do local ao global. Bermann (2001), sintetiza que: “Não existe energia limpa. Em maior ou menor grau, todas as fontes de energia provocam danos ao meio-ambiente”.

Encontramos ainda que: o aumento da temperatura na biosfera em consequência do efeito estufa, confere à questão uma dimensão global, na medida em que mudanças climáticas implicam em alterações no equilíbrio ambiental do planeta. De fato, o efeito estufa é consequência do uso exacerbado de fontes energéticas, especialmente as não renováveis, que tem por base petróleo, gás natural e carvão mineral ou vegetal – incluso, também, a queima das florestas em diversas partes do planeta, (BERMANN, 2001).

O uso intensivo dos combustíveis fósseis, sobretudo na geração de energia elétrica, térmica ou motriz, e o seu uso em processos industriais, produz um elevado número de substâncias químicas, que são diretamente lançadas no meio-ambiente, entre as quais se destacam os gases-estufa: dióxido de carbono (CO_2), cloro-flúor-carbono (CFC), metano (CH_4), óxido de nitrogênio (N_2O), ozônio (O_3) e, também, vapor d'água. Dentre os gases citados, o gás carbônico ou dióxido de carbono é o mais expressivo quantitativamente, estima-se que sua contribuição na ocorrência do efeito estufa é da ordem de 55% e de 24% para os CFC's, o metano contribui com 15% e o óxido de nitrogênio 6%, conforme (BERMANN, 2001).

Na Tabela 1B do Anexo B, há um esboço dos principais gases e materiais particulados provenientes da queima de gás natural em uma usina termelétrica e, ainda, os danos à saúde humana já conhecidos, elaborada por Lima et al (2002), a partir de Lora (2000) e Hess (2002).

Das informações contidas na tabela citada anteriormente, infere-se que a instalação de uma usina termelétrica de grande porte poderá se constituir em um problema de saúde pública, sobretudo para a localidade onde a mesma for instalada, o que é extremamente grave se sua licença de funcionamento for negligenciada através de dispositivos legais, em especial o Estudo de Impacto

Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Projetos com impactos muito nocivos ao meio ambiente, por certo, deveria ter um acompanhamento severo de entidades da sociedade civil organizada, quando do licenciamento e, também, posterior funcionamento, não sendo de bom alvitre apenas a intervenção de órgãos federais e estaduais, em um processo que envolve diretamente os interesses e a saúde de uma comunidade. O funcionamento de usinas termoelétricas (UTE's) a gás natural ou com outras formas energéticas de alimentação, carvão mineral ou diesel, por exemplo, estão sujeitas à Resolução N° 237/97⁴ do CONAMA, que em seu Art.19⁵, sugere aos órgãos ambientais aplicar penalidades aos infratores, o que podendo culminar com a cassação das licenças concedidas a determinados empreendimentos, que estejam em desacordo com a referida legislação.

De acordo com Bermann (2002), o gás natural está longe de ser a “energia limpa”, que poderá garantir a auto-suficiência permitindo o desenvolvimento sustentado do Brasil. Lima et al (2002), diz que as sociedades civis organizadas, conjuntamente com os Ministérios Públicos, devem se mobilizar para a reversão deste quadro ou de pelo menos, garantirem o real cumprimento das medidas compensatórias e mitigatórias, a fim de minimizarem os impactos sócio-ambientais

⁴ Resolução N° 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental. Fonte: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

⁵ Art. 19 – O órgão ambiental competente, mediante decisão motivada, poderá modificar os condicionantes e as medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar uma licença expedida, quando ocorrer:

I - Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais.

II - Omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da licença.

III - superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.

negativos que ocorrerão em decorrência da implantação do chamado Programa Prioritário de Termelétrica (PPT).

Mensurar com exatidão as emissões de poluentes é algo quase impossível, há um elevado grau de incerteza quanto a estas aferições. Estima-se em $7,6 \pm 2,5$ bilhões de toneladas, as emissões anuais de CO₂, sendo $6,0 \pm 1,5$ bilhões provenientes da queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão mineral) e $1,6 \pm 1,0$ bilhões, resultante da queima da cobertura vegetal em diversas regiões do planeta, com fins energéticos - uso de biomassa - ou simplesmente para fins agrícolas e de formação de pastagens, (MYERS, 1989).

O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, deriva segundo Myers (1989), do que é emitido basicamente pela intervenção humana, sendo que metade dessa emissão permanece acumulada na atmosfera e a outra parte é absorvida pelos oceanos e pelo processo de produção de biomassa no planeta.

Já em 1992, conforme dados contidos no relatório IPCC⁶ (1995), a concentração de CO₂ tinha alterado de 280 ppm (partes por milhão em volume) no período pré-industrial (1750-1860) para 355 ppm naquele momento, correspondendo a um acréscimo de 0,4% ao ano, ou uma variação de aproximadamente 79% em quase dois séculos e meio de aplicação prática de um modelo de “desenvolvimento”, que alimenta padrões de consumo incompatíveis com a capacidade de regeneração do planeta.

De acordo com o IPCC (2007), o dióxido de carbono é o gás de efeito estufa antrópico mais importante. A concentração atmosférica global de dióxido de carbono aumentou de um valor pré-

⁶ IPCC, sigla em inglês que significa Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

industrial de cerca de 280 ppm para 379 ppm em 2005. A concentração atmosférica de dióxido de carbono em 2005 ultrapassa em muito a faixa natural dos últimos 650.000 anos (180 a 300 ppm), como determinado a partir de testemunhos de gelo. A taxa de aumento da concentração anual de dióxido de carbono foi mais elevada durante os últimos 10 anos (média de 1995 a 2005: 1,9 ppm por ano) do que desde o início das medições atmosféricas diretas contínuas (média de 1960 a 2005: 1,4 ppm por ano), embora haja variações de um ano a outro nas taxas de aumento.

Em relação aos números apresentados em IPCC (1995), e comparados com IPCC (2007), há uma variação bastante significativa no valor máximo encontrado. Portanto, não há como desconhecer uma situação de impacto ambiental global com estes números.

Atualmente, os países desenvolvidos, sobretudo Estados Unidos, Japão, Alemanha e Inglaterra, têm transferido para as nações em desenvolvimento, suas indústrias consideradas energo-intensivas, dando a impressão de que congelaram parte do seu processo industrial e, concomitantemente, surgem multinacionais em países como Índia, China, México, Brasil, entre outros.

No Brasil, apenas para exemplificar, há o caso da exportação de minério de alumínio depois de tê-lo transformado a partir da bauxita, matéria prima básica, cujo processamento envolve quantidades expressivas de energia elétrica, cotada a valores irrisórios, se considerarmos o mercado internacional como parâmetro. Um projeto de tamanha envergadura, trilha na contramão da sustentabilidade, levando em conta que esta atividade está concentrada na região norte do país, que tem sido alvo constante de atividades consideradas predatórias. Portanto, este é o modelo de

desenvolvimento ainda vigente em diversas regiões do planeta, sendo responsável por causar impactos ambientais negativos relevantes, e que afetam diretamente a ordem natural global.

Podemos dizer que há uma política energética direcionada a grandes projetos de beneficiamento de minérios nos países em desenvolvimento, quase sempre sob o controle das nações mais influentes do planeta. Este tipo de política consegue a adesão de muitos países, em função de suas dívidas externas elevadas e de uma ilusória perspectiva de amortização das mesmas. Outros fatores que pesam na decisão de aceitar tais projetos, baseiam-se na arrecadação de impostos e na abertura de um número considerável de postos de trabalho, o que nem sempre acontece.

Portanto, a questão ambiental é, muitas vezes, o último dos fatores a entrar em análise, considerando que os países economicamente dependentes sofrem as mais variadas pressões, além destas citadas. Dentro desta ótica, os países ricos continuam sendo os principais atores propagadores da poluição mundial, considerando que toda produção industrial e agrícola das nações periféricas, continua fluindo livremente em direção a estas economias controladoras do mercado global.

A manutenção de um modelo de “desenvolvimento” considerado insustentável tem, inclusive, suscitado no meio científico, ambiental e até mesmo econômico, as mais diversas preocupações. No campo científico, considerando dados do IPCC (1995) e mantidas as taxas de crescimento dos volumes de emissão dos gases de efeito estufa, o ritmo do aquecimento tenderia a um acréscimo de 0,3 °C em cada década. Este acréscimo, aparentemente irrelevante de temperatura, levaria a mudanças climáticas que trariam profundas implicações, entre as quais, o aumento do nível dos oceanos, em função de uma expansão térmica e do degelo das geleiras nas mais diversas partes

do planeta. O IPCC, através de modelos simplificados utilizados em estudos de 1995, indicou aumento médio nos níveis dos mares da ordem de aproximadamente 6 cm/década, isto equivaleria a um acréscimo de até 20 cm para 2030 e de 65 cm no fim deste século (2100), segundo o estudo. Um incremento no nível dos mares de tal magnitude, trará conseqüências catastróficas e irreversíveis, sobretudo para um grande número de cidades litorâneas e ilhas da Ásia e Oceania, principalmente. O aquecimento global também contribuirá no deslocamento da fronteira agrícola em direção aos pólos, em uma razão estimada de 200 a 300 km, em cada 1,0 °C de acréscimo na temperatura global, de acordo com o mesmo estudo. Este aumento na média global de temperatura, acelerará o processo de evaporação e, inevitavelmente, trará, também, um considerável aumento dos índices pluviométricos, provocando alterações de clima e inviabilizando um número expressivo de culturas agrícolas, já bem adaptadas em diversas regiões do planeta.

Previsões tão sombrias em relação aos ecossistemas do planeta e da própria humanidade, têm contribuído na convocação de grandes encontros emergenciais, sempre com o objetivo de discutir o processo de agressão ambiental global, contando com o apoio das Nações Unidas, como na Convenção do Clima, em um dos momentos de maior significado histórico, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento ou Eco-92, realizada no Rio de Janeiro, em junho de 1992. Esta Convenção apresentou aos países participantes a necessidade de reduzir em 60% as emissões de dióxido de carbono (CO₂). Outros encontros aconteceram e um dos mais relevantes foi o de Quioto, no Japão, em novembro de 1997. O grande retrocesso ficou por conta da recusa dos Estados Unidos em assinar o acordo proveniente deste encontro, denominado de Protocolo de Quioto, MRE/MCT (1997), considerado um marco histórico do reconhecimento da humanidade sobre as emissões geradas, sobretudo em função da

intensa atividade industrial, dos veículos automotores e intervenções indevidas do próprio homem no meio ambiente.

Mesmo com a posição contrária de um dos maiores poluidores do planeta, os demais países industrializados ratificaram o Protocolo, onde se comprometeram com a redução de, no mínimo, 5% dos índices relativos a 1990, no período entre 2008 e 2012. Esta política de redução de poluentes atmosféricos ainda está à anos-luz de distância de uma solução plausível. O volume de gases liberado no ambiente atmosférico atingiu níveis que o planeta não consegue processar de forma natural, dentro dos seus ecossistemas, sendo também utópicos os modelos de captura destes gases, muitas vezes propostos por companhias de petróleo e gás, principalmente. Uma das formas é capturar estes poluentes e injetá-los em poços onde tenha ocorrido prospecção. Este processo de captura e injeção de gases também demandará o uso de recursos energéticos, é algo que parece de pouca eficácia quando necessitamos retirar bilhões de toneladas de CO₂ e outros compostos químicos danosos ao meio ambiente, presentes na frágil atmosfera terrestre.

Uma das posições mais radicais tem sido a dos Estados Unidos, sobretudo porque o governo vê a questão apenas de forma estritamente econômica, sendo esta uma das razões porque não ratificou o Protocolo de Quioto. A Austrália, um dos maiores exportadores de carvão mineral e que segue parte do modelo econômico americano também não ratificou o Protocolo. O que preocupa é que posicionamentos desta natureza venham de nações com volume considerável de informações sobre a entropia gerada pelo uso inadequado dos recursos energéticos.

Outras nações importantes do globo, também continuam implementando políticas econômicas centradas no uso intensivo dos recursos naturais de que dispõem, principalmente no tocante à

geração de energia. É o que acontece com a China, que registra elevadas taxas de crescimento econômico e, lógico, tem provocado agressões ambientais diretamente proporcionais a este crescimento, com implicações que não afetam apenas aquele país, mas o planeta como um todo. Informações de que a China ultrapassou os Estados Unidos na emissão de CO₂, estão presentes na mídia internacional, aparecendo também em órgãos de divulgação científica do Brasil. De acordo com relatório da Agência de Avaliação Ambiental da Holanda, FAPESP (2007), pela primeira vez as emissões de dióxido de carbono da China superaram as dos Estados Unidos. Houve um aumento de 9% na quantidade emitida de CO₂ por aquele país no ano passado e isto foi decisivo para que o mesmo assumisse a dianteira das emissões. O relatório também aferiu que houve redução de 1,4% das emissões dos Estados Unidos e que a quantidade global total relativa ao uso de combustíveis fósseis cresceu 2,6%. Os dados divulgados pela instituição holandesa são preliminares e basearam-se em números de empresas de petróleo e cimento, britânica e americana, respectivamente.

O crescimento econômico sem preocupação com o meio ambiente tem provocado debate em escala bastante ampla, não só através de encontros patrocinados por entidades governamentais, ambientais e organismos internacionais, ONU, por exemplo. Todavia, setores ligados à ciência e com espaço em publicações como as das revistas Nature (britânica) e Science (americana), sem contar o grande número de artigos publicados em periódicos científicos de universidades e centros de pesquisas do mundo inteiro, têm alertado sobre o que está acontecendo nos continentes, mares, solos e atmosfera.

A questão ambiental também tem obtido amplo espaço em órgãos da mídia internacional e nacional, e isto pode ser visto como muito positivo, considerando veículos como jornais e

revistas de grande circulação, além da internet, rádio e televisão. São importantes na difusão de um debate que há muito deixou de ser apenas objeto de consulta de estudiosos do mundo acadêmico; restrito à produção e discussão de periódicos científicos em círculo estritamente fechado. Entretanto, as matérias veiculadas nestes órgãos da imprensa de massa, lógico, estão carregadas de um teor sensacionalista e de outros vícios, sem que isto inviabilize as reportagens por inteiro.

Mesmo sendo signatário do Protocolo de Quioto, MRE/MCT (1997), o Brasil ainda não possui uma legislação que trate especificamente da emissão de gases de efeito estufa (GEE). O controle destas emissões deve ser feito dentro do país; em tese, de acordo com o que for estabelecido por tratados internacionais e atendendo às especificidades da realidade nacional. Encontramos o efeito devastador da queima de florestas em todas as regiões do território nacional, e que torna o país um dos grandes poluidores atmosféricos no planeta.

Assim, além dos impactos ambientais negativos causados pela emissão de gases tóxicos, temos perdas irreparáveis da nossa biodiversidade. Destruímos fauna e flora que ainda estamos por conhecer e que forma ecossistemas vitais, inclusive para o equilíbrio natural da Terra. Em 2004, as emissões de gás carbônico (CO₂) eram da ordem de 300 milhões de toneladas, 200 milhões oriundos da derrubada e queima da floresta amazônica, de acordo com estimativa feita por alguns pesquisadores brasileiros e ligados ao Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), conforme texto publicado pela agência de notícias Reuters, com o título: “Amazon burning

makes Brazil a leading polluter”⁷, e que considerou dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), naquele período.

As emissões no Brasil de gases de efeito estufa, contribui de forma cumulativa no volume que age de maneira global. É um paradoxo a presença do país nos relatórios do IPCC, mesmo utilizando tecnologias inovadoras na produção de etanol e, mais recentemente, de biodiesel, sem contar que usamos eletricidade proveniente de hidrelétricas com percentual superior a 85% na matriz elétrica, incluindo importação da cota paraguaia, através de Itaipu, (BEN, 2006).

Estas emissões estão relacionadas com o descaso governamental que já é histórico na região amazônica e no cerrado e com a conseqüente falta de fiscalização. A ineficácia de órgãos ambientais e até do Ministério Público, deixa impune quem desmata e queima floresta, cerrado, caatinga, entre outros ecossistemas.

A Tabela 2 e a Figura 1 mostram a evolução do desmatamento na região amazônica brasileira. A quase totalidade destas áreas desmatadas é queimada liberando gases de efeito estufa, principalmente CO₂, grande vilão do aquecimento global. Desde 2004, quando o desmatamento atingiu 27.429 km², algo equivalente à área do estado de Alagoas, os valores referentes à (2005/2006) sofreram certa redução, todavia o desmatamento ainda é bastante significativo e será necessário contê-lo com políticas ambientais e de desenvolvimento cada vez mais ousadas e eficientes.

⁷ “Queimadas na Amazônia faz do Brasil um líder em poluição”. Tradução do título em inglês de matéria jornalística publicada em 19/07/2004, escrita por Axel Bugge, Agência Reuters.

Tabela 2. Evolução do desmatamento na Amazônia entre 1988 e 2006

Ano Base	Desmatamento em (km)²	Percentual de Alteração (%)
1988	21.050	-
1989	17.770	-16%
1990	13.730	-23%
1991	11.030	-20%
1992	13.786	25%
1993	14.896	8%
1994	14.896	0%
1995	29.059	95%
1996	18.161	-38%
1997	13.227	-27%
1998	17.383	31%
1999	17.259	-1%
2000	18.226	6%
2001	18.165	0%
2002	21.205	17%
2003	25.151	19%
2004	27.429	9%
2005	18.793	-31%
2006	13.100	-30%

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

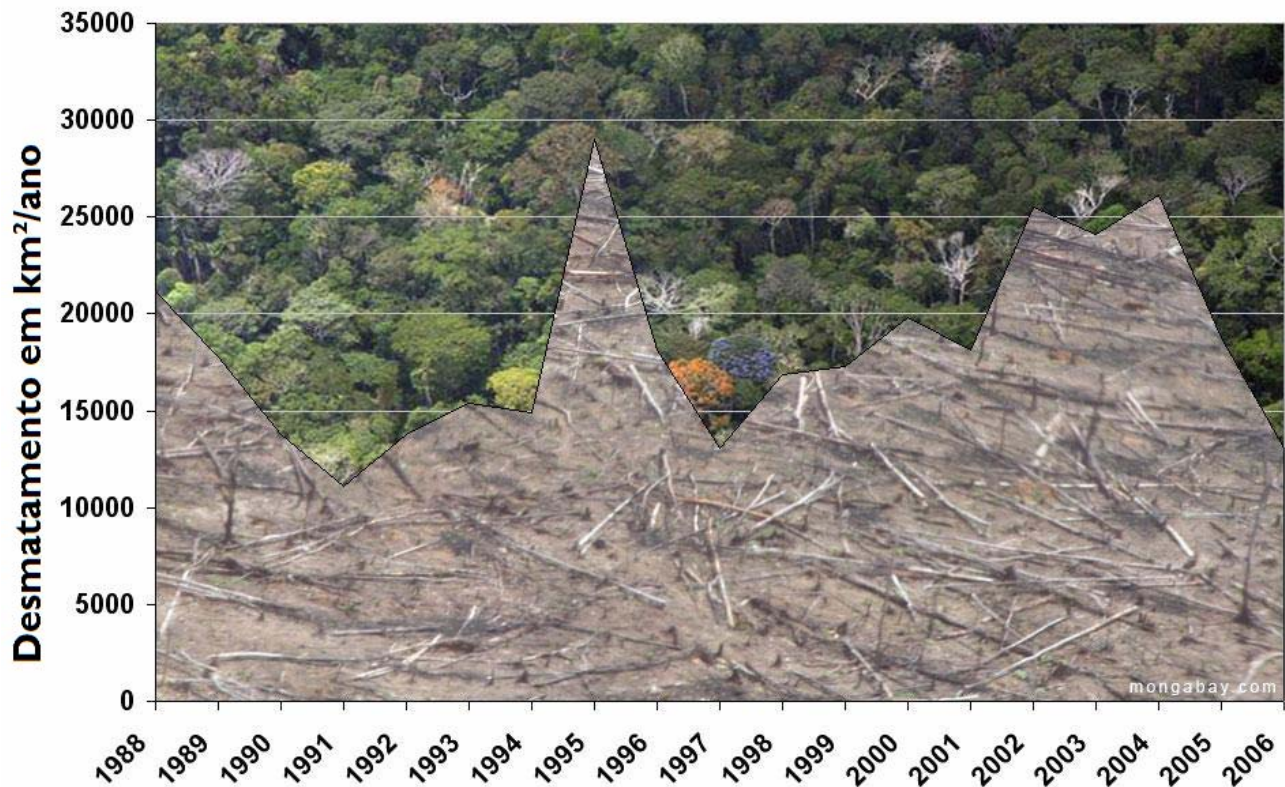


Figura 1. Gráfico do Desmatamento na Amazônia, de 1988 a 2006. Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – Gráfico de R. Butler. Disponível em: www.mongabay.com

Independente de uma legislação específica, verifica-se uma tendência na mudança de postura dos empreendedores junto ao mercado consumidor, onde o comportamento meramente passivo passa a ser substituído por um outro, pró-ativo, (LIMA et al, 2002). Esta evolução de pensamento só se torna possível com uma cobrança efetiva da sociedade e de representações legalmente constituídas, com intervenções de acompanhamento, caso do Ministério Público, que pode cobrar ações compensatórias ou mitigatórias dos chamados projetos relacionados à geração de energia, sobretudo os que envolvem queima de petróleo, gás e carvão, especialmente no funcionamento das usinas termelétricas. Um controle eficaz na implantação destes projetos de geração elétrica, contribui para a melhoria da sustentabilidade ambiental da energia ofertada.

A participação da sociedade organizada e dos Ministérios Públicos Federal e Estaduais ainda é muito tímida, e tem ajudado a criar um ambiente onde os empreendedores só se manifestam em função de reações do mercado consumidor, parecendo algo ainda muito distante, principalmente quando se trata da geração de energia elétrica.

Os impactos ambientais negativos relacionados à produção de energia elétrica, em especial às emissões de poluentes químicos gasosos, ainda não desperta a atenção da sociedade de maneira abrangente. O fato destes poluentes estarem dispersos em um ambiente de dimensão global, talvez crie a idéia de que estas substâncias não oferecem tanta preocupação ao meio ambiente local, especificamente.

O setor brasileiro de energia elétrica, predominantemente hidrelétrico, é o responsável pela emissão anual de cerca de 5 milhões de toneladas de carbono. Com a implementação do Programa Prioritário de Termelétricidade (PPT), em sua proposta inicial, previa a instalação de cerca de 20 mil MW de potência, acrescentando mais de 20 milhões de toneladas de carbono por ano, às emissões do Brasil. E isto implica em multiplicar por cinco as emissões anteriores de carbono no setor elétrico nacional, de acordo com dados apresentados em (BERMANN, 2002).

