

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Tecnologia de Geração de Energia Limpa
a Serviço da Promoção da Saúde**

Luiz Felipe de Camargo Kastrup

Dissertação apresentada à área de
concentração de Saúde Ambiental da
Faculdade de Saúde Pública da Universidade
de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Saúde Pública.

Área de concentração: Saúde Ambiental
Orientadora: Profa. Dra. Wanda Maria
Risso Günther

São Paulo

2.006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Tecnologia de Geração de Energia Limpa
a Serviço da Promoção da Saúde**

Luiz Felipe de Camargo Kastrup

Dissertação apresentada à área de
concentração de Saúde Ambiental da
Faculdade de Saúde Pública da Universidade
de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Saúde Pública.

Área de concentração: Saúde Ambiental
Orientadora: Profa. Dra. Wanda Maria
Risso Günther

São Paulo

2.006

Autorizo exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores.

Data:

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, preciso agradecer a Deus por ter me equipado com um cérebro que me permitiu chegar até aqui, e espero continuar ainda por um. bom tempo, procurando produzir algo de útil, para o nosso país e quiçá para o mundo.

Não tenho como expressar a minha gratidão para com os meus pais, Luiz Felipe e Maria Amélia, que sempre me proporcionaram escolas do mais alto nível de ensino.

Quero agradecer à Dra. Marieta C. Mattos, que desde o início tem apoiado essa pesquisa, incentivando e trazendo sempre algum dado importante.

À minha esposa Mariana, companheira de todos os momentos, sem a qual não chegaria a levar a termo esta tarefa.

Aos meus filhos queridos, Gabriela, Pedro Armando e Luiz Antônio, a transmitirem energia nova, tão necessária, a qualquer empreendimento como este.

Aos colegas, Alcides Santos, Maria Helena Martins e Paulo Bernardi, que enriqueceram o trabalho com diversos dados fornecidos.

Agradeço também ao Prof.º Carlos Celso do Amaral e Silva pela visão mais ampla acerca do Meio Ambiente, transmitida durante a elaboração deste trabalho, como também ao Prof.º Ernesto Gonzalez que forneceu informações fundamentais.

À minha orientadora, Prof.ª Dr.ª Wanda Maria Risso Günther que com segurança e experiência, possibilitou a elaboração desta dissertação, orientando, e incentivando a execução deste trabalho acadêmico..

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de estudo concedida e que tanto ajudou durante a elaboração do trabalho.

RESUMO

A falta de acesso à energia elétrica e a todos os benefícios que ela pode trazer levou à elaboração desta pesquisa, tendo como foco principal o atendimento às necessidades básicas de saúde.

Para a presente pesquisa estudou-se:

- O acesso à saúde no Brasil;
- A seleção de um município como piloto, em um estado brasileiro com baixo IDH (índice de Desenvolvimento Humano), precário atendimento básico à saúde e sem eletrificação rural;
- Os sistemas de geração de energia elétrica no Brasil, com destaque para os sistemas de geração distribuída;
- As tecnologias disponíveis no Brasil, para geração de energia elétrica distribuída e limpa;
- A definição de uma UBS (Unidade Básica de Saúde), quanto a compartimentos, equipamentos, consumo energético, baixa manutenção e facilidade na construção.

Foi dimensionada uma Unidade Básica de Saúde, que atendesse a este município, resultando em um projeto de UBS e de um sistema de geração de energia para atender às suas demandas. Desenvolveu-se então um sistema de geração de energia elétrica distribuída e limpa, para a UBS, através da integração de painéis fotovoltaicos com célula a combustível que utiliza hidrogênio, e para a produção do hidrogênio, um eletrolisador para a eletrólise da água. O sistema proposto permite o funcionamento contínuo desta UBS, com baixa manutenção, de forma sustentável, em qualquer região isolada, necessitando apenas da incidência da luz solar e de água, permitindo promover a saúde das populações carentes, residentes nos locais mais longínquos, fixando-as em seus locais de origem, sem causar impactos ambientais.

SUMMARY

The lack of access to electric energy and all the benefits that it can bring led to the elaboration of this research, having as main focus the attendance to the basic necessities of health.

For the present research it was studied:

- The access to health in Brazil;
- The election of a city as pilot, in a Brazilian state with low IDH (index of Human Development), precarious basic health attendance and without agricultural electrification;
- The electric energy generation systems in Brazil, with prominence for the distributed systems generation;
- The available technologies in Brazil, for distributed electric and clean energy generation;
- The definition of a BHU (Basic Health Unit), about compartments, equipment, energy consumption, low maintenance and easy construction.