A proposta de seqüestro das emissões de carbono das usinas termelétricas a gás natural, via reflorestamentos, além de proporcionar a efetiva mitigação do gás carbônico emitido, contribuirá para a elevação do número de empregos, em uma melhor distribuição da renda, na recuperação de áreas degradadas, na diminuição das erosões, em uma reversão do processo de desertificação e na melhoria do regime hidrológico das bacias hidrográficas. Neste último caso, contribuindo para

uma maior oferta de água e também para uma melhoria na qualidade da água ofertada, de acordo com (LIMA et al, 2002).

Os últimos balanços energéticos produzidos no Brasil, BEN (2006), por exemplo, deixam claro que emitimos pouco carbono relativo às nossas atividades industriais, setor de transportes e de geração elétrica, todavia podemos considerar como paradoxal o fato de estarmos no topo das emissões por não conseguirmos conter as atividades predatórias em curso, especificamente nas regiões Norte e Centro Oeste, com a intensificação de queimadas. Desperdiçamos um tesouro em biodiversidade e não conseguimos conter a grilagem de terras, bem como a ganância por nossos recursos naturais. As nossas emissões, em parte, estão calcadas no subdesenvolvimento que ainda persiste em diversas regiões do país, e na quase inexistência de políticas públicas estruturantes, além da inoperância de entidades governamentais e da tênue atuação do poder judiciário.

Na matriz energética brasileira, a produção de energia elétrica é derivada basicamente de usinas hidrelétricas, conforme dados apresentados nos gráficos da Figura 2. Quando associada à produção de álcool e a outros recursos energéticos renováveis, isto deixa o Brasil na linha de vanguarda entre os demais países.

O aprimoramento desta matriz e a implantação de modelos equivalentes em outros países, de fato, contribuirão para o desenvolvimento de nichos tecnológicos com parâmetros inteiramente voltados à geração e uso de energia ambientalmente mais limpa e renovável, cuja finalidade será a de manter certa harmonia com a natureza, mitigando emissões de gases tóxicos e desacelerando o processo de entropia global em curso.

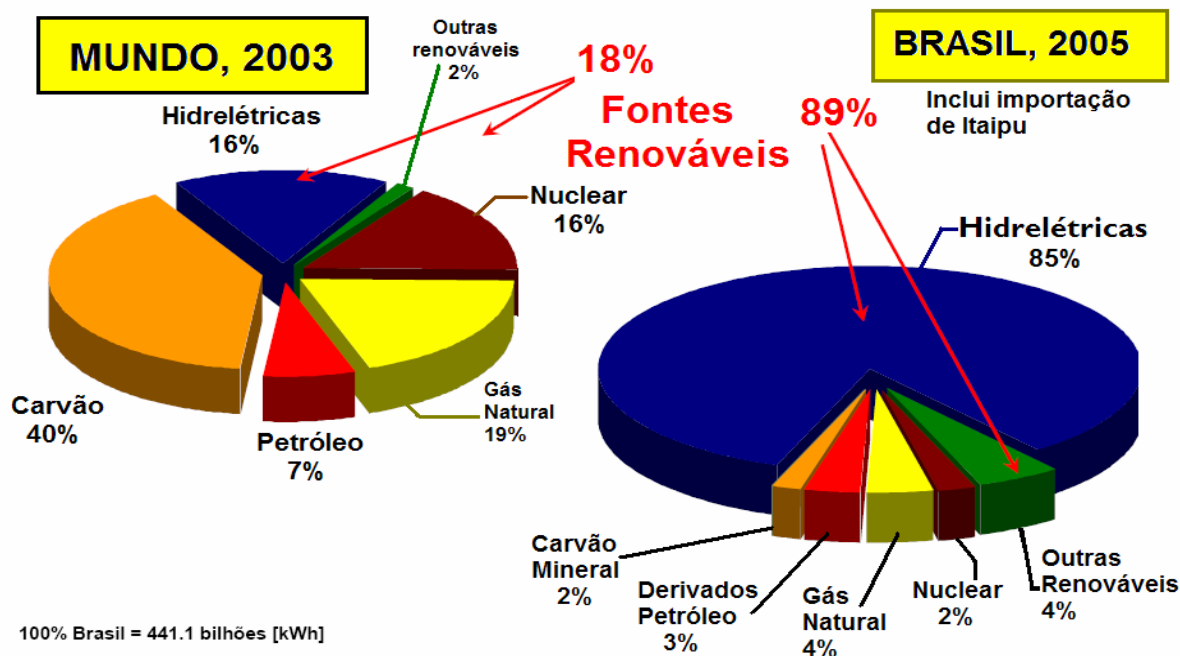


Figura 2. Gráfico da Geração de Energia Elétrica no Mundo e no Brasil. Fontes: International Energy Agency (IEA) - 2003 e Ministério de Minas e Energia (MME) - (BEN, 2006)

De acordo com resumo contido no relatório final do BEN (2006), e que engloba dados referentes a 2005, é possível ver que a geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e de autoprodutoras, atingiu 402,9 TWh em 2005, resultado 4,0% superior ao de 2004. Compõem este resultado a geração hidrelétrica pública de 325,1 TWh, com 5,3% de acréscimo, a geração térmica pública de 38,2 TWh, com decréscimo de 6,7%, e a geração de autoprodutores de 39,8 TWh, representando 4,9% de acréscimo com relação ao verificado em 2004.

Dados assim têm colocado o Brasil como exemplo de um país que procura aproveitar o seu potencial energético, dando efetiva contribuição ao desenvolvimento de um modelo de matriz energética responsável por provocar um lançamento diminuto de gases de efeito estufa, apesar dos problemas ambientais associados à construção de usinas hidrelétricas.

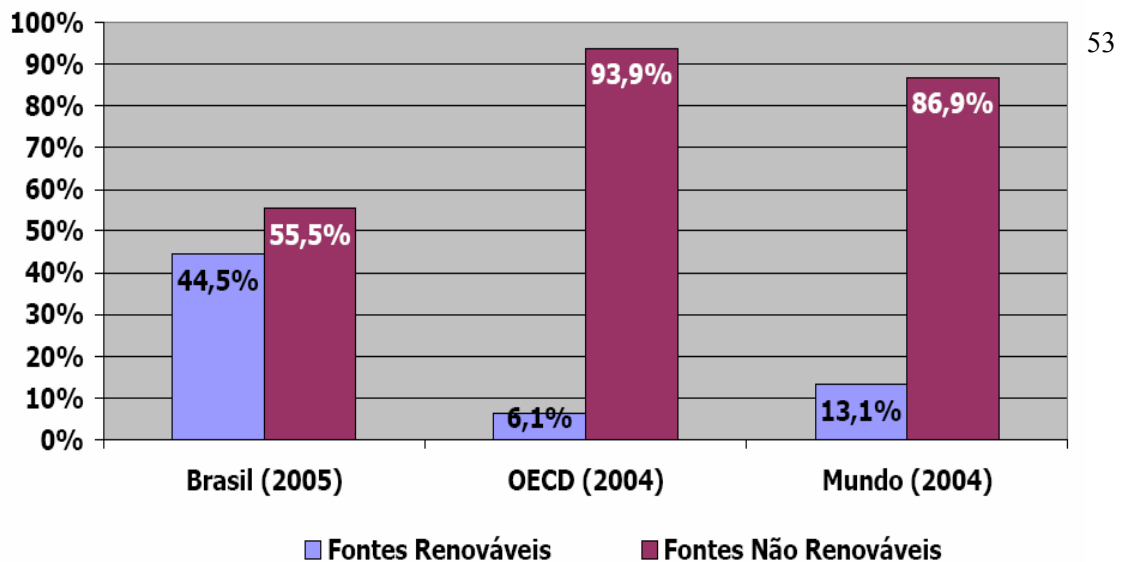


Figura 3. Gráfico da oferta de energia do Brasil, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), 2004 e Mundo, 2005. Os números estão relacionados com o consumo de combustível fóssil. Fonte: (BEN, 2006)

O gráfico da Figura 3 expõe em números percentuais a atuação do Brasil no campo energético, quando compara com os números Mundiais e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), entre 2004 e 2005. O uso de 86,9% de energia não renovável na matriz energética mundial, é extremamente preocupante quanto à emissão de gases.

Com estes números, não há como contestar sobre a importância de reduzir um consumo que se apresenta incompatível com a capacidade de auto-sustentação energética global, e que poderá conduzir à exaustão total dos recursos disponíveis em um prazo bastante curto. A comprovação de que as emissões provenientes da queima de combustível fóssil são preocupantes, está em mais um relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, (IPCC, 2007). A contribuição do Brasil é pouco significativa quanto à emissão de CO₂ e de outros gases de efeito estufa. Se forem consideradas emissões provenientes da geração elétrica por termelétricas, do processo industrial e, ainda, do uso de veículos. A maior contribuição vem do desmatamento, sobretudo na Amazônia e região do Cerrado.

4 OS PROGRAMAS DE INCENTIVO AO DESENVOLVIMENTO E USO DE FONTES ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS EM PERNAMBUCO

A relação do estado de Pernambuco com programas de energia renovável não é recente. De acordo com PERNAMBUCO (2004), encontramos projetos que receberam o incentivo dos governos americano e alemão em suas fases de implantação e acompanhamento, celebrados à época com o apoio da companhia de eletricidade estadual, CELPE, hoje privatizada. Esta relação de formalização de convênios foi estabelecida no início da década de 1990, estendendo-se até antes da privatização da empresa estadual de energia elétrica. De 1999 até 2002 os convênios celebrados só envolveram órgãos nacionais, em especial CHESF, Eletrobrás e a companhia energética local, CELPE, através do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM). A Tabela 2B, Anexo B, apresenta os principais convênios e os órgãos envolvidos, apenas considerando a instalação de módulos fotovoltaicos. Quanto à instalação de aerogeradores no arquipélago de Fernando de Noronha e na cidade de Olinda, que são os de maior destaque, estes também receberam colaboração estrangeira, com participação de órgãos governamentais da Dinamarca.

Com o processo de privatização da companhia de energia estadual, não houve um acompanhamento dos projetos já instalados. Quanto à implantação de novos projetos, o que existe de concreto são empresas que operam com energia eólica, aguardando a liberação de financiamento do BNDES, através do PROINFA, VALOR ECONÔMICO (2006), para instalação de parques eólicos nas cidades de Araripina, Poção, Pesqueira, Arcoverde, Pombos, Gravatá e Taquaritinga, caracterizando um quadro que se estende às demais regiões do território nacional.

4.1 O FRACASSO NA IMPLANTAÇÃO DA ILHA ENERGÉTICA NO MUNICÍPIO DE GRAVATÁ, PERNAMBUCO

Um dos projetos de certa envergadura e que não conseguiu avançar como modelo de núcleo de pesquisa, desenvolvimento e uso de energia renovável em Pernambuco foi o do Centro de Tecnologia Energética de Gravatá, município distante 80 km da capital, Recife. Este projeto ficou popularmente conhecido como Ilha Energética de Gravatá. Tinha por objetivo ser um centro de pesquisa e desenvolvimento das tecnologias solar e eólica, além de atender a um quantitativo familiar, que habitaria as 52 casas existentes na localidade, atualmente invadidas por integrantes do Movimento de Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e do Movimento Unificado dos Trabalhadores Sem Teto (MUST). As citadas entidades justificam a ação, em virtude do abandono que lá encontraram. As habitações em questão são todas em alvenaria, com sala, dois quartos, cozinha, banheiro, jardim, quintal, caixa d'água, rede elétrica e sistema de abastecimento. No projeto original de criação deste centro tecnológico, todas estas habitações seriam alimentadas por energia inteiramente renovável, constituindo um modelo auto-sustentável de aproveitamento energético.

A Lei Estadual nº 10.558, de 09 de janeiro de 1991, em sua ementa, dispõe sobre o aproveitamento da Ilha Energética, sendo da alçada do poder executivo, elaborar um plano diretor energético para o estado, incluindo estudo, utilização e difusão de fontes alternativas de energia elétrica, que de maneira sintética está transcrito em seu parágrafo único, artigo 1º :

A Ilha Energética, construída no município de Gravatá, com a colaboração de organismos internacionais, constará do Plano Diretor Energético como campo experimental para estudos e testes de fontes alternativas de energia.

A construção da Ilha Energética iniciou com recursos provenientes de organismos internacionais, e garantiu a instalação de coletores solares, aerogerador, estação meteorológica e lagoas de decantação de resíduos. Os imóveis da localidade seriam disponibilizados à ocupação através de comodato, mediante parecer de uma comissão com representação dos poderes: executivo e legislativo estadual; e executivo do município de Gravatá. Mesmo com ajuda estatal e de organismos internacionais, o projeto não prosseguiu como estava previsto, em função de uma série de motivos, entre os quais a alegação de que era dispendioso para o estado, seguido de denúncias envolvendo desvio de recursos públicos. Estes fatores foram decisivos no recuo do governo do estado como agente financiador do projeto e, também, na captação de recursos externos, algo mais provável de acontecer, em função do interesse de instituições estrangeiras, inclusive governamentais. Neste período, início da década de 1990, a Assembleia Legislativa viveu momentos de intensos debates, onde o governo foi alvo de muitas acusações. Assim, um projeto bastante audacioso para a época, chegou ao fim com um histórico de muita controvérsia e malversação de verbas públicas. Isto contribuiu, e muito, para que projetos de destaque envolvendo energia solar fotovoltaica, solar térmica e eólica, sofressem um retardamento em sua implantação ou até fossem esquecidos, postos na gaveta.

Após uma década de abandono, o governo do estado volta a editar o Decreto nº 22.346, de 12 de junho de 2000, onde declara de interesse social a área de 105.119,00 m², correspondente ao terreno onde foi implantado inicialmente o projeto da ilha energética. O referido decreto também institui que seja feita a desapropriação do local, com este patrimônio sendo entregue à Empresa de Melhoramentos Habitacionais de Pernambuco S.A. (EMHAPE), destinando-o à construção de habitações populares. Este episódio põe fim a um capítulo moldado pela ineficiência e

desperdício de recursos em nome da pesquisa, desenvolvimento tecnológico e uso de energia renovável no estado de Pernambuco.

A questão envolvendo a Ilha Energética de Gravatá, analisada de maneira histórica, pareceu determinante no destino da política energética do estado, sobretudo quanto ao uso de energia renovável, que obteve registros declinantes ao longo de mais de uma década. Outros estados, em especial Ceará e Rio Grande do Norte, houve crescimento em relação ao uso de energia fotovoltaica e eólica, em função de condições naturais também favoráveis à implantação de projetos nesta área, sem que houvesse atropelos de natureza burocrática e até de escândalos como os que ocorreram no estado de Pernambuco.

4.2 INSTITUIÇÕES QUE ATUAM NA DIFUSÃO DA ENERGIA RENOVÁVEL EM PERNAMBUCO

Em virtude do pioneirismo do estado de Pernambuco com a instalação dos primeiros módulos fotovoltaicos em áreas rurais, de aerogeradores no arquipélago de Fernando de Noronha e na cidade litorânea de Olinda, outros projetos foram sendo viabilizados, mesmo após o fracasso da tentativa de implantação da Ilha Energética de Gravatá.

No meio de todo este clima de elevada receptividade aos projetos que tratavam de alternativas energéticas renováveis, começa a surgir, de pronto, a aproximação de entidades não-governamentais nacionais e estrangeiras, bem como a formação de grupos de pesquisa dentro das universidades públicas do estado, sobretudo na Universidade Federal de Pernambuco. Alguns destes grupos conseguiram ir além do processo de desmonte e da mudança de foco das políticas energéticas estaduais subsequentes, em relação ao uso da energia renovável. Atualmente, poucos

grupos ainda estão ativos, mais em função do suporte que recebem da estrutura acadêmica e de entidades não-governamentais. Realizam pesquisas, inclusive com publicação de artigos, nas áreas energéticas de biomassa, solar e eólica; além de promover palestras, seminários, congressos Fraidenaich (2003) e de capacitar grupos interessados no uso de energia renovável. Nos itens subseqüentes, são apresentadas instituições da área de pesquisa, desenvolvimento e capacitação, relacionadas com o uso de energia renovável, com destaque para o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e o Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia (Grupo FAE), que têm conseguido prestar relevantes serviços, inclusive fora dos limites geográficos do estado.

4.2.1 O NAPER - NÚCLEO DE APOIO A PROJETOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

O estado de Pernambuco é pioneiro na região nordeste do Brasil em pesquisa e uso de energia renovável, sobretudo eólica e solar fotovoltaica, com participação de instituições locais e de cooperação internacional. As pesquisas mais abrangentes estão concentradas na Universidade Federal de Pernambuco, que congrega centros acadêmicos nas áreas de engenharia elétrica, eletrônica e mecânica, além de contar com entidades que procuram difundir e acompanhar diversos projetos, caso do NAPER, criado em 1995 por pesquisadores, técnicos da Universidade e educadores ligados a organizações não-governamentais. Em sua missão principal, incentiva e apóia a disseminação do uso da energia solar nas áreas rurais do nordeste brasileiro.

Dentro do estado, o NAPER tem procurado realizar parcerias com algumas instituições reconhecidamente de destaque na implantação de projetos alternativos junto às comunidades rurais, inclusive de eletrificação fotovoltaica. A Figura 4, mostra o mapa das cidades pernambucanas de Ouricuri, Serra Talhada, Afogados da Ingazeira, Pesqueira e a capital, Recife,

onde o NAPER tem atuado mais intensamente. Nestes e em outros municípios existem projetos de energia solar implantados em comunidades rurais com o acompanhamento direto desta instituição, que tem se dedicado à difusão de tecnologias para aproveitamento da energia radiante proveniente do Sol. Foi possível perceber que a atuação do NAPER não é apenas de caráter tecnológico, há sempre uma preocupação de compartilhar conhecimento técnico-científico com as questões de natureza sócio-econômicas e ambientais.



Figura 4. Mapa do Estado de Pernambuco que mostra os principais municípios onde atua o NAPER

Fonte: Governo do estado de Pernambuco

A grande maioria dos projetos implantados em Pernambuco, têm o acompanhamento do NAPER, mesmo que de forma indireta, apenas com o intuito de coletar dados e apresentá-los na forma de documentos, em geral artigos, publicados, nos mais diversos campos, inclusive de sustentabilidade sócio-econômica e ambiental, com apresentação em congressos no Brasil e fora do país. Pesquisadores ligados a esta instituição têm contribuído no desenvolvimento até mesmo de produtos tais como: liquidificadores de corrente contínua, luminária solar portátil, solarímetro de baixo custo, softwares, entre outros itens, que dificilmente são encontrados no mercado,

destinados especificamente ao uso de sistemas fotovoltaicos. O desenvolvimento de tais equipamentos cumpre um papel muito importante: o de estimular usuários quanto à instalação de módulos solares, sobretudo nas regiões do semi-árido nordestino, em especial, no estado de Pernambuco.

4.2.2 O CBEE - CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA

A Universidade Federal de Pernambuco também congrega o CBEE, entidade dedicada à difusão tecnológica da energia eólica, que tem por objetivo trabalhar com pesquisa, desenvolvimento de projetos e consultoria nesta importante área energética, mantendo intercâmbio com entidades de pesquisa do Brasil e do exterior. Possui uma área de testes dentro do Campus da Universidade, Figura 5, e também na cidade de Olinda, onde coordena pesquisas com o aerogerador instalado no setor litorâneo da cidade, na divisa com a cidade de Recife.



Figura 5. Centro de Testes do CBEE no Estado de Pernambuco

Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE)

O CBEE desenvolve atividades em todo o Brasil, e com uma estrutura composta de doutores, mestres, engenheiros e outros profissionais, também mantém atividades acadêmicas com o curso de mestrado em energia eólica. Produz e divulga conhecimento científico em quase todas as áreas envolvendo energia eólica, ou dos ventos. Mesmo assim, praticamente não há ressonância entre as atividades deste importante centro e o cenário energético pernambucano, isto é, muito do que é produzido como conhecimento técnico-científico não é diretamente aplicado no estado. O descompasso que existe entre o mundo da pesquisa e as ações governamentais, talvez explique porque a energia eólica não tem avançado com a implantação de centrais eólicas nos mais diversos pontos do território pernambucano, nos últimos dez anos.

Os projetos mais relevantes com a participação deste Centro estão implantados no arquipélago de Fernando de Noronha, onde três turbinas eólicas foram instaladas, sendo que a de maior potência tem capacidade de gerar 225 kW. A potência máxima de origem renovável disponível na Ilha é algo próximo de 25%, de acordo com dados do próprio CBEE, considerando o funcionamento dos dois principais aerogeradores. Ressaltamos que o último balanço energético do estado PERNAMBUCO (2004), não menciona este percentual atribuído à geração eólica no arquipélago de Fernando de Noronha, apenas considera a existência de aerogeradores na ilha.

Entende-se que a relação da política energética do estado Pernambuco não falha apenas com uma ou outra entidade, quando da discussão da temática relativa à pesquisa, desenvolvimento e uso de energia renovável. Em síntese, além da existência de um melhor relacionamento entre instituições governamentais, iniciativa privada e universidades locais, vê-se como fundamental neste processo uma política de estado de longo prazo, considerando que o potencial energético do

estado de Pernambuco resume-se, essencialmente, apenas aos recursos renováveis primários disponibilizados pela natureza, tais como: abundância de sol e vento. Há que se considerar, principalmente, a existência da biomassa da cana-de-açúcar, que pode ampliar o potencial de geração de energia elétrica através da co-geração, nas usinas de açúcar e álcool, com o uso do bagaço e da palha da cana.

Em função deste vácuo interativo envolvendo governo, entidades de pesquisa e iniciativa privada, nenhum projeto importante envolvendo energia limpa e renovável tem se instalado no estado, em especial, de geração eólica. Desta forma, existe inegável domínio técnico de instituições instaladas em centros acadêmicos, potencial econômico da iniciativa privada local, infra-estrutura interna, além de programas governamentais de incentivo à difusão das energias alternativas, estes no âmbito do Ministério das Minas e Energia, mas pouco utilizados dentro do território pernambucano. O tema energia renovável não vem sendo tratado como algo que pode contribuir para propiciar ao estado certa independência energética, mesmo que dentro de parâmetros bastante módicos. A busca por novas alternativas energéticas é algo que tem de ser levado em questão; um estado com um potencial econômico de destaque no cenário nordestino e até nacional, não pode prescindir de encarar esta discussão com absoluta clareza.

4.2.3 A ATUAÇÃO DO GRUPO FAE – GRUPO DE PESQUISAS EM FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Funcionando dentro do campus da Universidade Federal de Pernambuco, este grupo de pesquisas em fontes renováveis, está associado ao centro de energia nuclear da UFPE, denominado de Grupo FAE, onde atua na formação de recursos humanos, prestação de serviços e,

principalmente, na área de pesquisa e desenvolvimento (P&D), relacionada especificamente com trabalhos em energia solar. É considerado um dos grupos pioneiros no estado, quanto ao estudo das potencialidades energéticas oriundas do sol, não apenas dentro de Pernambuco, mas em todo o território nacional. Possui área de testes de componentes e sistemas solares de 2000 m² e está equipado com instrumentação que permite realizar pesquisa de aquisição de dados, realizando medidas relativas à radiação solar, elétricas e termo-hidráulicas. Nestas instalações, Figura 6, o Grupo FAE tem condições de realizar os mais variados testes envolvendo dispositivos desenvolvidos por seus próprios pesquisadores ou por outras instituições e/ou fabricantes diversos.



Figura 6. Geração de energia térmica. Instalações do Grupo FAE.

Fonte: Grupo FAE – Disponível em: <http://www.ufpe.br/grupofae>

O Grupo FAE tem se destacado por manter estreita cooperação com programas que primam pela difusão da energia solar, como o PRODEEM, do MME, e o Programa Xingó, além de manter convênios com entidades dentro e fora do país, onde podemos destacar a CELPE, concessionária de energia do estado, o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL), a Rede Iberoamericana de Solarimetria e a CHESF⁸. Este importante grupo de pesquisa e capacitação, figura como um parceiro importante na construção de alternativas para o desenvolvimento sócio-econômico do semi-árido brasileiro.

Entre as atividades acadêmicas do Grupo FAE, destacam-se as publicações nacionais e estrangeiras, em conjunto com pesquisadores do Center for Energy and Environmental Physics e Jacob Blaustein Institute for Desert Research (Israel); Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (LNETI), Lisboa, Portugal; Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), Cuernavaca, México e Red Solarimetrica Nacional (SMN), de Buenos Aires, Argentina.

Pesquisadores destas conceituadas instituições realizam cooperações de caráter individual, sendo comum a participação dos mesmos ministrando cursos, conferindo palestras, Tiba et al (2004) e publicando em conjunto com os pesquisadores deste importante grupo de abnegados pesquisadores do estado de Pernambuco. O espaço de demonstração do Grupo FAE é aberto à visitação de estudantes, pesquisadores e público em geral. Por seus relevantes serviços prestados, em 1993, o Grupo FAE recebeu do Centro per lo Sviluppo del Popolo – Centro Cultural para o Desenvolvimento dos Povos -, instituição localizada em Gênova, Itália, o Prêmio Ligúria,

⁸ O Grupo FAE colaborou, desde suas origens, com a Divisão de Fontes Alternativas - DEFA, da CHESF, em diversos projetos de interesse comum. Recentemente pesquisadores do Grupo FAE e DEFA completaram a elaboração do Atlas Solarimétrico Nacional. Fonte: Grupo FAE. Disponível em: www.ufpe.br/grupofae.

concedido a trabalhos que tenham relação com o desenvolvimento em países da América Latina, Ásia e África.

Os grupos citados neste trabalho constitui prova de que o estado de Pernambuco é privilegiado no tocante à presença de pessoal especializado, não apenas em suas universidades, mas em outros setores considerados vitais, como indústria e órgãos do próprio estado. De certa maneira, constituem elementos essenciais ao desenvolvimento e implantação de novas tecnologias em âmbito local. A estrutura existente permite promover a difusão de idéias e a materialização de projetos que conduzam a um melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis nesta pequena porção do território brasileiro e que necessita mitigar suas emissões de carbono, através do uso de alternativas eficientes de geração elétrica.

4.3 AS OPÇÕES ENERGÉTICAS LIMPAS E RENOVÁVEIS EXISTENTES NO ESTADO DE PERNAMBUCO

Com uma demanda crescente por insumos energéticos, Pernambuco não pode contar com percentuais em reservas de carvão mineral, petróleo, gás natural ou qualquer outro combustível não renovável, oriundo de extração local. O último balanço energético estadual, PERNAMBUCO (2004), indica a inexistência destes recursos energéticos no subsolo do estado.

Assim, o estado importa integralmente todo o combustível não renovável que consome; a situação energética não indica, *a priori*, sustentabilidade energética e/ou econômico-ambiental ao processo de desenvolvimento em curso. Esta vulnerabilidade em suprimento energético, constitui um dos principais gargalos ao avanço da economia interna, se algumas medidas não forem adotadas ao longo do tempo, sobretudo no estabelecimento de uma política interna que possibilite

o aproveitamento do potencial energético primário existente, se possível, de todas as fontes renováveis. Todavia, não existe nenhum sinal de que uma política energética descolada da dependência da recursos não renováveis esteja em curso, sendo discutida, o que evidentemente contribuirá para aumentar a dependência energética já existente e o quadro de insustentabilidade sócio-econômica e ambiental.

Quanto às opções renováveis existentes, o uso de biomassa engloba diversas opções, além do cultivo da cana de açúcar, que tem produção centrada na zona da mata e área litorânea do Estado. O uso da lenha através de reflorestamento e a produção de biodiesel a partir da mamona, são opções que mesmo encontrando limitações de expansão, em função da questão ambiental, de clima e de área disponível para cultivo, são alternativas mais acessíveis ao conjunto dos produtores, inclusive de pequenos proprietários rurais, podendo incrementar, e muito, a geração de emprego e renda em diversas áreas rurais do estado.

Em um contexto mais amplo, à luz da sustentabilidade, as fontes solar e eólica são extremamente importantes neste quadro de carência energética. Programas como PRODEEM e PROINFA, que visam difundir melhor o uso de fontes renováveis, podem ser usados como mecanismos de incentivo a uma política energética ousada, sintonizada com o respeito ao meio ambiente e o desenvolvimento sócio-econômico; inteiramente voltada ao aproveitamento do potencial natural existente no estado.

A instalação de painéis fotovoltaicos, ao contrário dos aerogeradores, possui grande flexibilidade de instalação, principalmente em regiões de difícil acesso, podendo contribuir na ampliação da oferta de energia elétrica em casos especiais, como no bombeamento d'água para irrigação de

pequenos projetos agrícolas, representando uma alternativa bastante eficiente dentro da concepção de agricultura familiar. Em situações assim, não há necessidade de baterias, linha de transmissão ou rede elétrica convencional, o que diminui, e muito, o custo dos projetos, além de conferir-lhes maior sustentabilidade, considerando o baixo impacto ambiental que provoca, também associado com outras questões de ordem econômica e social. O uso de painéis fotovoltaicos destinados ao bombeamento de água reduz, consideravelmente, o custo com manutenção, resultado da diminuição de componentes do sistema.

Nas Figuras 7a e 7b, temos uma mostra da versatilidade destes equipamentos; com custo reduzido em função de algumas adaptações, representando uma alternativa inteiramente viável ao desenvolvimento de regiões com características especiais, sobretudo em estados que são inteiramente dependentes de energia fóssil ou da importação de energia gerada em outras regiões, caso específico de Pernambuco.

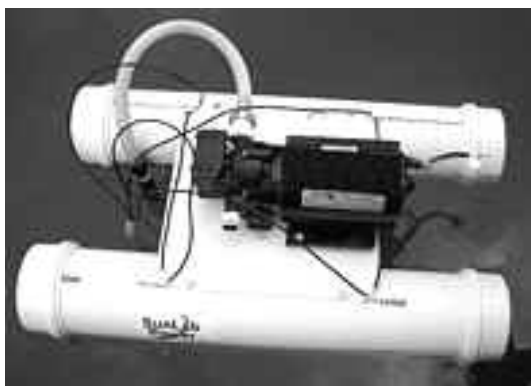


Figura 7a. Moto-bomba flutuante. Figura 7b. Painel fotovoltaico usado em bombeamento d'água. Fonte: Heitor Scalabrini Costa - Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis (NAPER)

A junção entre água e energia pode ocorrer de forma inteiramente sustentável, em função das condições especiais inerentes à região semi-árida do nordeste brasileiro, tornando a irrigação em pequena escala, algo factível, sobretudo em um ambiente em que a população sobrevive dentro das mais precárias condições, privada de tecnologias que são essenciais no combate ao subdesenvolvimento, quase endêmico, em grande parte do território nordestino. São inúmeras as possibilidades de aplicação do uso racional e sustentável dos recursos energéticos renováveis. Além do bombeamento de água, o uso da energia solar, possibilita realizar com certa eficiência, a dessalinização da água de poços artesianos, amazonas, entre outros.

De acordo com Costa (2006), a não disponibilidade de água tem alimentado por centena de anos uma forte dependência das populações mais vulneráveis em relação às elites dominantes, nos níveis local e/ou regional, dentro da área do semi-árido brasileiro. Essa prática de clientelismo, somada ao despreparo para lidar com as peculiaridades do clima semi-árido, foram decisivos na formação de uma cultura de sub-valorização das potencialidades da região. A irrigação convencional como solução salvadora para o semi-árido não tem sentido técnico e ambiental.

Assegurar o suprimento energético de uma região é algo fundamental, podendo garantir ou não a manutenção do modelo de desenvolvimento escolhido. Atualmente, o mais sensato é tentar diminuir o consumo de combustíveis provenientes de reservas não renováveis; todavia, substituí-los por energia limpa e renovável, pode significar um salto qualitativo que vai muito além do ambiental, com efeitos positivos registrados, também, nas áreas econômica e social, principalmente. Em Pernambuco, o seu último balanço energético, PERNAMBUCO (2004), apresenta de maneira bastante clara a importância que é conferida ao uso da energia não renovável, em detrimento do uso do potencial energético renovável disponível. Segundo Costa

(2002), o estado caminha no sentido contrário quanto ao uso dos combustíveis renováveis. A análise do referido balanço energético mostra uma redução na participação destes combustíveis e um incremento no consumo de petróleo e gás natural.

Com a privatização da companhia distribuidora de energia do estado, CELPE, em 2000, o governo local abriu mão de quase todo o poder que tinha para executar a política energética do setor elétrico. Após este processo, tem havido pouco ou quase nenhum interesse desta empresa em garantir o fornecimento energético através da geração limpa e renovável, em situações onde, por lei, pode atuar no sentido de incrementar a oferta de energia em sua área de atuação. Mesmo assim, a empresa diz que opera com muito respeito ao meio ambiente, conforme mensagem escrita em sua página na internet⁹, de fácil localização, enfatizando que pauta sua conduta pela preservação do meio ambiente e respeito à legislação ambiental e que tem compromissos estabelecidos por sua política de meio ambiente, com a qual previne impactos até sobre ecossistemas e, também, sobre a sociedade. Informações desta natureza constitui puro modismo. Talvez entendam que soa bem diante da sociedade e até da mídia, afirmar que defende o meio ambiente, mesmo sem nenhuma ação concreta.

É fácil verificar que sem uma intervenção governamental é pouco provável que setores da iniciativa privada assumam a bandeira de certas ações consideradas ousadas, como a de produzir sem impactar ou simplesmente atenuar certas entropias dentro do processo produtivo.

Costa (2002), informa sobre estudos realizados pelas universidades pernambucanas mostrando a existência de um diversificado potencial energético renovável; menos poluente, e que permitiria

⁹ Conforme página da empresa no endereço eletrônico: <http://www.celpe.com.br>

em curto prazo, aumentar a oferta de energia elétrica. Recursos e investimentos deveriam ser aplicados no aproveitamento da energia térmica co-gerada nas indústrias (particularmente sucro-alcooleira, utilizando o bagaço da cana); da energia eólica; da energia solar térmica, para aquecimento de água e produção de vapor; e da energia solar fotovoltaica, para sistemas não conectados à rede convencional.

Segundo Costa (2002), não se deve desprezar as abundantes jazidas de vento identificadas no litoral e no interior do estado, com potencial estimado da ordem de 800 MW. É interessante também considerar o uso de termelétricas movidas à biomassa de óleos vegetais, gás de madeira, carvão vegetal, além do aproveitamento do lixo urbano para fins energéticos. A utilização do bagaço da cana para a co-geração de eletricidade na indústria sucro-alcooleira, também surge como uma das alternativas mais viáveis técnica e econômica, infelizmente, ainda pouco utilizada.

Portanto, um estado que instalou em 1992 a primeira turbina eólica na ilha de Fernando de Noronha, com apoio do Folkcenter, um instituto de pesquisa dinamarquês e do CBEE, mesmo com potência, à época, de apenas 75 kW - os aerogeradores atuais estão acima de 1000 kW -, tem todas as condições de repensar positivamente a sustentabilidade de sua matriz energética, dando ênfase à implantação de projetos que priorizem o aproveitamento de fontes renováveis em larga escala, especialmente biomassa, solar e eólica. Entende-se que um provável cenário de sustentabilidade energética, poderá advir do uso crescente de um número bastante significativo de fontes renováveis. Ainda de acordo com Costa (2002), a diversificação também é algo essencial, como garantia de satisfação das necessidades energéticas da população e dos diversos setores econômicos, em bases socialmente justas e ambientalmente responsáveis.

4.4 A PARTICIPAÇÃO DOS PROGRAMAS NACIONAIS DE INCENTIVO ÀS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA, PRODEEM E PROINFA, NO ESTADO DE PERNAMBUCO

A introdução de programas de incentivo à difusão das energias renováveis no estado de Pernambuco, especialmente os que estão sob coordenação do Ministério das Minas Energia, como PRODEEM e PROINFA, não figuram como os responsáveis diretos por projetos que envolvem geração elétrica através de painéis fotovoltaicos ou geradores eólicos. A grande maioria dos projetos instalados recebeu ajuda de organizações não governamentais estrangeiras, centros de pesquisas locais e do próprio governo estadual. O uso da energia eólica em pequena escala apenas na ilha de Fernando de Noronha, é uma prova bastante forte da não inserção no estado de aportes mais significativos, afim de contemplar as outras regiões, o que de certo modo, ampliaria a oferta energética renovável.

Considerando a baixa disponibilidade hídrica do estado de Pernambuco, e ainda, dos demais estados nordestinos, lançou-se mão da construção de usinas termelétricas, especialmente na região do vale do São Francisco, em Petrolina, e no Complexo Portuário de Suape. Nesta última localidade, está instalada a Termopernambuco, que tem capacidade de geração superior a 500 MW, de acordo com informações contidas em (PERNAMBUCO, 2004). A Tabela 3 apresenta as localidades do Estado onde estão instaladas estas usinas, que só entram em operação quando há risco de colapso do sistema elétrico.

Tabela 3. Apresenta a distribuição das termoeletricas no Estado de Pernambuco e seus potenciais de geração

Usina/Localidade	Potência (MW)
Termopernambuco (Porto de Suape)	520
Petrolina	128
Termocabo (Cabo)	48
Carpina	20
Vitória de Santo Antão	18
Sub-estação da Celpe (Porto)	5
Sub-estação da Celpe (Ipojuca)	5
Sub-estação da Celpe (Suape)	5
Sub-estação da Celpe (Cabo)	5
Sub-estação da Celpe (Pirapama)	5
Sub-estação da Celpe (Prazeres)	5
Total Geral	764

Fonte: Elaborada a partir de Costa (2002)

Considerando que a potência associada à geração elétrica com o uso de termoeletricas ainda não é expressivo, com 764 MW em todos os projetos, estando os mesmos muito dispersos no estado, o que preocupa é o não acompanhamento deste crescimento em todas as direções, em detrimento de uma política energética mais limpa, e que possa atrair investimentos do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), iniciativa privada e organizações não-governamentais. Os riscos inerentes a uma política energética desta natureza são elevados, em caso de colapso no fornecimento de gás e diesel, matérias-primas utilizadas nestas térmicas. A Tabela apresentada

anteriormente não inclui a geração da termoelétrica de Tubarão, no arquipélago de Fernando de Noronha, por considerar que esta já estava instalada antes da crise energética nacional de 2001, e que provocou a difusão de um número expressivo destas usinas em todo o território nacional, o que pode ser constatado com base no (BEN, 2006).

Assim, programas de incentivo à difusão de energia renovável, tais como PRODEEM e PROINFA, não têm encontrado ressonância dentro da política de desenvolvimento que sempre foi traçada internamente, e sequer atingem o arquipélago de Fernando de Noronha. Na falta de políticas ousadas, a matriz energética estadual ainda não registra percentuais de uso de energia elétrica gerada nas formas eólica e solar. Então, através da análise de documentos, PERNAMBUCO (2004) incluso, infere-se que programas criados no âmbito do Ministério das Minas e Energia, como os citados anteriormente, ainda não registram participação marcante no estado, principalmente os que se referem à instalação de projetos eólicos e solares.

Dados encontrados em FBDS (2007), indicam que na execução da 1ª fase do PRODEEM, iniciada em 1996, foram instalados módulos fotovoltaicos em 115 localidades brasileiras, beneficiando 34.403 pessoas de baixa renda, atingindo 83 municípios de 20 estados. Nesta fase, apenas um único projeto foi implantado em Pernambuco, o que vem confirmar o pouco interesse conferido pela política energética interna à temática da energia renovável.

No nordeste como um todo, o estado da Bahia, com 22 projetos implantados, e o Rio Grande do Norte, com 23, foram os mais beneficiados com a instalação de sistemas fotovoltaicos, atendendo escolas, postos de saúde, igrejas e pequenos projetos de irrigação. No estado de Pernambuco, a grande maioria dos projetos em funcionamento foi instalada sem o apoio do PRODEEM, em

período anterior ao dos programas de eletrificação rural promovidos pelo governo estadual, muito antes do programa governamental federal LUZ PARA TODOS e de outros programas que o antecederam.

Em relação ao PROINFA, este possui características mais abrangentes que o PRODEEM e compreende, além da energia eólica, as fontes de biomassa e as pequenas centrais hidrelétricas. É coordenado pelo Ministério das Minas e Energia (MME), criado em abril de 2002, pela Lei nº 10.438, com revisão em novembro de 2003, Lei nº 10.762, que possibilita uma maior participação dos estados.

Prioritariamente, o PROINFA estabeleceu a contratação de 3.300 MW de energia a ser adicionada ao Sistema Interligado Nacional, gerada por fontes eólicas, de biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), sendo um terço de cada fonte, ou 1.100 MW. As unidades geradoras selecionadas terão sua energia elétrica produzida adquirida pela Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás). Os contratos dos geradores com a Eletrobrás terão duração de 20 anos, contados da entrada em operação. O Programa foi criado com o objetivo de dobrar a participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira, de 3,1% para 5,9% até 2006, meta ainda não atingida, como mostra o gráfico da Figura 2, apresentada anteriormente, onde este valor atinge apenas 4,0%.

Uma das maiores dificuldades tem sido a de expandir a geração eólica, que é inteiramente dependente de empresas, em sua maioria estrangeiras e, também, da importação de equipamentos. O BNDES disponibiliza uma linha de crédito de apoio à geração de energia elétrica renovável. O financiamento cobre até 70% do investimento e exclui bens e serviços importados, além da aquisição de terrenos. Este tipo de crédito não tem sido suficiente para por

em operação sistemas geradores eólicos, principalmente no Nordeste, que possui 52% do potencial energético nacional. A razão para tal desestímulo talvez resida na existência de mecanismos bancários, tais como: TJLP¹⁰, carência de seis meses após a entrada em operação comercial do empreendimento e amortização em apenas dez anos, além de outras exigências.

Alguns problemas relacionados com o PROINFA têm sido objeto de análise por parte de setores da imprensa brasileira, sobretudo quando tratam da questão de geração elétrica no país, como em GAZETA MERCANTIL (2004), onde há uma crítica relativa à morosidade do programa, além de considerar a cobrança de impostos como abusiva e injusta, por se tratar de energia inteiramente limpa e renovável, o que pode ser considerado um retrocesso para um programa deste porte.

Em Pernambuco, projetos já liberados pela ANEEL envolvendo a instalação de parques eólicos, nos municípios de Poção, Pesqueira, Araripina, Arcoverde e Macaparana, totalizando 247,9 MW, como mostra a Tabela 4, estão aguardando os empreendedores desde 2001 e 2002. Alguns destes empreendimentos foram cancelados pela empresa habilitada, a Energias Renováveis do Brasil Ltda (ENERBRASIL), que protocolou junto à própria ANEEL pedido de desistência, alegando que o projeto da central geradora eólica denominada PE2 - Serra da Macambira não fora contemplada na primeira etapa do PROINFA, o que atinge um total de 59.500kW de capacidade que seriam instalados nos municípios pernambucanos de Pesqueira e Poção, localizados na região do agreste central do estado, deixando de gerar energia limpa e renovável e de contribuir com o desenvolvimento de uma região de comprovada carência econômica. O trecho que segue, é uma

¹⁰ **TJLP:** Taxa de Juros de Longo Prazo, fixada trimestralmente pelo Conselho Monetário Nacional, e calculada pela soma de: i) meta de inflação para os doze meses seguintes ao primeiro mês de vigência da taxa, ii) prêmio de risco. Fonte: BNDES

sinopse de parecer da ANEEL¹¹, em seu artigo 1º, acatando o que foi solicitado pela empresa contemplada anteriormente pelo projeto:

Art. 1º Revogar a Resolução nº 574, de 17 de dezembro de 2001, que autorizou a empresa ENERBRASIL - Energias Renováveis do Brasil Ltda. a estabelecer-se como Produtor Independente de Energia Elétrica, mediante a implantação da central geradora eólica denominada PE2 - Serra da Macambira, nos Municípios de Pesqueira e Poção, Estado de Pernambuco.

Tabela 4. Projetos de parques eólicos autorizados pela ANEEL no Estado de Pernambuco

Empreendimento	Empreendedor	Potência (MW)	Município(s)	UF	Data
Parque Eólico PE 2 - Serra da Macambira	Enerbrasil - Energias Renováveis do Brasil Ltda	59,50	Pesqueira e Poção	PE	17/12/2001
Parque Eólico PE 3 - Poção	Enerbrasil - Energias Renováveis do Brasil Ltda	59,50	Poção	PE	31/12/2001
Parque Eólico PE 1 - Marcolândia	Enerbrasil - Energias Renováveis do Brasil Ltda	59,50	Araripina	PE	31/12/2001
Parque Eólico PE 5 - Serra do Pau D'Arco	Enerbrasil - Energias Renováveis do Brasil Ltda	59,50	Arcoverde	PE	09/01/2002
Central Eólica do Pirauá	Coop. de Energia, Comunic. e Desenv. do V. do Sirigi - CERSIL	9,90	Macaparana	PE	23/01/2002

Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE)

A decisão de cancelamento da instalação da central geradora eólica PE2 – Serra da Macambira, também se aplica ao Parque Eólico PE3 – Poção, com capacidade idêntica de 59.500 kW, pelas mesmas razões que foram expostas. Ou seja, está havendo apenas uma expectativa no incremento da geração elétrica oriunda de fontes renováveis, principalmente de natureza eólica dentro do estado. A política energética nacional que trata de atrair investimentos para o setor, falha por não acompanhar melhor os projetos após a sua liberação, considerando que as empresas autorizadas

¹¹ Parecer nº 163/2005-PF/ANEEL, de 30 de maio de 2005.

pelo órgão gerenciador (ANEEL), ou desistem do empreendimento ou apresentam novos projetos em outras localidades. Podemos dizer que também não há um posicionamento claro do governo estadual em relação às mudanças de rumo das empresas interessadas. Este tipo de ocorrência tem tido pouco ou quase nenhum espaço na imprensa local. Também não há registro de mobilização de setores ligados à sociedade civil e de suas representações na área de meio ambiente ou mesmo na esfera acadêmica das principais universidades, com raras exceções.

Em informe do MME, de 11 de maio de 2004, este ministério apresenta relatório resumo da chamada pública do PROINFA, onde consta que conseguiu atrair 6.601 MW em projetos de geração. Isto significa o dobro do limite que a Eletrobrás está autorizada a contratar. Apenas os projetos relativos à energia eólica totalizaram 3.681 MW, sendo o restante dividido em PCHs e biomassa. Entendemos que estes dados são inteiramente irrealistas, se considerarmos os valores previstos para geração eólica, por exemplo, mesmo que em forma de projetos. Com a política imposta para o setor, onde uma série de exigências são feitas, inclusive de ordem tributária, isto é, considera-se que gerar energia limpa e renovável é o mesmo que implantar uma empresa de processamento de matéria prima, fica claro que atingir cifras de razoável valor na geração eólica é algo apenas para constar em relatórios.

Em relação ao uso de biomassa como fonte geradora de energia elétrica com os incentivos do PROINFA, o estado de Pernambuco é responsável por gerar 63,2 MW, segundo dados de boletim informativo do MME, de 17 de dezembro de 2004. Esta potência instalada de geração, ajudou a classificar o estado como maior produtor do nordeste e quarto do país; São Paulo (508,78 MW), Paraná (203 MW) e Goiás (85,62 MW), ficaram, respectivamente, em primeiro, segundo e terceiro lugares. Estes 63,2 MW de geração é atribuído ao uso de biomassa em processos de co-geração, cuja matéria prima é o bagaço da cana-de-açúcar. A geração elétrica com uso de

aerogeradores é praticamente nula, ainda não há nenhum projeto implantado de geração com incentivos provenientes do PROINFA e do BNDES.

A tradução destes dados apresenta um cenário inteiramente favorável ao crescimento das fontes limpas e renováveis na geração de energia elétrica, desde que superados os obstáculos aqui expostos. O estado de Pernambuco, com potencial disponível ao crescimento do setor eólico e de biomassa, teria sua matriz energética menos dependente de geração externa, se considerássemos como mais efetiva a participação do PROINFA, incentivando a instalação de projetos da iniciativa privada, em especial os que já estão liberados pela ANEEL e com aprovação dos órgãos ambientais.

4.4.1 BENEFÍCIOS ESPERADOS COM O PROINFA

Os investimentos públicos e privados do programa têm como objetivo garantir, estrategicamente, que a cada 100 MW de energia gerada por parques eólicos, economize-se 40 m³ por segundo de água, principalmente no nordeste brasileiro, que possui uma geração inteiramente dependente do Rio São Francisco. Foi previsto a geração de 150 mil postos de trabalho, com a produção de equipamentos e materiais, com o conseqüente fortalecimento da indústria nacional. O Programa ainda está muito longe de gerar os 1100 MW previstos em energia eólica; sem cumprir as metas previstas, também não está sendo possível evitar os 2,5 milhões de toneladas de CO₂ por ano, criando um ambiente potencial em negócios com certificação de redução por emissão de carbono, nos termos do Protocolo de Quioto (MRE/MCT, 1997).

Entendemos que o PROINFA representa um avanço dentro da política energética brasileira, mas que só tem conseguido atingir sua meta quando trata da geração elétrica com o uso da biomassa, nos processos de co-geração. Todavia, o aproveitamento por completo desta matéria prima,

considerada abundante no país, ainda está longe de receber os incentivos de que necessita para se transformar em energia que possa chegar às tomadas residenciais e às máquinas das indústrias de todo o país. Quanto à geração de natureza eólica, é aí que reside o maior obstáculo de crescimento do programa: os projetos que são apresentados à Eletrobrás, ANEEL e demais órgãos governamentais, encontram determinadas barreiras que os inviabilizam, na visão da grande maioria dos empreendedores. Isto pode ser comprovado porque na prática, projetos da envergadura do que está sendo construído em Osório, no estado do Rio Grande do Sul, são extremamente raros. Estas barreiras na implantação destes projetos, penalizam diretamente a região nordeste do Brasil, que comprovadamente possui 52% de todo o potencial eólico nacional, de acordo com o Atlas de Energia Eólica, Cepel/Eletrobrás, como mostra o gráfico apresentado na Figura 8.

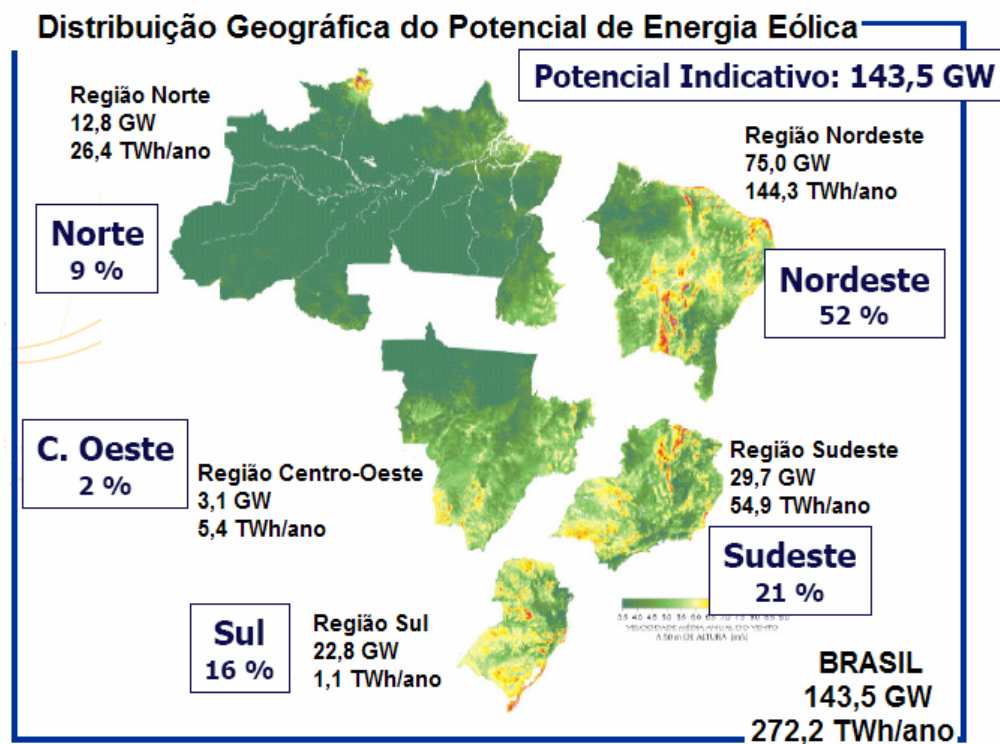


Figura 8. Distribuição do potencial eólico brasileiro por região. Fonte: Atlas de Energia Eólica- Cepel/Eletrobrás

A construção de parques eólicos no nordeste brasileiro não é importante apenas por questões de natureza ambiental. Existe inteira viabilidade econômica em função dos números do potencial energético existente na região. É uma energia limpa e renovável e que pode ser classificada como a mais ambientalmente correta de todas que recebem a intervenção humana. É a energia do desenvolvimento sustentável, sem paralelo com outras formas de geração, quando são considerados os impactos ambientais gerados no processo de conversão dos ventos em energia elétrica.

O funcionamento de estruturas geradoras de energia eólica, sempre necessita do acompanhamento de diversos profissionais, dentro das mais diversas áreas, mesmo depois de instalados os equipamentos; isto é, os municípios que absorvem tal empreendimento, também ganham economicamente, inclusive podendo explorar a novidade do ponto de vista turístico, como mostram alguns estudos. Em Pernambuco alguns municípios considerados propícios à instalação destes parques já contam com um potencial turístico que vem sendo explorado com certa dificuldade, a exemplo das cidades de Pesqueira, Poção e Arcoverde, que estão próximas e que certamente teriam mais um motivo de incremento turístico. São municípios que já congregam belezas naturais, históricas e religiosas, estando muito próximos de outros que possuem consideráveis riquezas turísticas, a exemplo do Parque do Catimbau, em Buique e da Pedra Furada, em Venturosa, sítios arqueológicos; Sítio Guarda de Cimbres, em Pesqueira e Cruzeiro Religioso de Poção. A introdução de mais um item com considerável visibilidade não apenas física, mas também econômica, certamente daria um incremento que iria além da melhoria da qualidade da energia ofertada no estado, considerando uma mudança de rumo nas regras do PROINFA, deixando-o mais atrativo aos investidores da área energética, fundamental para Pernambuco e demais estados nordestinos.

5 AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA COMO PARCEIRAS DO MEIO AMBIENTE, ANÁLISE DA SITUAÇÃO EM PERNAMBUCO

Quase não existe dúvida de que os processos de geração de energia elétrica a partir de sistemas solares ou eólicos são os menos agressivos ao meio ambiente. As taxas de emissão de gases, se restringem ao processo de industrialização dos equipamentos, afinal, não existe nenhum processo de transformação energética inteiramente limpo, sem emissão, com taxa zero de agressão ambiental, (BERMANN, 2001).

O estado de Pernambuco não foi agraciado com recursos energéticos fósseis, formados ao longo de milhões de anos pela natureza; todavia, se encontra em uma região do planeta onde as condições são amplamente favoráveis à geração de energia renovável, oriunda dos ventos e do sol. Os índices solarimétricos, ATLAS (2006), registrados em toda a sua extensão territorial, permite o uso com bastante eficiência da energia solar. Quanto à geração através dos recursos eólicos, a natureza também permite que isto aconteça, em função de que o estado encontra-se na região que detém mais da metade do potencial eólico do país, de acordo com o que foi apresentado na Figura 7. Assim, as poucas opções de geração elétrica que restam ao estado, incluindo a co-geração por biomassa, são consideradas as que melhor convivem com o meio ambiente. Nos próximos tópicos, este imenso potencial será discutido, com exceção da geração por biomassa, que não é objeto específico deste estudo dissertativo.

5.1 PAINÉIS FOTOVOLTAICOS: PERSPECTIVAS FUTURAS DE USO, CUSTO E CUIDADOS COM O MEIO AMBIENTE

O potencial energético do sol, ou melhor, parte de sua energia que atinge a superfície terrestre pode ser convertida diretamente em energia elétrica através de micro-dispositivos foto-sensíveis (foto-células), constituídas por materiais semicondutores, que reagem na presença da luz provocando o deslocamento dos elétrons livres no interior da estrutura material, (LAGE, 2005). Quanto mais intensa é a incidência luminosa, maior é, também, a quantidade de carga elétrica - elétrons - deslocada no interior da estrutura semicondutora. O acondicionamento de um grande número destas estruturas eletrônicas forma o que comumente chamamos de módulo fotovoltaico. São destinados à produção direta de energia elétrica, desde que o ambiente em que são instalados receba luz solar. Um módulo fotovoltaico gera energia elétrica mesmo em condições de baixa incidência luminosa, ou seja, em dias nublados ocorre produção (conversão) de energia em baixa potência.

O processo de geração tem por base a associação destas estruturas semicondutoras, que produzem uma corrente de elétrons no seu interior, sempre na mesma direção, o que torna um painel fotovoltaico um gerador de energia elétrica de corrente contínua. Esta característica facilita o armazenamento da carga gerada diretamente em acumuladores de cargas (baterias), que também funcionam com corrente contínua. Portanto, na falta de luz solar, os dispositivos acumuladores fornecem a carga necessária ao funcionamento dos equipamentos conectados ao sistema: lâmpadas, rádio receptor, rádio de comunicação, telefone, televisor, antena parabólica, bomba d'água, ventilador, refrigerador, computador, entre outros, possibilitando o uso da energia solar fotovoltaica de dia e de noite, (LORENZO, 1994).

Os painéis fotovoltaicos apresentam grande durabilidade, podendo funcionar por um período superior a vinte anos sem manutenção, já que são construídos formando um conjunto compacto, sem nenhuma peça móvel. O painel em si, só necessita de alguns cuidados que, em geral, reduzem-se à limpeza esporádica de sua superfície, cujo objetivo é permitir uma melhor penetração da luz solar na estrutura física interior; isto garante maior eficiência do sistema em uso e permite que o fluxo regular de portadores de cargas elétricas (elétrons), continue gerando a corrente elétrica necessária aos equipamentos elétricos e eletrônicos conectados.

A tecnologia atual de construção de painéis fotovoltaicos permite pensar em um uso bem mais amplo, considerando que as pesquisas têm avançado em escala significativa, conforme podemos ver em Mourão (2003): “A Universidade de Stuttgart, Alemanha, desenvolveu um novo tipo de célula solar 50 vezes mais fina que um fio de cabelo. Os estudantes usam as células flexíveis em chapéus e paletós, empregando-os para carregar seus celulares.” Em sua concepção, já estamos, portanto, próximos de uma nova revolução energética.

O desenvolvimento tecnológico registrado desde a revolução industrial, século XVIII, tem sido extraordinário no sentido do homem poder obter certo domínio sobre a estrutura da matéria dos mais diversos materiais. A produção de painéis fotovoltaicos deriva do mesmo conceito científico que possibilitou o aparecimento do transistor, na eletrônica, e que causou, também, outra revolução dentro da mesma, quando da substituição da válvula eletrônica. Mesmo assim, o fator potência ainda representa um entrave muito forte no uso de painéis solares em todo o mundo. Esta limitação está presente, inclusive, em projetos com uso de um número muito grande de painéis, como o que aparece citado em artigo recente, de revista com grande circulação nacional,

enfocando as vantagens do uso da energia nuclear como forma de combater o aquecimento global:

Como armazenar eletricidade é caro e exige baterias imensas, cheias de metais pesados, os painéis fotovoltaicos só produzem com o sol batendo. À noite ou durante longos dias sem sol, nada de chuveiro quente, lâmpadas acesas ou hospitais funcionando. Além disso, a energia solar tem um rendimento extremamente baixo para gerar eletricidade. Um exemplo é o centro de energia solar de Monte Alto, um dos maiores do mundo, inaugurado este ano na Espanha. Numa área de 55 campos de futebol, tem 889 estruturas de 50 e 100 m². Ao todo, são 52.000 módulos fotovoltaicos que geram no máximo 9 MW. Para gerar o mesmo que Angra 2 (1.350 MW), teria que ter 7,8 milhões de módulos, ocupando 7.650 hectares – o mesmo que 7000 campos oficiais. Ah, claro, ainda seria preciso torcer para que fizesse sol em todos esses campos (SUPERINTERESSANTE, 2007, p. 66).

Como vemos, o investimento público ou privado na geração de energia elétrica através da energia solar é algo que está fora da realidade de países em desenvolvimento, onde os recursos são limitados para gasto na área energética. Em um país como o Brasil e nos demais países onde a tecnologia fotovoltaica é utilizada, em geral usam-se os telhados das residências e isto pode ser feito em larga escala, como já acontece em muitas cidades da Alemanha, portanto questionar a energia solar em função da área que esta ocupa, parece ser algo não muito sensato, apenas para defender a proliferação de usinas nucleares. Sabemos que é fisicamente possível alimentar residências com a área que estas dispõem e até comercializar o excedente produzido. Fica claro que projetos desta natureza estão a anos-luz do quadro real brasileiro.

Quanto ao custo dos painéis fotovoltaicos, o aperfeiçoamento tecnológico tem permitido uma diminuição do preço ao longo dos anos, entretanto a aquisição de um módulo para uso individual ou o seu uso na alimentação de redes públicas convencionais ou privadas, ainda é algo proibitivo, sobretudo em países em desenvolvimento, onde não há incentivos governamentais diretos e que possam financiar tais projetos.

Um recente estudo do custo da implantação de sistemas fotovoltaicos, publicado em 2005, analisou o preço de 47 sistemas isolados de 100 a 6600 W, de 1987 à 2004, indicando que esses sistemas apresentam uma tendência de redução de preços de aproximadamente 1 U\$/W ao ano, com custos variando entre 7 e 10 U\$/W (HEGEDUS e OKUBO, 2005) citados por (SHAYANI et al, 2006).

A Tabela 5 mostra que o custo da energia gerada através de células fotovoltaicas pode variar entre cinco a dez dólares por watt nas usinas solares. É algo proibitivo, quando comparamos inclusive com os valores da geração eólica, que variam entre 1,20 a 1,50 dólares por watt instalado.

Tabela 5. Valores típicos em dólar relativos à implantação de usinas geradoras de energia

Tipo de Geração	Custo de implantação ANEEL [U\$/W]	Custo de implantação CESP/IMT [U\$/W]
Termelétrica a Diesel	0,40 à 0,50	0,35 à 0,50
Termelétrica a gás	0,40 à 0,65	0,35 à 0,50
Termelétrica a vapor	0,80 à 1,00	-
Termelétrica ciclo combinado	0,80 à 1,00	-
Pequenas centrais hidrelétricas	1,00	-
Geração eólica	1,20 à 1,50	1,00
Células fotovoltaicas	-	5,00 à 10,00

Fonte: (SHAYANI et al, 2006) de acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANAEEEL), 2006.

Ainda de acordo com Shayani et al (2006), um estudo publicado pelo Programa de Sistemas Fotovoltaicos de Potência da Agência Internacional de Energia, confirma que os preços estão

reduzindo ano após ano, e indica que os sistemas isolados tendem a custar aproximadamente o dobro quando comparados com sistemas conectados à rede, por não necessitarem de baterias e demais componentes associados. Em 2004, sistemas isolados de até 1 kW apresentavam variação de preço de 9 a 25 U\$/W, sendo que o valor típico encontrava-se em torno de 13 U\$/W. Sistemas maiores de 1 kW apresentaram variação semelhante e preços ligeiramente menores. Para sistemas conectados à rede os valores chegam a 6 U\$/W, diz o estudo.

De acordo com Mourão (2003), os painéis solares podem suprir de energia elétrica residências e postos de saúde em lugares muito afastados da rede elétrica convencional e considerados de difícil acesso, tais como: ilhas, regiões montanhosas, áreas florestais, desérticas ou de instalação economicamente inviável a qualquer outro projeto técnico. Só que estas não são as únicas aplicações. Muitos dispositivos de alta tecnologia do mundo moderno são inteiramente dependentes do uso de painéis fotovoltaicos, caso dos satélites, por exemplo. Em órbita terrestre estão artefatos como o telescópio Hubble e a Estação Orbital Internacional (ISS), cujo funcionamento é inteiramente dependente de energia elétrica obtida através da luz solar. A tecnologia espacial tem propiciado um número considerável de outras aplicações. Painéis fotovoltaicos muito leves e de elevado poder de conversão energética, associados a geradores de células combustíveis, estão presentes em projetos audaciosos como o da aeronave não tripulada Helios, da NASA, Figura 9.



Figura 9. Uso futuro da tecnologia fotovoltaica na aviação. Fonte: National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Então, é quase certo que o processo de conversão direta da luz solar em eletricidade atinja um nível de elevada confiabilidade e de rendimento superior ao atual, em um futuro próximo. A necessidade de uso na área aeroespacial e a busca por novas alternativas energéticas, são fatores preponderantes ao surgimento de um novo salto tecnológico. A energia solar é, comprovadamente, o recurso natural de maior importância para o planeta e, por ironia, estamos aprisionando-a de forma indevida, como no aquecimento global, ocasionado pelo efeito estufa.

As fontes energéticas limpas, sobretudo nas três últimas décadas, têm conquistado adeptos em todos os continentes. No Brasil, mesmo com o baixo uso da energia solar, outras fontes renováveis estão em evidência, como é o caso da biomassa. Há uma grande expectativa em relação às novas alternativas energéticas, sobretudo as que têm a natureza como fonte primária de energia.

Estamos diante do desafio de construir um novo padrão de desenvolvimento, mesmo sabendo que a sociedade atual ainda não relaciona o uso indevido dos insumos não renováveis como causadores da perda da biodiversidade e do seu patrimônio genético, do aquecimento global, da deterioração da camada de ozônio, da chuva ácida, da desertificação e erosão de terras cultiváveis, da escassez de água e outros grandes problemas causados pelo desenvolvimento industrial. Toda esta entropia, de elevada magnitude, necessita ser encarada de maneira urgente, com medidas severas de redução de consumo, especialmente dos combustíveis fósseis e sua substituição imediata por outras fontes não poluentes, o que parece pouco provável de acontecer em um curto intervalo de tempo.

5.2 USOS INDIVIDUAL E COLETIVO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA

De acordo com Serpa (2001), a conversão da energia luminosa diretamente em elétrica com o uso de painéis fotovoltaicos, pode suprir de energia uma única residência, um determinado conjunto habitacional ou alimentar a rede elétrica convencional. Tudo dependerá das características do projeto, com menor ou maior grau de complexidade, caso se destine ao uso coletivo.

Na Figura 10, vemos uma aplicação de bombeamento de água no sertão pernambucano; neste caso, o painel solar está instalado diretamente sobre um poço amazonas, constituindo uma maneira muito versátil de uso da energia solar. Em projetos desta natureza, não são utilizadas baterias acumuladoras de carga, diminuindo o custo total do projeto, deixando-o ambientalmente mais limpo. Programas que incentivem a difusão desta tecnologia, acompanhados da capacitação do pequeno e médio produtor rural, são fundamentais na ampliação da renda do trabalhador, além

de contribuir para tornar o nordeste brasileiro uma região inteiramente viável, como já acontece com outras localidades semi-áridas de países desenvolvidos.



Figura 10. Uso de módulo fotovoltaico em bombeamento de água de poço amazonas no interior do Estado de Pernambuco
Fonte: Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis (NAPER)

Os dispositivos existentes no mercado, especialmente os importados de países que realizam intensa pesquisa nesta área, tais como: Alemanha, Japão, Estados Unidos e Canadá, permitem atender a uma demanda energética dentro da faixa de centenas de quilowatts (kW), desde que seja possível associar uma quantidade considerável de painéis com esta finalidade. Em alguns países, existem políticas de incentivo real à instalação de painéis que permitam alimentar residências com energia limpa e gerada no próprio local onde será utilizada. Também é possível a venda do excedente gerado para a rede convencional de energia; a Alemanha é um dos países de maior destaque neste tipo de política energética.

Segundo Mourão (2003), na Alemanha, mesmo com uma casa de apenas dois quartos, que, em geral tem um telhado médio, a geração permite a venda de três quartos do que é produzido, com venda assegurada às companhias de energia por um período de 20 anos. É um programa que visa atingir 100 mil telhados e assegura crédito barato a todos que querem investir em energia solar. A expectativa de ganho extra, tem convencido cada vez mais pessoas a transformar seu telhado em uma usina solar, o que é extremamente positivo, considerando que os países europeus são grandes importadores de petróleo e usam termelétricas na geração de grande parte da energia elétrica que utilizam. Ainda de acordo com Mourão (2003), existia nos Estados Unidos mais de 20.000 residências utilizando energia fotovoltaica, sendo aproximadamente 4.000 destas apenas no estado da Califórnia. Os números do uso desta fonte energética em território americano ainda são inexpressivos e dão uma idéia do esforço que deve ser empreendido naquele país no sentido de alterar o consumo assustador de petróleo, gás natural, carvão mineral e urânio.

No Brasil, usa-se pouco os recursos energéticos proveniente do sol, quer seja na geração de energia elétrica ou no aquecimento direto. O último balanço energético nacional BEN (2006), bem como os anteriores, não consegue mensurar um percentual que seja significativo dentro da matriz energética, referente ao uso deste recurso natural. É bem provável que alguns fatores figurem como determinantes para uma demanda em escala tão baixa deste tipo de energia no território brasileiro, sobretudo a fotovoltaica, e em função de dados históricos e técnicos da atuação das políticas energéticas, até destacar alguns, tais como:

- A quase inexistência de uma política sólida de incentivos em pesquisa científica e tecnológica para o setor;
- Dificuldade de transferência de tecnologia para o país, o que só é possível com a entrada de fabricantes estrangeiros consagrados, através de uma política específica de incentivos;

- Entraves na importação de equipamentos por empresas nacionais, em função de tarifas alfandegárias elevadas;
- Desinteresse dos governos estadual e municipal em incentivar o uso em larga escala dos equipamentos, principalmente em residências urbanas, em face de uma provável diminuição de receita proveniente da cobrança de ICMS¹² na conta mensal de energia elétrica. Em Pernambuco, a cobrança deste tributo atinge um percentual considerado elevado, em média de 25%, com algumas exceções, o que pode ser comprovado através da Tabela 3B, Anexo B. O consumidor de área rural continua isento. Na conta mensal de energia elétrica ainda incidem outros impostos, a exemplo do PIS e COFINS ou de outras taxas, dependendo da unidade da federação;
- Maior abertura dos programas governamentais PRODEEM e PROINFA, com direcionamento mais efetivo a projetos que envolvam o uso de energia renovável, em especial, solar e eólica;
- Carência de financiamento, a título de incentivo, por meio de instituições financeiras, permitindo a aquisição de módulos de uso domiciliar ou coletivo, principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste, sendo estas, comprovadamente, as de maior incidência solar e que apresentam um grande número de propriedades isoladas, mesmo considerando a abrangência do Programa Luz Para Todos;
- Desconhecimento quase total da população sobre o uso das energias renováveis, principalmente a fotovoltaica, dado a falta de uma política de esclarecimento capaz de mostrar os benefícios ambientais e sócio-econômicos de tal tecnologia;

¹² As alíquotas de ICMS praticadas em Pernambuco, estão em conformidade com as leis estaduais nº 11.919/2000, nº 12.472/2003 e nº 13.119/2006, e o decreto 29.724/2006. Fonte: CELPE

- Existência de mito criado sobre as potencialidades energéticas do país, através da falsa idéia de que somos auto-suficientes em energia elétrica, considerando apenas o potencial das usinas hidrelétricas existentes ou que possamos construir.

É possível entender que fatores como os citados anteriormente são relevantes dentro do quadro energético nacional, se considerarmos a questão energética como algo que prescinde de diversas fontes, a solar inclusa, especialmente no que tange à busca de um modelo auto-sustentável de geração elétrica, vital a qualquer projeto de desenvolvimento integrado com o meio ambiente e que prime pela não emissão de carbono na atmosfera.

Alguns projetos de pequena monta estão espalhados por todo território nacional, implantados, na maioria das vezes, por entidades governamentais dos estados ou por ONG's – Organizações Não-Governamentais - nacionais e conveniadas com organizações estrangeiras; em geral de países que já dominam toda cadeia produtiva da tecnologia fotovoltaica. Apenas para ilustrar, citamos o caso de uma comunidade pesqueira em Pouso de Caraíba, município de Paraty, Rio de Janeiro, onde a Secretaria de Energia Estadual, em convênio com a Prefeitura Municipal, equipou uma central de pesca com um sistema híbrido, fotovoltaico/eólico, permitindo o uso de uma geladeira de 460 litros e um freezer de 550 litros. Em outro projeto, na mesma região, 136 famílias receberam treinamento e kits instalados em seus telhados, incluindo dois painéis geradores, avaliados em pouco mais de cinco mil reais, possibilitando que a energia captada fosse utilizada na alimentação de uma tomada de 40W e três lâmpadas fluorescentes compactas de 11W. Cada conjunto foi equipado com baterias, – de vida útil estimada em três anos – possibilitando suprir o sistema por até três dias, sem necessidade de recarga, característica fundamental para manter funcionando o sistema no período noturno e em dias nublados.

A implantação de projetos desta natureza na região Sudeste do país, mostra um quadro dramático em relação à demanda energética, e que não padece de investimento apenas nas regiões Norte e Nordeste. Sabemos que o quadro da exclusão elétrica no Brasil está sendo alterado de forma positiva, e que o processo de universalização do acesso à energia elétrica está sendo concluído em 100%, como no caso de Pernambuco e de outros estados nordestinos, através do Programa Luz Para Todos, coordenado pela Eletrobrás, em conjunto com o Ministério das Minas e Energia.

O que pode ser contestado no processo de inclusão elétrica do programa Luz Para Todos e que expande a rede elétrica a um número muito grande de consumidores é que estes novos usuários representam um adicional significativo na demanda energética nacional, especialmente se considerarmos o total de 12 milhões de excluídos que estão sendo atendidos, como propagam os órgãos governamentais. Neste caso, sem dúvida, haverá uma pressão natural pela construção de novas usinas hidrelétricas, termelétricas e até nucleares, em detrimento do uso de energia limpa e renovável do sol, dos ventos e da biomassa, entre outros. Não há o que contestar na questão da inclusão elétrica, nos referimos apenas à questão da sustentabilidade elétrica do programa e suas conseqüências ambientais e até sócio-econômicas.

5.3 PRESENÇA DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO NORDESTE E, EM ESPECIAL, PERNAMBUCO. FATORES QUE JUSTIFICAM A DIFUSÃO DESTA FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA NO ESTADO

No nordeste brasileiro, encontramos um dos mais elevados índices de incidência solar do planeta e isto propicia o uso em larga escala de painéis fotovoltaicos. No entanto, poucos projetos estão implantados na região, e ainda assim, dispersos, ocorrendo o mesmo nas demais regiões. Não existe uma política de difusão tecnológica ampla para o setor e que possibilite divulgar e

incentivar o uso desta forma energética renovável, através de uma linha de financiamento acessível. O PRODEEM não tem conseguido visibilidade como programa, cujo objetivo é o de contribuir no incremento deste tipo de tecnologia. A timidez na quantidade de painéis instalados nos estados nordestinos é incompatível com o potencial disponibilizado pela natureza.

Os projetos implantados no estado de Pernambuco não diferem muito da realidade existente no território nordestino e com um agravante: não há qualquer política de âmbito estadual em curso direcionada ao uso da energia solar; nem mesmo nas residências do arquipélago de Fernando de Noronha, que poderia atenuar a dependência de diesel na geração de energia elétrica naquela localidade, se um número significativo de painéis solares fossem instalados. Portanto, o uso desta fonte energética abundante é, ainda, insignificante, quando consideramos a sua conversão em energia elétrica. Este quadro de sub-utilização constitui certa incoerência, se considerarmos a dependência elevada de combustíveis fósseis do estado em sua matriz energética, o que já seria suficiente para implantar uma política interna com razoável visibilidade econômica e ambiental, independente de programas governamentais federais – PRODEEM/PROINFA, por exemplo - ou em conjunto.

Alguns fatores intrínsecos à infra-estrutura local, a nosso ver, figuram como pontos positivos e que, sem dúvida, justificam uma política mais arrojada e direcionada à geração de energia limpa e renovável:

- Existência de grupos de pesquisa no âmbito da Universidade Federal de Pernambuco, voltados ao domínio das tecnologias na área de energia renovável, possibilitando uma intervenção do governo estadual junto à Universidade, com auxílio do MCT e MEC,

propondo maior interação com CBEE, o NAPER, Grupo FAE e demais instituições de pesquisa e difusão das energias solar e eólica, principalmente;

- Apoio estrutural da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), órgão local com condições de fomento ao desenvolvimento de projetos voltados ao setor energético renovável;
- Comprovada experiência do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), como incubador de empresas ao longo de alguns anos, constituindo uma ponte facilitadora entre pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, gerando melhor intercâmbio dos centros de pesquisas com o setor empresarial externo e interno, permitindo a entrada no mercado de novos empreendedores;
- Disponibilidade do potencial tecnológico do Porto Digital em Recife, considerando que este projeto dispõe de incentivos governamentais do estado para a produção de hardwares e softwares no setor de informática, e que pode representar um aporte significativo ao desenvolvimento de novos produtos dentro do estado, sobretudo destinados à geração, controle e armazenamento de carga elétrica, com uso específico em dispositivos destinados à conversão solar-elétrica, entre outros;
- Interação com empresas de eletro-eletrônica e de informática que já atuam na região metropolitana de Recife e no próprio Porto Digital, possibilitando a montagem de hardwares e a criação de softwares específicos para uso em conjuntos fotovoltaicos, tais como: controladores de carga e inversores, de baixa e alta potência, inclusive dispondo de tecnologia de programação;
- Existência de comunidades em regiões de difícil acesso, principalmente nas regiões do agreste e sertão do estado, em especial, o arquipélago de Fernando de Noronha, distante

de aproximadamente 345 km da costa brasileira, onde não é econômica e ambientalmente viável o uso de energia elétrica gerada por termelétrica, sobretudo pelos eventuais impactos ambientais negativos que provoca, e também, do impacto econômico no custo de vida dos ilhéus, deixando de contribuir com a construção de um modelo sustentável na Ilha.

Em síntese, estes fatores servem para mostrar um pouco do potencial tecnológico disponível no estado, englobando os mais diversos setores. Entretanto, ainda não há uma política governamental estadual voltada ao aproveitamento do potencial energético renovável existente, o que tem acelerado a dependência estadual do fornecimento externo de energia, e que pode, em curto prazo, inviabilizar a competitividade de sua economia, sobretudo porque o estado não dispõe de mecanismos competitivos na área energética, mesmo considerando que neste setor estratégico o governo federal é quem assume papel relevante.

A geração de energia elétrica com o uso de painéis fotovoltaicos ou turbinas eólicas em Pernambuco, sequer aparece nos dados estatísticos do balanço energético interno. Isto mostra o tamanho do desafio existente, no sentido de provocar o surgimento de novos investimentos, e que contribua na alteração destes números, de forma positiva, em favor da energia renovável.

No balanço energético do estado de Pernambuco, edição de 2004, com publicação da Secretaria de Infra-Estrutura, compreendendo levantamento entre 1993 e 2002, quando trata do tema referente ao uso de energia renovável no estado, este faz um esboço de diversos projetos executados, inclusive em convênio com algumas organizações governamentais estrangeiras:

O estado de Pernambuco tem nos últimos anos incentivado o uso das fontes alternativas de energia, em especial a energia eólica e solar, demonstrando possuir vocação natural devido as suas características climáticas e localização geográfica. Fazendo um breve retrospecto do histórico da utilização prática da energia solar no estado, em função de Convênios realizados junto ao Governo Americano e Alemão, Pernambuco partiu na vanguarda quando comparado com outras unidades da federação em número de sistemas instalados. Hoje, estas tecnologias já se encontram maduras, e em especial a energia eólica com grande incentivo através do PROINFA - programa de incentivo ao uso das energias alternativas (PERNAMBUCO, 2004).

No citado balanço, aparece relato de projetos instalados pela Companhia Energética de Pernambuco (CELPE)¹³, compreendendo um total de 93,2 kWp de potência, relativa ao uso de energia solar fotovoltaica. Adicionando a potência instalada em ambientes privados, esse número atinge a cifra de 100 kWp. O mesmo balanço aferiu a existência de 900 módulos solares fotovoltaicos funcionando em todo o estado, muitos deles destinados especificamente ao bombeamento de água em comunidades de áreas sertanejas, como na Figura 11. Em alguns casos, os sistemas de cata-vento tradicionais, estão sendo substituídos por painéis fotovoltaicos, representando desperdício de investimento, considerando que este tipo de equipamento tem se mostrado muito eficiente no bombeamento d'água em comunidades isoladas. Não há incompatibilidade entre projetos distintos envolvendo o uso de energia renovável; é possível usar todos, principalmente solar e eólica, juntos.

¹³ Empresa distribuidora de eletricidade, de capital privado internacional, pertencente ao Grupo Neoenergia; tem a concessão da distribuição para todos os municípios do estado, inclusive o arquipélago de Fernando de Noronha e do município paraibano de Pedras de Fogo.



Figura 11. Sistemas fotovoltaico e eólico de bombeamento d'água nos municípios de Serra Talhada e Iguaraci, no estado de Pernambuco. Fonte: (PERNAMBUCO, 2004)

Uma análise abrangente sobre o funcionamento de painéis fotovoltaicos em Pernambuco, consegue apenas mapear projetos com o apoio de ONG's locais ou estrangeiras, Sindicatos de Trabalhadores Rurais, Associações, Cooperativas e Prefeituras, localizadas principalmente nas regiões do agreste e sertão do estado, em municípios como Ouricuri, Mirandiba, Afogados da Ingazeira, Petrolina, entre outros. Dos 185 municípios do estado, mais de 80 possui algum projeto implantado com uso da tecnologia fotovoltaica, (COSTA, 2006).

O mapa da Figura 12 mostra 16 municípios de Pernambuco, são eles: Petrolina, Ouricuri, Carnaíba, Quixaba, Afogados da Ingazeira, Santa Terezinha, Tabira, Ingazeira, Brejinho, São José do Egito, Tuparetama, Iguaraci, Jupí, Taquaritinga do Norte, Cumarú e Recife, onde estão instalados a maioria dos projetos em funcionamento, envolvendo sistemas fotovoltaicos. Isto mostra o efeito prático de muitas tentativas de implantação desta tecnologia, sobretudo com incentivos governamentais ou de ONG's, como as citadas anteriormente. Segundo Costa (2006), a potência instalada no estado é de aproximadamente 250 kWp, representando um crescimento aproximado de 150% sobre o valor aferido em estudos anteriores. São números pouco

representativos e que não figuram em dados estatísticos de um balanço energético interno. Estes projetos estão distribuídos em 700 residências, 250 escolas e 150 sistemas de bombeamento de água, deixando o estado entre os que possuem maior número de instalações na região nordeste. Este estudo não relata os impactos do Programa Luz Para Todos, do governo federal, no processo de desativação ou não dos painéis fotovoltaicos dentro do estado. A intervenção deste programa, LUZ PARA TODOS (2007), tem como maior efeito positivo o da universalização da energia elétrica, sobretudo em áreas das regiões norte e nordeste do Brasil. Todavia, não há como deixar de considerar que a implantação de rede convencional em localidades onde já existiam projetos de instalações fotovoltaicas, e que poderiam ser ampliados e aperfeiçoados, é algo que certamente provoca impactos negativos em relação à sustentabilidade da energia ofertada.

A intervenção do PRODEEM, de entidades não governamentais e até de particulares, nesta ordem, provavelmente, são os responsáveis mais diretos pelo incremento constatado de painéis fotovoltaicos em Pernambuco. Paralelamente, e de maneira inversa, temos a influência do Programa Luz Para Todos, que tem contribuído na desativação destas instalações em funcionamento, pelo fato de permitir a chegada da energia elétrica, através da rede convencional, em comunidades antes consideradas muito distantes e até isoladas. Não possível encontrar dados concretos sobre este provável processo de desativação; é quase certo que só os próximos balanços energéticos do estado poderá trazer um relato mais preciso sobre a interferência deste programa governamental federal em comunidades já beneficiadas por energia renovável.



Figura 12. Mapa do estado de Pernambuco com os municípios onde estão o maior número de Sistemas Fotovoltaicos (SFV's). Fonte: (COSTA, 2006) / Núcleo de Apoio a Projetos de Energias Renováveis (NAPER)

Em Costa (1998), há um relato sobre os sistemas fotovoltaicos individuais instalados na maioria das residências no interior do estado de Pernambuco, também chamados de Solar Home Systems (SHS)¹⁴, e que consiste basicamente de módulos na faixa entre 40 e 100 Wp¹⁵, gerando corrente elétrica em DC¹⁶ e armazenando carga em baterias com capacidade de amperagem que varia de 50 a 150 Ah. Este tipo de equipamento é suficiente ao suprimento de iluminação básica, em geral com duas ou três lâmpadas fluorescentes, além de um rádio e de um televisor. O uso de lâmpadas compactas e de baixo consumo, muitas vezes está condicionado a existência no sistema de um dispositivo eletrônico denominado de inversor ou conversor; ele eleva a tensão de 12 volts (DC)

¹⁴ Também conhecidos como Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares (SFD).

¹⁵ watt-pico: considerando um painel fotovoltaico com 10% de rendimento, quando incide 1 kW de potência no mesmo, têm-se 100 W de efetiva resposta.

¹⁶ Sigla em inglês que significa corrente contínua. É o tipo de corrente que é fornecida por baterias, por exemplo.

para um valor de 110 ou 220 volts (AC)¹⁷, permitindo o funcionamento de aparelhos de som, de TV ou outros equipamentos eletrônicos que operem em baixo consumo energético. O uso de inversores pode ocasionar interferência em outros dispositivos ligados ao sistema, principalmente rádio e TV. Neste caso é recomendável o uso de inversores (conversores) que transformem corrente contínua em corrente alternada com sinais senoidais puros, o que atenua ou elimina o aparecimento de interferências indesejáveis.

Não há o que contestar quanto às condições físicas, estruturais e até econômicas de que dispõe o estado de Pernambuco para tornar viável, internamente, o uso da energia solar, em especial a fotovoltaica. Com uma demanda energética apenas inferior a do estado da Bahia, o uso de qualquer forma energética renovável é sempre bem-vinda, considerando que o estado importa todo o combustível não renovável que utiliza. O investimento em projetos de geração elétrica por meio da energia solar ainda é considerado muito caro, quando comparado com outras formas de geração convencionais e até renováveis, como no caso da energia eólica; todavia, é importante considerar que para muitos projetos o seu uso é extremamente viável. Pernambuco tem no arquipélago de Fernando de Noronha uma excelente oportunidade para tornar auto-sustentável aquela localidade, onde a geração solar poderá juntar-se a geração eólica já existente, além de ser possível desenvolver inúmeros projetos no continente, mesmo com a forte influência do Programa Luz Para Todos e de outros entraves.

¹⁷ Sigla em inglês que significa corrente alternada. Tipo de corrente elétrica comumente disponibilizada nas tomadas residenciais.

5.4 QUESTÕES INTRÍNSECAS DE IMPACTOS AMBIENTAIS RELATIVOS AOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Alterações ambientais negativas e geradoras de entropia no meio ambiente, associadas ao funcionamento dos sistemas fotovoltaicos, são apontadas por Tolmasquim (2004), onde o mesmo considera como importante as emissões e outros impactos associados à produção de energia necessária aos processos de fabricação, transporte, instalação, operação, manutenção e descomissionamento dos sistemas, acabando por formar um ciclo fechado sobre os principais pontos em questão. Chama também a atenção para emissões de produtos tóxicos durante o processamento da matéria-prima destinada à produção dos módulos e componentes periféricos, que inclui os mais variados ácidos e produtos cancerígenos, além de CO₂, SO₂, NO_x e materiais particulados. Também mostra preocupação com áreas utilizadas na montagem dos painéis fotovoltaicos, mas considera que esta preocupação não seja determinante, em função da possibilidade de uso de áreas e estruturas já existentes, como telhados, fachadas, entre outros.

Quanto aos impactos visuais, Tolmasquim (2004), fica claro que estes podem ser minimizados em função da escolha de áreas não-sensíveis (*sic*), e mostra grande preocupação, de fato, com os riscos associados aos materiais tóxicos utilizados nos módulos fotovoltaicos, onde cita especificamente, arsênico, gálio, cádmio e o próprio ácido sulfúrico das baterias, que podem provocar contaminação ambiental ou determinados acidentes domésticos, em caso de uso de Sistemas Fotovoltaicos Domiciliares.

A questão do descarte de baterias usadas em sistemas fotovoltaicos, que em geral tem vida média variável, entre três ou quatro anos, para as comuns, indiscutivelmente, constitui o principal motivo de preocupação com este modelo de geração, no que também concorda o autor que

citamos anteriormente. Para os demais componentes, esta preocupação não encontra tanta ressonância, talvez em virtude de proporcionar maior tempo de vida útil, como no caso dos próprios painéis, que podem durar de 20 a 30 anos produzindo energia elétrica.

O perigo associado com a instalação, manutenção e remoção de sistemas fotovoltaicos, bem como os riscos de incêndio, nem sempre são preocupações existentes quando da elaboração de projetos que tratam do uso desta tecnologia em área urbana ou rural. Em Ottinger (1991), estas preocupações estão bem evidentes, além do mesmo considerar questões de natureza estéticas. A razão para esta preocupação é provável que esteja relacionada com o aumento do albedo em determinadas áreas, entendendo que os painéis fotovoltaicos são formados por superfícies planas, inteiramente refletoras de radiação, isto é, com possibilidade de transferir a radiação recebida para outras direções. Pode ser algo que tenha de ser levado em consideração se houver aumento da concentração de painéis em determinada área, em especial, urbana.

Em Pernambuco, quase todos os projetos em funcionamento estão concentrados em áreas rurais de municípios do agreste e sertão do estado. Mesmo sendo um dos estados brasileiros com significativa quantidade de sistemas solares em funcionamento, a dispersão e a baixa concentração dos projetos, contribui para que não haja grande preocupação com o uso desta fonte energética, sobretudo do ponto de vista ambiental.

5.4.1 BATERIA, DISPOSITIVO DE MAIOR PREOCUPAÇÃO EM UM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Quando da instalação de um sistema fotovoltaico, um elemento bastante crítico é o que conhecemos por bateria ou acumulador de carga elétrica. No mercado existem poucas opções tecnológicas quando a preocupação é a de preservar o meio ambiente. Do pré-processamento até

o uso e descarte de um acumulador de carga, a agressão ambiental é praticamente inevitável. Baterias em uso em sistemas energéticos fotovoltaicos - domiciliares ou não - são confeccionadas com ácido-sulfúrico e uso de chumbo, considerado um metal pesado; estes acumuladores, também denominados de chumbo-ácido, são basicamente os mesmos usados nos veículos em todo o mundo.

Na prática, as baterias se diferenciam por sua vida útil. Nos sistemas fotovoltaicos é possível o uso de baterias chamadas de solares, especialmente desenvolvidas para suportar condições críticas de trabalho, apresentando maior rendimento que as usadas em automóveis. As baterias solares, em geral duram¹⁸ o dobro das baterias comuns e são confeccionadas com maior proteção contra vazamento das substâncias que encerram (LORENZO, 1994).

Em Pernambuco, não foi possível encontrar nenhum estudo técnico-científico de como estão sendo dispostas no meio ambiente as baterias que servem aos projetos fotovoltaicos implantados nas diversas regiões do estado. O que se sabe é que quase todos os sistemas em funcionamento, com raras exceções, utilizam baterias automotivas convencionais, portanto, de chumbo-ácido, e que na prática, as indústrias já recolhem no ato da compra de uma nova bateria, em virtude do interesse em reciclar este tipo de lixo industrial há bastante tempo. Existe até competitividade na aquisição deste tipo de material. O lixo de acumuladores também pode ser alvo de processamento clandestino, sendo aproveitado na fabricação de munição, armamento e até mesmo refino de drogas, respectivamente, pelo uso do chumbo, do plástico altamente resistente e do eletrólito.

¹⁸ O tempo de vida útil de uma bateria automotiva comum é de 2 a 3 anos, dependendo das condições de uso e de outras variáveis, de acordo com diversos manuais de fabricantes nacionais ou estrangeiros.

Nestes casos, o meio ambiente é o mais atingido, já que todo rejeito do processamento é lançado diretamente no solo e no ar, sem nenhuma preocupação.

Como não há uma campanha nacional de esclarecimento sobre o descarte de pilhas e baterias, e por desinformação, muitas pessoas ainda guardam baterias em casa, sem nenhuma necessidade, podendo ocasionar sérios acidentes envolvendo crianças e, também, adultos, pelo simples manuseio deste lixo extremamente tóxico e corrosivo.

De acordo com as resoluções 255/99 e 263/99, do CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, em vigor desde 22 de julho de 2000, em seu artigo 1º, sugere a devolução de pilhas e baterias - após esgotamento energético -, que contenham em sua composição chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos. Os fabricantes e importadores deverão receber este material e tratá-lo de forma ecologicamente correta, dentro das normas estabelecidas pelas citadas resoluções.

As Figuras 1A e 2A, Anexo A, informam sobre pilhas e baterias que devem ser recolhidas ou não, de acordo com normas estabelecidas pelo CONAMA, o que ainda parece um contra-senso, já que todas são potencialmente tóxicas. Considerando que a maioria dos municípios brasileiros não estão dotados de aterros sanitários seguros para deposição de tais rejeitos, é quase certo que uma grande quantidade de metais pesados esteja contaminando o lençol freático de um número muito expressivo de ambientes, inclusive o ar de regiões próximas destes lixões, onde ocorre combustão natural ou induzida, o que afeta diretamente catadores, profissionais de limpeza urbana e, muitas vezes, populações que se aglomeram no entorno destas áreas insalubres.

Há décadas, o estado de Pernambuco tem no seu parque industrial uma empresa de grande porte na produção de baterias de chumbo-ácido. Localizada no município de Belo Jardim, região do agreste central do estado e dentro de uma das principais bacias hidrográficas, a do Rio Ipojuca, esta indústria de acumuladores tem sido uma das preocupações ambientais de entidades governamentais e não governamentais. Em GREENPEACE/ASPAN (1997), aparece que entre 1995 e 1996, o Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP), realizou um estudo sobre a qualidade da água do Rio Ipojuca e em relatório que produziu, intitulado “Diagnóstico da Qualidade da Água do Rio Ipojuca”, onde é possível ler que os efluentes da Moura Baterias Industriais apresentavam resíduo ácido contendo sais de chumbo, deixando vulnerável de contaminação a população residente, além de comprometer fauna e flora da região. Um fato que chama muito a atenção é quase metade do município de Belo Jardim, onde estão três empresas do Grupo Moura, pertence à bacia hidrográfica do Rio Ipojuca, um dos rios mais poluídos do estado, considerando que sofre inúmeras agressões, desde a sua nascente no município de Arcoverde, até a foz, no município de Ipojuca, localizado no litoral.

Ainda de acordo com GREENPEACE/ASPAN (1997), as atividades deste grupo empresarial têm sido alvo de entidades ambientalistas dentro e fora do Brasil, também por importar resíduos tóxicos - sucata de baterias dos Estados Unidos - para processamento em suas unidades em Pernambuco e também por prejudicar a saúde de trabalhadores na região onde está instalada. O grupo ambientalista internacional, GREENPEACE, quando analisou documentos relativos ao carregamento de navios no porto de Miami, Estados Unidos, nos primeiros cinco meses de 1997, constatou que 108 contêineres, totalizando quase três mil toneladas de carga, rotulados como baterias com ácido, seguiram para os portos de Suape e Recife, em Pernambuco. Constatou que as cargas remetidas pertenciam a uma empresa registrada como de venda de sucata de metais e

baterias, investigou também que a mesma era especializada neste tipo de exportação apenas para o Brasil.

A produção de acumuladores de chumbo-ácido e as atividades do Grupo Moura, também tem sido questionada pelo Sindicato de Metalúrgicos de Pernambuco, que acompanha a situação desde 1991, mais preocupado com a saúde dos trabalhadores desta indústria. Por solicitação deste sindicato, o ITEP, realizou em agosto de 1991, exames laboratoriais em 51 trabalhadores daquela empresa, os resultados foram assustadores: 63% dos examinados apresentaram níveis de contaminação com chumbo superiores a 60 microgramas de chumbo para cada 100 mililitros de sangue. Ou seja, mais da metade apresentou índice de contaminação acima do máximo permitido por lei, que é de 60 microgramas.

A Delegacia Regional do Trabalho em Pernambuco, Divisão de Segurança e Medicina do Trabalho, também chegou à conclusão semelhante, em seu laudo pericial do processo nº. 24 330-014419/91, de novembro de 1991:

Existe insalubridade em grau máximo para os setores de fundição, moldagem das grades e misturador de óxido de chumbo. Existe insalubridade em grau médio para os setores de empastamento das placas e formação de baterias. O mesmo laudo constatou que, no setor de fundição de lingotes de chumbo, os empregados não utilizavam luvas, aventais, botas e proteção respiratória: no de moldagem das grades, não utilizavam luvas, calçados e faziam refeições sobre a bancada; por fim, no de empastamento, os empregados não utilizavam luvas e aventais (GREENPEACE/ASPAN, 1997).

Em documento mais recente, Greenpeace (2002), a organização ainda retrata diversos problemas associados à atuação deste fabricante de baterias instalado em Pernambuco. Assim, a produção de pilhas e baterias é algo que continua constituindo preocupação permanente, em especial, das que

contêm substâncias altamente tóxicas e corrosivas. O uso destes acumuladores químicos em sistemas energéticos considerados renováveis, incluindo os fotovoltaicos, ainda constitui um dos principais problemas a ser resolvidos na atualidade. Os sistemas fotovoltaicos não são considerados inteiramente limpos na geração de energia, sobretudo os de uso domiciliar. Então, ainda não possuem as mesmas características dos sistemas eólicos, considerados os menos agressivos ao meio ambiente, gerando energia de forma limpa e renovável.

5.5 O USO DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA E O CONSUMO ENERGÉTICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Não há registro oficial de dados relativos ao uso de energia solar térmica no estado de Pernambuco. Uma análise de PERNAMBUCO (2004), confirma que este trabalho sequer tangenciou esta temática, mesmo considerando que a região possui uma rede de hotéis, pousadas e uma série de outros setores com relativo potencial no aproveitamento desta tecnologia.

De fato, o uso de painéis solares térmicos ocorre de maneira bastante dispersa em quase todas as regiões do estado, sobretudo em hotéis, hospitais privados e residências, a grande maioria instalados em áreas de exploração turística. A cidade de Gravatá, distante 80 km de Recife, é um desses lugares. A Figura 13, mostra o uso desta tecnologia em hotel de grande porte na cidade de Pesqueira, localizada na região do agreste central, a 214 km da capital. Neste caso, houve financiamento para a edificação do empreendimento, proveniente do Banco do Nordeste do Brasil (BNB).



Figura 13. Hotel com uso de energia solar térmica na cidade de Pesqueira, no estado de Pernambuco
Foto: J. Galindo (11/02/2007)

A difusão desta tecnologia encontra barreiras quase intransponíveis, muitas vezes por absoluta desinformação ou indisponibilidade de uma linha de crédito nas instituições de fomento ao desenvolvimento local e regional, especificamente, o BNB ou o próprio Banco do Brasil, que juntos, poderiam muito bem atender empreendimentos do setor turístico, como hotéis, pousadas e similares. A grande maioria dos estabelecimentos de hospedagem, bem como hospitais e indústrias, não contam com qualquer incentivo governamental, como forma de implantar painéis solares térmicos, o que reduziria, sobremaneira, o consumo energético interno, principalmente elétrico e de gás natural.

O consumo médio de energia elétrica no estado de Pernambuco, entre 1998 e 2002 foi de 7.155,2 GWh, e a relação Pernambuco/Nordeste (PE/NE) obteve média de 15,68%, de acordo com os dados da Tabela 6, referentes ao último Balanço Energético Estadual, (PERNAMBUCO, 2004).

Esta situação classifica o estado como o segundo maior consumidor de energia elétrica da região nordeste. O valor do consumo de 2006, divulgado pela CELPE, foi de 7.827.796 MWh ou 7.827 GWh, caracterizando incremento no consumo de energia elétrica, constituindo um forte indicador de crescimento econômico. Esses dados são sugestivos, indicando necessidade de alteração no processo de geração energética destinado à manutenção deste consumo. Então, um programa governamental de incentivo ao uso de aquecedores solares, de biomassa, de painéis fotovoltaicos e da implantação de parques eólicos, seria muito bem-vindo, como forma do estado ter em sua matriz energética, percentuais indicadores de geração limpa e renovável, com valiosa contribuição interna à luta global no almejado processo de descarbonização da atmosfera.

Tabela 6. Evolução do consumo energético do estado de Pernambuco entre 1993 e 2002, em GWh

ANO	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
PERNAMBUCO	5307	5421	5838	6179	6628	7052	7210	7624	7043	6847
NORDESTE	38192	39315	41415	44298	46812	50099	47363	55114	37251	41626
PE/NE (%)	13,9	13,8	14,1	13,9	14,2	14,1	15,2	13,8	18,9	16,4

Fonte: (PERNAMBUCO, 2004)

Garantir parte ou o todo da energia necessária ao seu desenvolvimento é algo fundamental à economia de qualquer cidade, estado ou região. O caso de Pernambuco e de outros estados com igual demanda energética, sem dúvida, são exemplos de economias sem a devida preocupação com formas sustentáveis de crescimento, podendo ser considerado que, estrategicamente, o estado tem deixado escapar as oportunidades de desenvolvimento de seu potencial energético

renovável, mesmo congregando importantes centros de pesquisa nesta área, e possuindo perfil histórico de líder em projetos implantados em áreas rurais, em especial de painéis fotovoltaicos. Atualmente, o estado de Pernambuco registra um quadro possível de ser classificado como de crescimento econômico; tratá-lo como de desenvolvimento requer mudanças profundas nos diversos mecanismos existentes, isto porque uma análise apenas com o uso de dados energéticos é interessante, mas insuficiente, dentro de um contexto de maior abrangência, na aferição de ocorrência real de desenvolvimento. Como não há projetos estruturadores no âmbito da geração energética renovável, fica claro que isto constitui um indicativo bastante forte de que a economia interna do estado sequer tangencia o chamado desenvolvimento sustentável.

Ninguém duvida de que o crescimento seja um fator importante para o desenvolvimento, mas não se deve esquecer que, no crescimento, a mudança é quantitativa, enquanto no desenvolvimento, ela é qualitativa. Os dois estão intimamente ligados, mas não são a mesma coisa. E sob vários prismas a expansão econômica chega a ser bem mais intrigante que o desenvolvimento, de acordo com (VEIGA, 2006). Pernambuco possui uma economia, de fato, fundamentalmente preocupada com o lado quantitativo; neste contexto, o quadro energético é um espelho quase real da situação de insustentabilidade geral, e que vem contribuindo com o seu distanciamento do que podemos chamar de crescimento qualitativo.

5.6 AEROGERADORES EM FERNANDO DE NORONHA, PERNAMBUCO, FONTE LIMPA E RENOVÁVEL DE ENERGIA

O arquipélago de Fernando de Noronha, Latitude $03^{\circ} 45'S$ e $03^{\circ} 57'S$, Longitude $32^{\circ} 19'W$ e $32^{\circ} 41'W$, a aproximadamente 540 km de Recife, Figura 14, recebeu a instalação de seu primeiro

aerogerador, através de um projeto elaborado e implantado pelo Grupo de Energia Eólica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com financiamento do Folkecenter, um instituto de pesquisas dinamarquês, em parceria com a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE).



Figura 14. Localização geográfica de Fernando de Noronha, ilha pertencente ao estado de Pernambuco. Fonte: Google Earth, com adaptações.

A turbina eólica instalada possuía gerador de apenas 75 kW, rotor de 17 m de diâmetro e torre de 23 m de altura, apresentada na Figura 15. No momento da instalação, a contribuição energética desta turbina para a ilha correspondia a aproximadamente 10% de toda a energia gerada, proporcionando uma economia de cerca de 70.000 litros de óleo diesel por ano. Consistia de uma turbina de pequeno porte, em comparação com as atuais que geram energia elétrica com potência superior a 1,5 ou mais mega-watts, isto é, tratava-se de uma instalação bastante rudimentar para os dias de hoje. Isto mostra que a tecnologia de produção de aerogeradores evoluiu bastante, no

entanto, projetos energéticos estruturadores tiveram pouca penetração não apenas em Noronha, mas em todo o estado de Pernambuco.

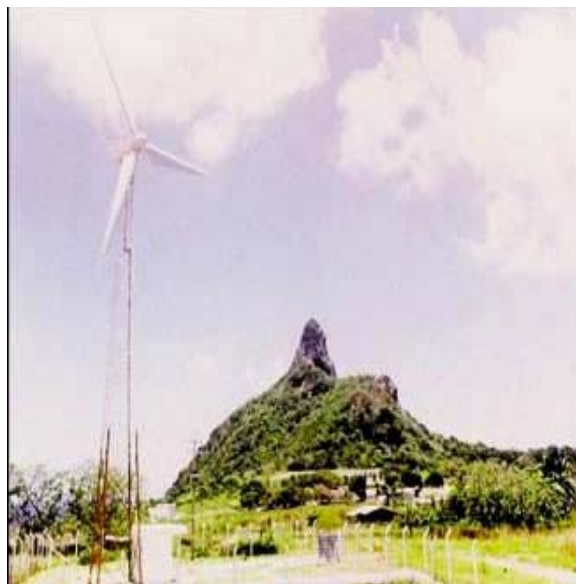


Figura 15. Primeira turbina eólica de Fernando de Noronha, com potência de 75 kW.
Fonte: Memória da Eletricidade, 2000

A segunda turbina, apresentada na Figura 16, foi instalada em maio de 2000 e entrou em operação no ano seguinte. O projeto foi elaborado pelo CBEE, tendo o RISØ National Laboratory da Dinamarca como colaborador e dispondo de financiamento concedido pela ANEEL. Juntas, as duas turbinas eólicas geram até 25% da demanda energética da ilha. Esses projetos tornaram Fernando de Noronha o maior sistema híbrido (eólico-diesel) do Brasil, segundo o (ATLAS, 2005). Ainda de acordo com esta fonte, em setembro de 2003, Fernando de Noronha dispunha de uma Usina Termoelétrica (UTE) a óleo diesel, com capacidade geradora de 2.314 kW de energia elétrica, destinada ao serviço público de distribuição, sendo perfeitamente possível a sua substituição por outras formas renováveis, em especial a eólica, se um projeto mais apropriado for implementado à luz dos novos rumos tecnológicos, já disponíveis, com turbinas que atingem

facilmente geração da ordem de dois ou mais mega-watts (MW). A instalação de três ou quatro aerogeradores na ilha, daria suporte energético suficiente à demanda existente, podendo, inclusive, alimentar os equipamentos de dessalinização e o bombeamento de água do açude do Xaréu existente na Ilha.

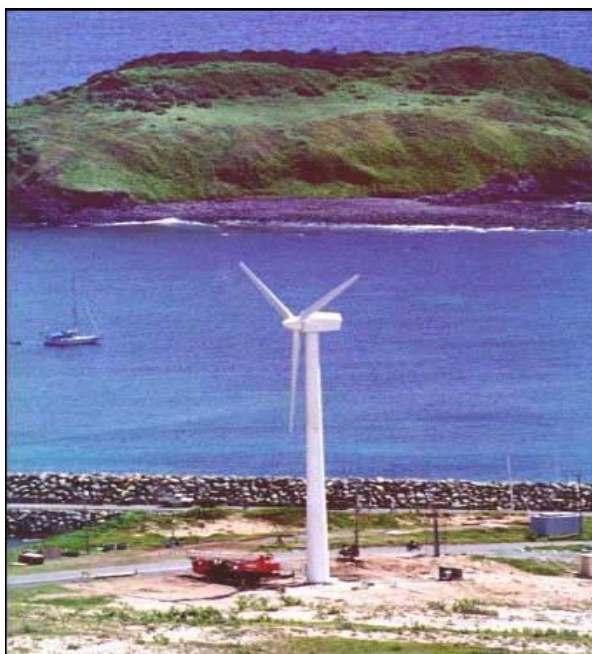


Figura 16. Aerogerador de Fernando de Noronha, estado de Pernambuco, com potência de 225 kW.
Fonte: CBEE / UFPE, 2000

Noronha sempre vivencia o grande problema do abastecimento d'água. Com apenas 17 km² de área total, SEINFRA (2002), o arquipélago conta com poucas opções de abastecimento, que além do açude citado e dos dessalinizadores, carros-pipa também transportam água de um poço de propriedade da Aeronáutica. Os problemas com a questão da água na Ilha também podem ser entendidos como uma extensão da insustentabilidade energética existente. De acordo com relatos expostos em AMBIENTE BRASIL (2005), em qualquer período do ano os hóspedes são encorajados a racionar o uso da água, o que não deixa de ser uma medida inteligente e fundamentalmente necessária, entretanto mais por motivo de absoluta escassez do que por

problemas meramente ambientais. É comum o estoque de água em recipientes inadequados, o que tem provocado até problemas de saúde, em função da proliferação de mosquitos causadores da dengue. Ainda de acordo com esta mesma fonte de informação, em relação à 1990, a população dobrou e o número de pousadas triplicou, o que fez reduzir a oferta de água. O consumo médio de água da população, varia de 450 a 800 metros cúbicos por dia.

De acordo com o Feitosa et al (2002), a geração elétrica da Ilha conta com uma capacidade instalada superior a 2,0 MW, através de dois grupos geradores de 350 kVA e três de 450 kVA, existindo outros de pequeno porte em funcionamento. As turbinas eólicas disponíveis são responsáveis por gerar até 300 kW de potência nominal, que consideramos pouco expressivo, se compararmos com a capacidade dos aerogeradores atuais, como os que estão em funcionamento no Parque Eólico de Osório, no estado do Rio Grande do Sul. A Tabela 7, apresenta o consumo anual de Fernando de Noronha, medido por setores, comprovando que é possível suprir toda a Ilha através de energia renovável, especialmente com a instalação de novos aerogeradores e do uso da energia solar, substituindo a queima de diesel com os geradores atuais.

Tabela 7. Consumo anual de energia elétrica em Fernando de Noronha, estado de Pernambuco – Ano base 2006

Localidade	Total (MWh)	Residência 1 (MWh)	Industrial (MWh)	Comercial (MWh)	Rural (MWh)	Poderes públicos (MWh)	Iluminação pública (MWh)	Outros (MWh)
Fernando de Noronha	9.212	1.567	167	4.552	141	1.135	226	1.424
Nota: (Outros) - Composto pelas classes Serviço público, Consumo próprio e Suprimento.								

Fonte: Companhia de Eletricidade de Pernambuco (CELPE)

Dados apresentados em SEINFRA (2002), informam que entre as ações desenvolvidas na Ilha de Fernando de Noronha, está o da implantação de um dessalinizador marinho, com capacidade estimada em 500 m³/dia, suficiente para duplicar a oferta de água no Arquipélago. A instalação deste equipamento, de fundamental importância para a Ilha, custou o montante de R\$ 1.400.000,00 (hum milhão e quatrocentos mil reais), através de recursos provenientes do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Em virtude das condições amplamente favoráveis quanto à incidência solar em Fernando de Noronha, projetos englobando o uso de dessalinizadores comunitários de menor capacidade poderiam contribuir, de forma mais expressiva, para um melhor aproveitamento do potencial existente. O funcionamento de tais equipamentos é possível, através do processo direto de evaporação em ambiente fechado e, respectivamente, da condensação deste vapor em água líquida e livre de sais. Este processo é inteiramente limpo, renovável e sem nenhum custo para a comunidade que vier a utilizá-lo. Estas alternativas poderiam ser pensadas na perspectiva de tornar Fernando de Noronha auto-sustentável em água e energia, transformando-se em exemplo real para muitas outras localidades, dentro e fora do país.

Outro projeto que compreende o uso de aerogerador na Ilha de Fernando de Noronha, foi implantado desde 1997, também desenvolvido pelo CBEE, garantindo o funcionamento contínuo de uma estação da Embratel¹⁹ naquela localidade. Algumas das características técnicas deste sistema aparecem na Tabela 4B do Anexo B.

Podemos considerá-lo como híbrido, sendo o mesmo composto por um conjunto de painéis fotovoltaicos, com a finalidade de proporcionar maior autonomia elétrica ao sistema. Um banco

¹⁹ Empresa Brasileira de Telecomunicações S. A., adquirida pela companhia norte-americana MCI Communications por 2,65 bilhões de reais durante a privatização da Telebrás, em 1998. Desde 2004, a Embratel passou a ser dirigida pela Telmex, que a adquiriu no segundo trimestre desse ano. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Embratel>

de baterias permite o funcionamento quando não houver iluminação ou vento. A garantia de fornecimento contínuo de eletricidade foi o motivo principal da elaboração e instalação de um projeto deste porte. Os serviços de comunicação da Ilha de Fernando de Noronha com o continente são realizados através de conexão via satélite, compreendendo telefonia, dados (internet), rádio, televisão, dentre outros.

Os números apresentados para Fernando de Noronha e relativos ao uso de energia renovável, são bem superiores ao da média nacional e também de Pernambuco. Todavia, por se tratar de um arquipélago de 17 km², e de contar com a disponibilidade de ventos e de um intenso sol, entendemos que é possível melhorar estes números apresentados e até dotar o local de uma cobertura em 100% de energia renovável, sendo este um desafio que envolve diversas forças, sobretudo da área ambiental, governamental e da própria sociedade que lá reside ou que frequenta a ilha.

5.7 O AEROGERADOR DA CIDADE DE OLINDA, PERNAMBUCO

Um outro projeto bastante relevante no desenvolvimento de pesquisas na área energética renovável em Pernambuco, foi o que instalou uma turbina eólica de 300 kW, na cidade de Olinda, em terreno de propriedade da marinha brasileira, estando equipada com sensores e instrumentação para medidas experimentais. Este projeto é acompanhado desde 1999, através do CBEE e tem sido importante no desenvolvimento de pesquisas sobre a energia dos ventos no litoral pernambucano. A Figura 17 mostra uma visualização desta turbina experimental, onde antes funcionou a turbina da Figura 18, que oferecia recursos mais limitados, como dispositivo

apenas destinado à área de pesquisa, funcionando apenas como uma espécie de laboratório. É importante na difusão de projetos de energia eólica não apenas em Pernambuco, mas em toda a região Nordeste, e serve como prova inequívoca de que o estado possui não apenas bons ventos, mas uma infra-estrutura adequada para receber e desenvolver projetos estruturadores nesta área, inteiramente promissora, em função dos muitos motivos já expostos anteriormente.



Figura 17. Central Eólica de testes de Olinda, estado de Pernambuco, com potência de 300 kW.

Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE/UFPE). Disponível em: <http://www.eolica.com.br/>



Figura 18. Turbina Eólica de 30 kW em Olinda, estado de Pernambuco. Destaque para o container de instrumentação instalado pelo CBEE.

Fonte: Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE)

5.8 POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À GERAÇÃO EÓLICA

A transformação de parte da energia existente nas massas de ar em elétrica, consiste em um dos mais importantes e eficientes meios de geração energética, sobretudo no que tange ao domínio técnico humano sobre determinadas forças naturais. Este tipo de geração permite um enlace quase perfeito entre tecnologia e meio ambiente, se não fosse por sua influência sobre a paisagem da área onde são instaladas torres com aerogeradores. Estudos mais abrangentes apontam para o

perigo que ainda existe na influência destas torres em poder alterar o comportamento de aves migratórias, entre outros impactos, considerados de menor relevância, quando comparados com a geração elétrica convencional, através de usinas termelétricas, nucleares e até mesmo hidrelétricas.

Entre os principais impactos sócio-ambientais negativos das usinas eólicas destacam-se os sonoros e os visuais. Os impactos sonoros estão associados aos ruídos dos rotores e variam de acordo com as especificações dos equipamentos, (ATLAS, 2002). O texto destaca que as turbinas de múltiplas pás são menos eficientes e provocam mais barulho, quando usadas na geração de energia eólica.

O nível de ruído das turbinas deve atender às normas e padrões estabelecidos pela legislação vigente, a fim de evitar transtornos à população que está no seu entorno, sobretudo se estes equipamentos estiverem próximos de áreas habitadas, (ATLAS, 2002).

A emissão de ruídos é quantificada em decibéis, considerando a distância das fazendas eólicas às áreas habitadas e, também, a velocidade do vento. Seu nível de aceitação depende de regulamentações locais (EUREC AGENCY, 2002).

Em relação aos impactos visuais, estes decorrem do agrupamento de torres e aerogeradores, principalmente quando se trata de fazendas eólicas. O impacto negativo propriamente dito está relacionado com o local das instalações, o arranjo das torres e as especificações das turbinas utilizadas. Estes efeitos negativo, de fato, alteram a paisagem natural e pode, por exemplo, contribuir para afugentar o pouso de aves migratórias em determinados lugares, sobretudo em ilhas oceânicas, podendo alterar o equilíbrio ambiental existente. Entende-se que o arquipélago

de Fernando de Noronha, no estado de Pernambuco, está dentro desta classificação, necessitando de um estudo bastante aprofundado em caso de instalação de aerogeradores em número expressivo, entretanto sabemos que o atual processo de geração na ilha, ocorre provocando impactos não só de natureza ambiental, mas também econômicos, se considerarmos que os ilhéus pagam uma conta de energia que é fornecida com base na queima de diesel proveniente do continente. Assim, é plausível pensar no suprimento da ilha, com a adoção de sistemas eólicos e solares, permitindo uma cobertura de 100% de suas necessidades, o que não parece algo impossível.

Fora das rotas de imigração, estudos mostram que raramente os pássaros são incomodados pelas turbinas, e que eles tendem a mudar sua rota de vôo entre 100 a 200 metros, passando acima ou ao redor da turbina, em distâncias seguras. Na Alemanha, morrem mais pássaros vitimados pelo impacto em torres de antenas do que em turbinas eólicas (TOLMASQUIM, 2004).

Outro impacto negativo das centrais eólicas é a possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicações e transmissão de dados: rádio, televisão, entre outros. Considera-se que essas interferências variam muito, dependendo do local de instalação do parque eólico, e, em particular do material usado na fabricação das pás, (ATLAS, 2002).

Hoje é perfeitamente possível pensar na instalação de sistemas geradores eólicos de grande porte, com capacidade de atender parcela significativa de um sistema interligado nacional, no Brasil ou em qualquer outro país. Em países cuja matriz energética é intensiva no uso de combustíveis fósseis, projetos que priorizem o uso de recursos renováveis, têm papel preponderante na redução de emissões gasosas, mesmo em países onde o uso da hidroeletricidade é corrente, caso do Brasil,

diminuindo o risco gerado pela sazonalidade hidrológica, e que tem levado à construção de grandes reservatórios, com impactos diretos sobre a fauna, flora, e alterações no modo de vida da população atingida por estes empreendimentos.

De acordo com o ATLAS (2005), infere-se que no Brasil o investimento de maior envergadura no setor eólico encontra-se na cidade de Osório, no estado do Rio Grande do Sul, (Figura 19), que será capaz de fornecer potência energética de 150 MW ao sistema interligado nacional, estando subdividido em três parques de 50 MW.



Figura 19. Vista aérea do Parque Eólico de Osório, estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Fábio Luis Fonseca. Disponível em: www.aeroentusiasta.com.br

A entrada em operação destes parques deixará o estado do Rio Grande do Sul no topo da geração eólica em todo o país. É dos bem sucedidos projetos com financiamento do BNDES e do

PROINFA. Na região nordeste do Brasil, o estado do Rio Grande do Norte, com 49,6 MW previstos apenas na Usina de Rio do Fogo e 62 aerogeradores de 800 kW, deixará o estado no topo da geração de energia limpa e renovável. Um outro estado vizinho, o do Ceará, destaca-se com as Usinas de Taíba (5 MW), Prainha (10 MW) e Mucuripe (2,4 MW), com 4 aerogeradores de 600 kW, como mostra a Figura 20, além de reunir no Complexo Industrial Portuário de Pecém, uma unidade de uma empresa de grande porte para construção de torres de concreto destinadas à montagem de aerogeradores; os demais componentes, que são geradores e pás, são montados na unidade de Sorocaba, no estado de São Paulo.



Figura 20. Central Eólica de Mucuripe, litoral do município de Fortaleza, estado do Ceará. Fonte: WOBLEN, 2003. Disponível em: www.wobben.com.br/Espanhol/usinas.htm

A quantificação dos impactos provenientes da energia eólica em parte pode ser avaliada pela quantidade de CO₂ não emitido na atmosfera. Por exemplo, uma turbina de 600 kW, dependendo

do regime de vento e do fator de capacidade, pode evitar a emissão de entre 20.000 e 36.000 toneladas de CO₂ equivalentes à geração convencional, durante sua vida útil estimada em 20 anos (TOLMASQUIM, 2004).

Também é razoável compreender que a geração eólica não permite atender a todos os níveis de demanda; é utópico pensar que um parque eólico possa suprir de energia elétrica determinadas indústrias, muitas delas consideradas energointensivas, como no caso das que operam, por exemplo, a transformação da bauxita em alumínio. Entretanto, para outras demandas, tal aplicação tecnológica é perfeitamente compatível, sobretudo quando a finalidade é atender pequenas localidades, distantes da rede elétrica convencional, contribuindo no processo de universalização do atendimento. O caso de Fernando de Noronha, em Pernambuco, se aplica perfeitamente a esta situação. Fernando de Noronha, representa um caso muito especial quanto à instalação de equipamentos geradores eólicos, principalmente de turbinas gigantes, como as que estão instaladas nos parques eólicos de Osório, no estado do Rio Grande do Sul. Por ser um arquipélago muito afastado da costa brasileira, e também freqüentado por aves migratórias, um estudo de impacto ambiental elaborado em bases científicas, talvez não indicasse o uso de um conjunto significativo de aerogeradores no local. Entretanto, de acordo sua demanda energética, Fernando de Noronha não necessita de um número tão significativo de turbinas eólicas, se um projeto de visão sustentável for pensado para aquela localidade e implantado com turbinas de potência superior a 1,5 MW.

Mesmo considerando os efeitos ambientais negativos aqui citados, o uso da energia elétrica gerada através de aerogeradores é, de longe, o mais eficiente quando comparado com todos os meios convencionais conhecidos. A instalação de sistemas eólicos também pode ser uma fonte

geradora de emprego e renda, quando transformado em atração turística, especialmente em cidades interioranas, além dos impostos que são cobrados e direcionados às localidades envolvidas com os projetos, ampliando a perspectiva da existência de desenvolvimento local sustentável.

6 CONCLUSÕES

A construção deste trabalho contribui como documento que procurou sintetizar, de maneira histórica, os principais projetos envolvendo energia renovável dentro do estado de Pernambuco, sobretudo os relacionados ao uso das energias eólica e solar. Foi possível encontrar de maneira bastante dispersa pelo território pernambucano, relatos da existência de quase mil projetos de energia solar fotovoltaica em funcionamento ou em processo de desativação por absoluta falta de manutenção ou chegada da energia elétrica convencional.

Quanto à existência de conjuntos de aquecedores solares, não foi possível encontrar qualquer relato estatístico sobre o uso destes equipamentos, responsáveis por proporcionar economia significativa de energia elétrica ou de gás, onde são instalados. Sabe-se, apenas, que o seu uso é freqüente em regiões de comprovada vocação turística, do litoral, da zona da mata e do agreste pernambucano, onde se destacam os municípios de Gravatá, Garanhuns, Pesqueira, Caruaru, Bezerros, Taquaritinga, e muitos outros, que registram temperaturas abaixo da média da região semi-árida do Nordeste brasileiro, principalmente no período noturno.

Em relação ao uso da energia eólica, podemos afirmar que esta se restringe quase exclusivamente à ilha de Fernando de Noronha, não havendo outros projetos importantes, e que contribuam, de fato, para alimentar a rede elétrica convencional ou uma determinada cidade do estado. O

aerogerador existente na cidade de Olinda apenas contribui com o desenvolvimento de pesquisas realizadas pelo Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE), e não constitui potencial expressivo, que possa ser usado no fornecimento energético daquela localidade.

O potencial energético renovável é sub-utilizado no estado de Pernambuco e não foi possível encontrar evidências da existência de uma política interna sólida para o setor, sobretudo ao longo da última década. A falta de planejamento na área energética é um dos fatores que certamente contribui para afugentar projetos importantes que seriam instalados no estado, a exemplo do que ocorreu com os parques eólicos de Poção, Arcoverde e Pesqueira, cidades das regiões agreste e sertão, e que perderam investimentos significativos, recentemente, com o cancelamento de projetos já liberados pela ANEEL. Este projeto envolvia um investidor de origem estrangeira, com atuação nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, pertencente ao mesmo grupo da concessionária de energia de Pernambuco, a CELPE; o mesmo alegou problemas com o PROINFA, deixando de gerar mais de 150 MW de energia limpa e renovável.

Dentro dos objetivos propostos o trabalho dissertativo procurou enfatizar a importância histórica do uso da energia para a humanidade, considerando como marco a Revolução Industrial, indo até os dias atuais. Os processos de transformação energética são, de fato, os maiores vilões da poluição do planeta, sob os mais diversos aspectos, e não apenas em relação ao aquecimento global. Em nenhum momento propusemos que este trabalho contemple todo o contexto de ordem histórica sobre a questão energética, dentro e fora do estado de Pernambuco; pelo contrário, é um esboço de uma série de documentos lidos e interpretados, a nosso ver, de uma pesquisa bibliográfica que contribuiu para formarmos opinião sobre o quadro de insustentabilidade energética e sócio-econômica da estrutura estadual atual e, também, futura.

No conjunto do que foi colocado, considera-se que o estado de Pernambuco não se encontra isolado das demais regiões do país, nem tampouco do nosso frágil planeta Terra. O trabalho considera a importância de discutir a questão da energia como algo não apenas fundamental ao desenvolvimento econômico e social de um estado ou de uma região; fato que, muitas vezes, tem sido tratado de forma equivocada, simplesmente confundido com o que podemos chamar de crescimento econômico, onde as questões de natureza sócio-ambientais não são levadas em consideração, e onde não se discutem os mais elementares princípios de sustentabilidade, de acordo com análise encontrada em (VEIGA, 2006).

Diante de uma realidade inteiramente desfavorável quanto à questão energética, é que surge a hipótese de que o estado de Pernambuco trilha o caminho da insustentabilidade elétrica e sócio-ambiental, podendo afetar diretamente a sua economia, na medida em que um colapso no fornecimento de fontes não renováveis possa limitar a sua expansão ou simplesmente reduzi-la. A presença de usinas termelétricas em seu território é um prenúncio de que o modelo de desenvolvimento posto, vislumbra apenas o que podemos chamar de crescimento econômico não sustentável. Vê-se que a reversão deste modelo, só será possível com investimento maciço em alternativas energéticas diferenciadas, sobretudo de fontes renováveis, onde se destacam a solar, a eólica e a biomassa.

Uma análise do último balanço energético estadual PERNAMBUCO (2004), mostra a importância que deve ser dada ao uso da energia renovável; todavia não há uma política de estado que possibilite a concretização de tais afirmações. O eixo deste trabalho procurou listar e compreender os principais entraves encontrados, associados ao uso da energia renovável no

território pernambucano, além de procurar mostrar que o momento é inteiramente propício à retomada de projetos ousados e viáveis, podendo ser de grande valia a uma política efetiva de desenvolvimento, onde a tônica seja a de uma visão sustentável.

Quando tratamos da difusão de energia renovável, em especial, de uso de painéis fotovoltaicos, concluímos que o sucesso dos projetos depende não apenas de um único ator, o governamental, quando este é o responsável direto pela implantação, mas tem relação direta com o usuário, com associações envolvidas, com técnicos de manutenção, entre outros atores. A instalação e o conseqüente abandono dos projetos, não é algo restrito apenas ao estado de Pernambuco. Em outras regiões do país, programas com equipamentos destinados à geração de energia renovável, também sofrem com solução de continuidade; o caso da Ilha Energética no município de Gravata, no estado de Pernambuco, é o exemplo mais significativo encontrado.

De acordo com Serpa (2001), a principal questão que ameaça a sustentabilidade dos programas está na coisificação do usuário. Espera-se que algumas explicações simples sejam suficientes para a aceitação da tecnologia. Esquece-se que, ao iluminar uma comunidade, ilumina-se também um novo estilo de vida, novos valores, novos desejos e expectativas, novas formas de organização, hábitos e costumes. A complexidade da eletrificação fotovoltaica dá ao usuário um papel preponderante, que deveria ser sustentado por um processo de capacitação, das primeiras fases de instalação dos sistemas coletivos ou domiciliares, sua manutenção, uso, reposição de componentes, até a formação de novas formas de organização para a gestão do sistema.

A pertinência de toda esta discussão reside no fato de que Pernambuco é um importante pólo econômico do nordeste brasileiro, atualmente com demanda energética bastante expressiva, ocupando a segunda posição no uso de energia elétrica. É fundamental dizer que este estudo também aferiu que o estado reuniu os primeiros encontros e as primeiras pesquisas sobre energia renovável na região, além sair na frente com a implantação dos primeiros projetos, ainda bem antes da Rio-92. Lamentavelmente, não conseguiu manter esta hegemonia ao longo de mais de uma década, estando hoje distante de outros estados, inclusive nordestinos, casos do Ceará e do Rio Grande do Norte, que ainda assim possuem reservas de petróleo e gás consideradas significativas.

Quanto aos aspectos de natureza metodológica foi possível avaliar a conjuntura da questão energética dentro do estado, sem que a mesma estivesse desconectada do mundo exterior e, neste caso, o uso de recursos interdisciplinares teve o propósito de relacionar melhor o tema central com as questões ambientais oriundas do uso da energia.

Quando da abordagem sobre a questão energética do estado, partiu-se da premissa de que o modelo implantado apresentava fortes sinais de insustentabilidade, considerando a estrutura como um todo para um quadro futuro.

Com o desenvolvimento deste trabalho, aumentou a convicção de que é necessário repensar, de maneira urgente, todo o modelo atual de uso da energia no estado de Pernambuco. A inserção das diversas formas de aproveitamento energético renovável constitui algo essencial como elemento que possa garantir sustentabilidade ao seu potencial econômico, principalmente.

Entendeu-se que a fidelidade à temática inicial foi mantida considerando uma série de outros aspectos, importantes ao seu embasamento, e que possibilitou entender a relação da energia com os mais diversos campos da atividade humana.

De certa maneira, conclui-se que o estado de Pernambuco tem contribuições importantes a oferecer, e dentro de um outro contexto, se considerarmos que o uso da energia está associado a uma série de outros fatores, produzindo impactos não apenas de natureza ambiental, e que foram apresentados em muitos momentos desta contribuição acadêmica.

É inegável que a substituição dos combustíveis fósseis por formas energéticas renováveis e menos poluentes é um indicativo de que determinado país ou estado persegue o caminho sustentável de desenvolvimento. Entendeu-se que o estado de Pernambuco não pode negligenciar diante de questões tão importantes, porque isto pode ter um custo bastante elevado; não apenas econômico, mas também sócio-ambiental. No decorrer deste estudo, e no que diz respeito a Pernambuco, não foi possível encontrar indícios desta preocupação. É perfeitamente compreensível que a produção de energia elétrica no Brasil tem uma política de ingerência quase exclusiva do governo federal, no entanto, alguns estados estão conseguindo implantar políticas locais de uso e geração de energia, sobretudo elétrica, com base em recursos primários renováveis. Não foi possível encontrar este tipo de preocupação dentro do estado quanto ao uso de energia limpa e renovável, com programas governamentais de certa continuidade, independente de posições políticas dos governantes que se sucedem no comando do poder estadual. O que foi possível encontrar, de fato, foram projetos bem dispersos e sem a devida assistência permanente aos usuários, oriundos de programas com o apoio ou não de órgãos

governamentais. A maioria destes usuários são de baixa renda e estão em localidades e/ou comunidades isoladas²⁰, usando tecnologia fotovoltaica. Também ficou patente o uso de energia fototérmica, sendo praticamente impossível encontrar trabalhos versando sobre o mapeamento dos domicílios que usam esta tecnologia, basicamente em função da dispersão existente em todos os 185 municípios do estado. Assim, há um campo fértil para o desenvolvimento de estudo que envolva hotéis, pousadas, hospitais, clubes de recreação, dentre outros, e que mapeie o quantitativo energético em uso e que considere, em primeiro plano, os pólos turísticos do estado por inteiro.

Quanto à difusão da energia de natureza eólica, foram poucas as citações em termo de produção; considera-se que este texto mostrou, dentre outras coisas, a relação entre o potencial disponível no território pernambucano e o seu uso real, quase inexpressivo, mesmo se for admitido que o estado não está no topo da disponibilidade energética nesta área. Não foi encontrado nenhum registro de implantação de qualquer projeto eólico na última década, o estado não tem conseguido recursos do PROINFA ou de outras fontes que possa viabilizar o incremento desta fonte energética inteiramente limpa e renovável, ao contrário do que acontece com os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, por exemplo.

Finalmente, após apresentar esta abordagem sobre energia solar e eólica no estado de Pernambuco, vem a quase certeza de que os procedimentos metodológicos utilizados foram fundamentais na construção da idéia de que será necessário redirecionar a matriz energética desta

²⁰ De (ELETROBRÁS, 2003), infere-se que nas localidades antes consideradas de difícil acesso ou isoladas, a energia convencional tem chegado para substituir os painéis fotovoltaicos ainda existentes; programas governamentais como o Luz Para Todos, são responsáveis por esta mudança de foco, representando um certo retrocesso, já que estes projetos podem ser aprimorados e nunca descartados.

importante unidade da federação. Em todos os momentos, sempre que necessário, aponta-se para o fato de que esta matriz deverá conter percentuais cada vez maiores de energia renovável, mesmo considerando as limitações impostas pela natureza, e que mesmo assim, ainda permite o uso da biomassa, do sol e dos ventos com certa abundância.

Uma política energética que priorize o uso dos recursos naturais renováveis é fundamental em qualquer região do planeta, sobretudo quando a meta é a de atingir um outro modelo de crescimento e de desenvolvimento. É estarrecedor descobrir que a atividade humana está sendo capaz de consumir em energia e em outros recursos, um valor que é hoje impossível de ser sustentado por mais algumas décadas, de acordo com documentos como o do (IPCC, 2007). As energias solar e eólica, são parceiras de primeira hora de um processo que vise mitigar as ações antrópicas da civilização humana. De maneira conclusiva, entendeu-se que o estado de Pernambuco também pode contribuir com este processo, e não deve se eximir, considerando sua importância na conjuntura econômica e sócio-ambiental na região do nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

ATLAS brasileiro de energia solar / Enio Bueno Pereira; Fernando Ramos Martins; Samuel Luna de Abreu e Ricardo R  ther. – São José dos Campos: INPE, 2006. il. 60p.

ATLAS de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília: ANEEL, 2002. 153 p.: il.

ATLAS de energia elétrica do Brasil/ Agência Nacional de Energia Elétrica. 2. ed. – Brasília: ANEEL, 2005, 243 p. : il.

AMBIENTE BRASIL. **Fernando de Noronha/PE vive o tormento da seca.** Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Matéria em 30/12/2005. Acesso em 05/03/2007.

BEN - **Balanco Energético Nacional.** Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2006.

BERMANN, C. **A Perspectiva da sociedade brasileira sobre a defini  o e a implanta  o de uma política energética sustentável – uma avalia  o da política oficial.** In: Fontes Alternativas de Energia e Eficiência Energética: Op  o para uma política energética sustentável no Brasil. Campo Grande: Funda  o Heinrich B  ll/Coalizão Rios Vivos, 2002. 208 p.

BERMANN, Célio. **Energia no Brasil: para quê? para quem? Crise e alternativas para um país sustentável.** São Paulo: Editora Livraria da Física: FASE, 2001.

COSTA, H. S. **Carta Aberta    Popula  o, aos Políticos e aos Governantes de Pernambuco.** Disponível em: <http://www.aondevamos.eng.br/verdade/artigos/carta.htm>, Recife, 03/07/2002. Acesso em: 10/04/2007.

COSTA, Heitor S. **Diagnóstico do estado de funcionamento de sistemas de bombeamento de água fotovoltaico (SBFV) instalados em Pernambuco.** Trabalho apresentado no 6   Congresso Internacional sobre Gera  o Distribuída e Energia no Meio Rural, Campinas, São Paulo, junho de 2006.

COSTA, Heitor Scalabrini; Eck, Myriam & Silva, Gerson Flávio. **Sustentabilidade de Sistemas Fotovoltaicos Residenciais:** A experiência do NAPER no Semi-  rido. Artigo publicado na Revista Ciência e Engenharia da Universidade Federal de Uberlândia, 7(2) pp 105-112, 1998.

DA SILVA, Ana Lúcia Rodrigues. **Energia: Estratégias e Soberania.** Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1998, 144p. em 1 vol., Tese (Doutorado).

ELETROBRÁS, MME **Programa Nacional de Universaliza  o do Acesso e Uso da Energia Elétrica,** Programa Luz Para Todos, Manual de Operacionaliza  o, 2003.

EUREC Agency. **The future for renewable energy 2. Prospects and directions.** London: James & James, 2002.

EVERETT, B. Solar thermal energy. In: BOYLE, G. (Ed.). **Renewable energy : power for a sustainable future.** Oxford : Oxford University Press, 1996. cap. 2, p. 41-88.

FAPESP, Revista Pesquisa. **China supera EUA em emissões de dióxido de carbono.** Edição Eletrônica em 20/06/2007. Disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br> Acesso em: 22/06/2007.

FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. **Avaliação do Impacto Sócio-Econômico e Técnico dos Projetos Fotovoltaicos Fase 1 do PRODEEM.** Disponível em: <http://www.fbds.org.br>, acesso em 17/04/2007.

FEITOSA, Everaldo et al. **Increasing Wind Penetration on Fernando de Noronha Wind/Diesel System.** Centro Brasileiro de Energia Eólica – CBEE, publicado em World Wind Energy Conference, Berlin, Alemanha, 2002.

FERRARI, E. L. **Utilização de curvas de carga de consumidores residenciais:** medidas para determinação de diversidade da carga e carregamento de transformadores de distribuição. 1996. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

FRAIDENRAICH, N., VILELA, O. C. **Dynamic behavior of water wells coupled to PV pumping systems** In: ISES Solar World Congress, 2003, Göteborg. Proceedings of the ISES Solar World Congress 2003. , 2003. v.CD ROM.

GAZETA MERCANTIL. **Atrasos no Proinfa levam Enerbrasil a rever projetos.** Edição Online de 01/03/2004, acesso pelo endereço eletrônico: <http://www.gazetamercantil.com.br>

GOLDEMBERG, José. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento.** Tradução: André Koch. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998. 235 p.

GOLDEMBERG, José. **Pesquisa e Desenvolvimento na Área de Energia.** São Paulo: Revista São Paulo em Perspectiva, 14(3), 2000.

GOLDEMBERG, José. **The Brazilian Energy Initiative.** World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, África do Sul, agosto/setembro de 2002.

GREENPEACE/ASPAN **Chumbo Grosso: O Caso Moura.** Relatório, Edição: Paulo Adário, agosto de 1997.

GREENPEACE. **Crimes Ambientais Corporativos no Brasil.** Relatório: Greenpeace International, junho de 2002.

GREENPEACE. **Cientistas avisam:** temos que cuidar da “febre” do planeta agora. São Paulo, 02/02/2007. Disponível em: www.greenpeace.org.br/clima Acesso em: 20/02/2007.

HAWKEN, Paul et al. **Capitalismo Natural – Criando a próxima revolução industrial.** São Paulo: Editora Cultrix, 1999. Tradução: Luiz A. de Araújo & Maria Luiza Felizardo.

HESS, S. C. **Óxidos de nitrogênio, "bombas" produzidas nas usinas termelétricas.** Disponível em: http://www.riosvivos.org.br/materia.php?mat_id=148, (Acesso em: 05/2002).

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change: the IPCC Scientific Assessment.** UK, Cambridge University Press, 1995.

IPCC – Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima. **Mudança do Clima 2007:** a Base das Ciências Físicas. 10ª sessão do Grupo de Trabalho I do IPCC, OMM-PNUMA, Paris, fevereiro de 2007.

LAGE, Eduardo. **O centenário do quantum de luz.** Gazeta de Física, 2005, v.28 p. 04-09.

LIMA, C. R. de et al. **Emissões de carbono (CO₂) da UTE PB e o reflorestamento como medida mitigadora.** Disponível em: <http://www.riosvivos.org.br/arquivos/1972460401.doc>, 2002. (Acesso em: 03/04/2007).

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte.** Brasília: ANEEL, 2000, 503 p.

LORENZO, Eduardo. **Electricidad Solar - Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos** PROGENSA - Promotora General de Estudios S.A., 1994.

LUZ PARA TODOS, Programa. **Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Luz para Todos.** Ministério de Minas e Energia -Eletrobrás, Brasília, 2007.

MOURÃO, Ronaldo R. de F. **O Sol não manda a conta.** Artigo publicado na Revista Eco 21, Ano XIII, Edição 80, Julho de 2003. Disponível em: www.eco21.com.br

MRE/MCT – Ministério das Relações Exteriores/Ministério da Ciência e Tecnologia. **Protocolo de Quioto à Convenção sobre Mudança do Clima.** O Brasil e a Convenção-Quadro das Nações Unidas. Edição e tradução: MCT e MRE, Brasília, 1997.

MYERS, N. **The Greenhouse Effect:** a tropical forestry response, in Biomass, vol. 18, 1989.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988, 430p.

OTTINGER, Richard L. **Environmental costs of electricity** / prepared by Pace University Center for Environmental Legal Studies. New York : Oceana Publications, 1991.

PERNAMBUCO. **Balço Energético do Estado de Pernambuco, 1993/2002**. Secretaria de Infra-Estrutura do Governo do Estado de Pernambuco, Recife, 2004.

SCARLATO, Francisco Capuano & PONTIN, Joel Arnaldo. **Do Nicho ao Lixo: ambiente, sociedade e educação**. São Paulo: Atual Editora, 1992, 117p.

SEINFRA – Secretaria de Infra-Estrutura do Governo do Estado de Pernambuco. **Programa de Desenvolvimento Sustentável de Fernando de Noronha**. Recife, 1999-2002.

SEROA DA MOTA, R. **Desafios Ambientais da Economia Brasileira**. Texto para Discussão nº 509, IPEA, Rio de Janeiro, agosto de 1997.

SERPA, Paulo Marcos Noronha. **Eletrificação fotovoltaica em comunidades caiçaras e seus impactos socioculturais**. 252p. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2001.

SHAYANI, Rafael Amaral et al. **Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais**. Artigo aceito e apresentado no V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Brasília – DF, maio/junho de 2006.

SUPERINTERESSANTE, Revista. **Edição 241**, Editora Abril, julho, 2007.

TIBA, C., FRAIDENRAICH, N., BARBOSA, E. M. S., LYRA, F. J. M. **CD ROM Atlas solarimétrico do Brasil: Instrumento para projeto de sistemas solares** In: IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 2004, Itajubá - MG.

TOLMASQUIM, Maurício T. et al. **Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil**. Editora Relume Dumará. Rio de Janeiro, 2004.

TRIGOSO, Federico B. M. **Demanda de energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico: o caso das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos**. 311 p., 2004. Tese de Doutorado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo.

VALOR ECONÔMICO, Jornal. **Proinfa emperra e poderá ofertar apenas 25% do previsto até 2007**. Reportagem de Leila Coimbra. Edição de 25/05/2006.

VEIGA, José Eli da. **Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006. – Série Meio Ambiente; coordenação José de Ávila Aguiar Coimbra.

WWF-BRASIL. **Agenda elétrica sustentável 2020: estudo de cenários para um setor elétrico brasileiro eficiente, seguro e competitivo**. Brasília, 2006. 80 p. : il. ; (Série técnica: v. 12)

ANEXO A:

Tipo / composição	Aplicação mais usual	Destino
Bateria de chumbo ácido	Indústrias, automóveis, filmadoras	Devolver ao fabricante ou importador
Pilhas e Baterias de níquel cádmio	Telefone celular, telefone sem fio, barbeador e outros aparelhos que usam pilhas e baterias recarregáveis	Devolver ao fabricante ou importador
Pilhas e Baterias de óxido de mercúrio	Instrumentos de navegação e aparelhos de instrumentação e controle	Devolver ao fabricante ou importador

Figura 1A. Lista de pilhas e baterias destinadas ao recolhimento.

Fonte: Ambiente Brasil. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br

Tipo / Sistema	Aplicação mais usual	Destino
Comuns e Alcalinas Zinco/Manganês Alcalina/Manganês	Brinquedo, lanterna, rádio, controle remoto, rádio-relógio, equipamento fotográfico, pager, walkman	Lixo doméstico
Especial Níquel-metal-hidreto (NiMH)	Telefone celular, telefone sem fio, filmadora, notebook	Lixo doméstico
Especial Ions de lítio	Telefone celular e notebook	Lixo doméstico
Especial Zinco-Ar	Aparelhos auditivos	Lixo doméstico
Especial Lítio	Equip. fotográfico, relógio, agenda eletrônica, calculadora, filmadora, notebook, computador, videocassete	Lixo doméstico
Pilhas especiais do tipo botão e miniatura, de vários sistemas	Equipamento fotográfico, agenda eletrônica, calculadora, relógio, sistema de segurança e alarme	Lixo doméstico

Figura 2A. Lista de pilhas e baterias destinadas ao lixo doméstico.

Fonte: Ambiente Brasil. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br

ANEXO B:

Tabela 1B. Emissões gasosas poluentes das usinas termoeletricas a gás natural e seus correspondentes danos à saúde humana.

Emissões gasosas	Danos à Saúde Humana
Dióxido de Carbono (CO₂)	Não é tóxico, portanto não causa danos à saúde humana diretamente, mas por ser um gás de efeito estufa, o principal responsável pelo Aquecimento Global do Planeta, afetará de modo indireto a vida de pessoas, regiões, países e continentes.
Monóxido de Carbono (CO)	É um poluente tóxico, pois afeta a capacidade do sangue de transportar Oxigênio. Este composto reage com a hemoglobina no sangue, obtendo-se como resultado a “carboxihemoglobina” (COHb). A afinidade da hemoglobina pelo CO é 210 vezes maior que pelo Oxigênio. Cerca de 5% de carboxihemoglobina no sangue provoca alterações no funcionamento do miocárdio. Em geral, o efeito do CO sobre a saúde humana depende da percentagem de carboxihemoglobina formada e do tempo de exposição ao CO.
Óxidos de Nitrogênio (NO_x)	Alguns estudos indicam que os óxidos de Nitrogênio aumentam a suscetibilidade a infecções bacterianas nos pulmões. A exposição por longo tempo em concentrações de 1 ppm provoca irritação dos alvéolos pulmonares com sintomas semelhantes ao enfisema pulmonar. Estudos das áreas de medicina, toxicologia e farmacologia, que nos últimos treze anos têm revelado que o óxido nítrico (NO), que é um radical livre, está envolvido em diversas condições patológicas, como impotência masculina, diabete, supressão da imunidade, hipertensão, câncer, desordens de memória e aprendizado, anorexia, asma, processos alérgicos e inflamatórios, problemas cardíacos, entre outros. Um dado importante é que as quantidades de óxido nítrico envolvidas em diversos processos biológicos são extremamente pequenas e, por isso, o importante papel deste gás ter sido elucidado apenas recentemente. A exposição ao óxido nítrico causa diarreias em crianças e, em longo prazo, diminui a resistência a doenças, fazendo com que a pessoa fique indefesa contra doenças infecciosas como tuberculose e hanseníase, entre muitas outras.
Óxidos de Enxofre (SO_x)	São altamente solúveis e por isso são absorvidos pelo sistema respiratório superior. Concentrações de 1 ppm provocam constrições no sistema respiratório (brônquios). Os asmáticos apresentam estes sintomas em concentrações muito menores, na faixa de 0,25 a 0,50 ppm. Em altas concentrações de SO _x e de particulados o efeito verificado é 3 a 4 vezes maior.
Ozônio (O₃)	Constitui um irritante severo dos olhos, nariz e garganta. Para concentrações de Ozônio de 0,01 ppm ocorre irritação dos olhos; concentrações de 2,0 ppm provocam tosse severa. Vários estudos epidemiológicos evidenciam a existência de uma relação qualitativa entre o nível de oxidantes no ar acima de 0,1 ppm e sintomas em crianças e jovens, tais como irritação da garganta, tosse e dor de cabeça. Exposições prolongadas a baixos níveis por tempo prolongado provocam um decréscimo na função pulmonar.
Material Particulado	A deposição de particulados em diferentes partes do sistema respiratório depende das suas dimensões. Assim, a deposição na região traqueobronquial e pulmonar é típica de partículas menores que 10 µm, sendo elas as de efeito mais adverso à saúde humana. Além disso, os particulados podem concentrar em sua superfície outras substâncias tóxicas como o SO _x , arsênico, selênio, etc. A conjugação de altas concentrações de particulados com períodos de exposição prolongados provocam o aumento da mortalidade.
Compostos Orgânicos Voláteis (COV's)	É um conjunto de substâncias orgânicas que incluem: hidrocarbonetos (alcanos, alquenos e aromáticos), oxigenadores (álcoois, aldeídos, cetonas, éteres) e espécies que contêm alógeno (por exemplo o metilclorofórmio e o tricloroetano). Alguns COV's provocam irritações de olhos e de pele, tosse, etc. Outros, como o benzeno e o butadieno são cancerígenos e provocam leucemia. Para o benzeno e o benzopireno não é possível estabelecer níveis de exposição sem afetações à saúde. Estes compostos são considerados cancerígenos genotóxicos, já que afetam o material genético das células (DNA).

Fonte: Elaborada por (LIMA et al, 2002), a partir de (LORA, 2000) e (HESS, 2002)

Tabela 2B. Módulos fotovoltaicos instalados no Estado de Pernambuco, através de convênios envolvendo órgãos governamentais nacionais e estrangeiros.

PROGRAMA/CONVÊNIO	ANO	TIPO DE USUÁRIO	NÚMERO DE INSTALAÇÕES	EQUIPAMENTO
CELPE / NREL – USA CELPE/ELETOBRAS/DOE (USA)	1993	Residências	345	Sistemas Fotovoltaicos
ELDORADO(Alemanha)/ALUMIAR CELPE/SIEMENS SOLAR GmbH(GERMANY)	1995	Residências	144	Sistemas Fotovoltaicos
ELDORADO(Alemanha)/ALUMIAR CELPE/SIEMENS SOLAR GmbH(GERMANY)	1995	Escolas Rurais	260	Sistemas Fotovoltaicos
ELDORADO(Alemanha)/ALUMIAR CELPE/SIEMENS SOLAR GmbH(GERMANY)	1995	Bombeamento d'água	15	Sistemas Fotovoltaicos
PRODEEM/CHESF/CELPE	1999	Residências/ Bombeamento d'água	300	Sistemas Fotovoltaicos
PRODEEM/CHESF/CELPE	2002	Escolas Rurais	58	Sistemas Fotovoltaicos

Fonte: Elaborada em conformidade com dados obtidos em (PERNAMBUCO, 2004)

Tabela 3B. Apresenta percentuais de incidência de ICMS nas contas mensais de energia elétrica no Estado de Pernambuco, com destaque para os consumidores de baixa renda e domicílios rurais

CLASSES	ICMS
RESIDENCIAL NORMAL – CONSUMO DE 0 A 30 kWh	ISENTO
RESIDENCIAL NORMAL – CONSUMO ACIMA DE 31 kWh	25%
RES BAIXA RENDA – CONSUMO DE 0 ATÉ 50 kWh	ISENTO
RES. BAIXA RENDA – CONSUMO DE 51 ATÉ 120 kWh	20%
RES. BAIXA RENDA – CONSUMO ACIMA DE 121 kWh	25%
INDUSTRIAL	25%
COMERCIAL	25%
RURAL	ISENTO
PODER PÚBLICO (exceto Governo Estadual)	25%
PODER PÚBLICO ESTADUAL	ISENTO
SERVIÇO PÚBLICO	25%
ILUMINAÇÃO PÚBLICA	25%
CONSUMO PRÓPRIO	25%

Fonte: CELPE – Companhia Energética de Pernambuco – Ano Base 2006

Tabela 4B. Sistema Híbrido Eólico/Solar da Embratel em Fernando de Noronha, Estado de Pernambuco

Sistema Híbrido para Telecomunicações da Embratel	
Local	Ilha de Fernando de Noronha, Estado de Pernambuco.
Data de instalação	Maio de 1997
Projeto	CBEE
Aplicação	Telecomunicações. Geração de energia para a estação terrena da Embratel na Ilha de Fernando de Noronha.
Características Técnicas	O sistema é composto de uma turbina eólica com potência nominal de 6 kW em CC, diâmetro do rotor de 7 m (3 pás) e torre de 24 m de altura, módulos fotovoltaicos com 4,2 Wp e banco de baterias com 806,4 kWh de capacidade. Consiste no maior sistema híbrido eólico/solar/baterias para telecomunicações da América.

Fonte: CBEE – Centro Brasileiro de Energia Eólica

ANEXO C:**GRANDEZAS, UNIDADES DE MEDIDA E TRANSFORMAÇÃO ENERGÉTICA**

A (ampère) – Unidade de corrente elétrica do Sistema Internacional

AC – Alternate Current – Corrente Alternada

cal – caloria

DC – Direct Current – Corrente Contínua

E – exa (10^{18})

G – giga (10^9)

J – joule

k – kilo (10^3)

M – mega (10^6)

°C – Grau celsius ou grau centígrado

tEP – tonelada Equivalente de Petróleo

V (volt) - Unidade de tensão elétrica do Sistema Internacional

W (watt) – Unidade de potência do Sistema Internacional

Wh – watt-hora

Wp – watt-pico

kWp – quilo-watt-pico

$1 \text{ m}^3 = 6,28981 \text{ barris}$

$1 \text{ Btu} = 252 \text{ cal}$

$1 \text{ barril} = 0,158987 \text{ m}^3$

$1 \text{ m}^3 \text{ petróleo} = 0,864 \text{ t}$

$1 \text{ joule} = 0,239 \text{ cal}$

$1 \text{ tep} = 10800 \text{ Mcal}$

$1 \text{ ppm} = 1 \text{ parte por milhão}$

$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

Fatores de Conversão Energética				
	J	Btu	cal	kWh
joule (J)	1,0	$947,8 \times 10^{-6}$	0,23884	$277,7 \times 10^{-9}$
British thermal unit (Btu)	$1,055 \times 10^3$	1,0	252,0	$293,07 \times 10^{-6}$
caloria (cal)	4,1868	$3,968 \times 10^{-3}$	1,0	$1,163 \times 10^{-6}$
quilowatt-hora (kWh)	$3,6 \times 10^6$	3412,0	$860,0 \times 10^3$	1,0
ton. equiv. de petróleo (tep)	$41,87 \times 10^9$	$39,68 \times 10^6$	$10,0 \times 10^9$	$11,63 \times 10^3$
barril equiv. de petróleo (bep)	$5,95 \times 10^9$	$5,63 \times 10^6$	$1,42 \times 10^9$	$1,65 \times 10^3$

Fonte: (BEN, 2006) - MME

Coefficientes de Equivalências Médios para os Combustíveis Sólidos e Líquidos
--

	giga- caloria	tonelada equivalente de petróleo (10000 kcal/kg)	baril equivalente de petróleo	tonelada equivalente de carvão mineral (7000 kcal/kg)	giga- joule	milhões Btu	megawatt- hora (860 kcal/kWh)
Carvão Vapor 3100 kcal/kg	2,95	0,295	2,08	0,421	12,35	11,70	3,43
Carvão Vapor 3300 kcal/kg	3,10	0,310	2,18	0,443	12,98	12,30	3,61
Carvão Vapor 3700 kcal/kg	3,50	0,350	2,46	0,500	14,65	13,89	4,07
Carvão Vapor 4200 kcal/kg	4,00	0,400	2,82	0,571	16,75	15,87	4,65
Carvão Vapor 4500 kcal/kg	4,25	0,425	2,99	0,607	17,79	16,86	4,94
Carvão Vapor 4700 kcal/kg	4,45	0,445	3,13	0,636	18,63	17,66	5,18
Carvão Vapor 5200 kcal/kg	4,90	0,490	3,45	0,700	20,52	19,44	5,70
Carvão Vapor 5900 kcal/kg	5,60	0,560	3,94	0,800	23,45	22,22	6,51
Carvão Vapor 6000 kcal/kg	5,70	0,570	4,01	0,814	23,86	22,62	6,63
Carvão Vapor sem Especificação	2,85	0,285	2,01	0,407	11,93	11,31	3,31
Carvão Metalúrgico Nacional	6,42	0,642	4,52	0,917	26,88	25,47	7,47
Carvão Metalúrgico Importado	7,40	0,740	5,21	1,057	30,98	29,36	8,61
Lenha	3,10	0,310	2,18	0,443	12,98	12,30	3,61
Caldo de Cana	0,62	0,062	0,44	0,089	2,61	2,47	0,72
Melaço	1,85	0,185	1,30	0,264	7,75	7,34	2,15
Bagaço de Cana	2,13	0,213	1,50	0,304	8,92	8,45	2,48
Lixívia	2,86	0,286	2,01	0,409	11,97	11,35	3,33
Coque de Carvão Mineral	6,90	0,690	4,86	0,986	28,89	27,38	8,02
Carvão Vegetal	6,46	0,646	4,55	0,923	27,05	25,63	7,51
Petróleo	8,90	0,890	6,27	1,271	37,25	35,30	10,35
Óleo Diesel	8,48	0,848	5,97	1,212	35,52	33,66	9,87
Óleo Combustível	9,59	0,959	6,75	1,370	40,15	38,05	11,15
Gasolina Automotiva	7,70	0,770	5,42	1,099	32,22	30,54	8,95

Fonte: (BEN, 2006), ano base 2005.