The BHU's size was calculated, for this city, resulting in a project of BHU and a generation energy system for its demands. A distributed electric and clean energy generation system was developed, for the BHU, through the integration of photovoltaic panels with fuel cells that use hydrogen, and for the hydrogen production, an electrolyser for electrolysis of water. The considered system allows the continuous functioning of this BHU, with low maintenance, in sustainable form, in any isolated region, needing only the solar light incidence and water, allowing to promote the health of the poor populations living in places most distant, fixing them in their places of origin, without environmental impacts.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	04
2.1 Objetivo Geral	04
2.2 Objetivos Específicos	04
3. METODOLOGIA	04
3.1 Acesso à Saúde	04
3.2 Energia Elétrica	05
3.3 Escolha da Área para Projeto da Unidade Básica de Saúde	05
3.4 A Unidade Básica de Saúde	06
3.5 Sistema Gerador de Energia Distribuída e Limpa	06
4. A SAÚDE	07
4.1 Aspectos da Saúde no Brasil	07
4.1.1 Contexto Socioeconômico, Político e Demográfico	07
4.1.2 Políticas e Planos Nacionais de Saúde	08
4.1.3 Acesso e Utilização de Serviços de Saúde	09
4.1.4 Problemas Específicos de Saúde	10
4.1.5 Doenças Transmissíveis por Vetores	12
4.2 A Saúde no Estado de Alagoas	13
4.2.1 Dados sobre o Estado de Alagoas	13
4.2.1.1 População	14
4.2.1.2 Indicadores Sociais	14
4.2.1.3 Cobertura de Infra-Estrutura	18

4.2.1.4 Contexto Sócioeconômico do Estado de	
Alagoas	19
4.2.2 Município Piloto para a Implantação	
da Unidade Básica de Saúde	20
4.2.2.1 Caracterização do Município de Pariconha	22
4.2.2.2 Demografia	22
4.2.2.3 Educação	24
4.2.2.4 Renda	24
4.2.2.5 Habitação	25
4.2.2.6 Vulnerabilidade	26
4.2.2.7 Desenvolvimento Humano	26
5. A ENERGIA ELÉTRICA	30
5.1 As demandas de Energia Elétrica	30
5.2 A Energia Elétrica no Brasil	31
5.3 O Acesso à Energia Elétrica no Brasil	33
6. TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA GERAÇÃO DE	
ENERGIA RENOVÁVEL LIMPA NO BRASIL	38
6.1 Tecnologia de Energia Eólica no Brasil	38
6.2 Tecnologia de Energia Solar no Brasil	38
6.2.1 Célula Fotovoltaica	39
6.2.2 O Efeito Fotovoltaico	41
6.2.3 Pannel Fotovoltaico	43
6.2.4 Perspectivas Futuras para Uso de Energia Solar Fotovoltaica	
no Brasil	44

6.3 Tecnologia de Célula a Combustível	45
6.3.1 Situação Mundial	45
6.3.2 Princípio de Funcionamento e Componentes	48
6.3.3 Tipos de células	52
6.3.4 Métodos para Obtenção do Hidrogênio Utilizado na Célula a Combustível	60
6.3.5 Métodos de Armazenamento do Hidrogênio	65
7. A UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DE PARICONHA	66
7.1 Energia Elétrica	66
7.2 Comparação entre Sistemas de Energia Distribuída Quanto à Poluição Atmosférica	67
7.3 Sistema Gerador de Energia Proposto para a Implantação de Unidades Básicas de Saúde	69
7.4 Célula a Combustível	70
7.4.1 Produção do Combustível	71
7.4.2 O Combustível	71
7.4.3 Armazenamento do Combustível	72
7.5. A Unidade Básica de Saúde	72
7.5.1 Localização	73
7.5.2 O projeto	73
7.5.3 Método construtivo	74
7.5.4 Custos	78
7.5.5 Descrição dos Equipamentos	80
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	81

9. REFERENCIAS	84
10. ANEXOS	91
11. GLOSSÁRIO	107

LISTA DE FIGURAS

1. Grau de Urbanização do Estado de Alagoas	14
2. Índice de Desenvolvimento Humano do Brasil 1991 e 2000	15
3. Taxa de Alfabetização de Adultos do Nordeste, 1991 e 2000.....	16
4. Renda “Per Capita” da Região Nordeste, 1991 e 2000.....	17
5. Localização do Estado de Alagoas e Município de Pariconha.....	21
6. Estrutura Etária do Município de Pariconha, 1991 e 2000.....	23
7. Fatores de Contribuição para o Crescimento do IDH, no período de 1991-2000.....	27
8. Mapa de Eletrificação no Brasil.....	35
9. Modelo de Substituição de Energia.....	37
10. Atlas Eólico do Brasil.....	39
11. Radiação Solar Média Anual Típica no Brasil.....	40
12. Representação da Incidência de Raios Luminosos Sobre a Terra.....	40
13. Representação de uma Célula Fotovoltaica.....	42
14. Representação do Sistema de Ligação de Células Fotovoltaicas em Série com Uso de Diodo de Passo.....	44
15. Funcionamento da Célula a Combustível.....	49

16.Conjunto de Células Individuais e Placas Separadoras.....	51
17.Representação de uma Célula a combustível.....	52
18.Esquema de Produção de Hidrogênio a Partir de Diferentes Formas de Energia.....	61
19.Esquema do Processo de Reforma de Gases.....	64
20.Sistema Energético Proposto para a UBS Projetada.....	70
21.Localização da UBS no Município de Pariconha.....	73
22.Vista em Perspectiva da UBS Projetada.....	75
23.Planta Baixa da UBS Projetada.....	75

LISTA DE QUADROS

1. Domicílios Particulares Permanentes Urbanos Segundo Cobertura de Infra-estrutura de Saneamento Básico, Alagoas e Brasil, em 1999.....	18
2. População por Situação de Domicílio, 1991 e 2000.....	22
3. Estrutura Etária do Município de Pariconha, 1991 e 2000.....	23
4 .Indicadores de Longevidade, Mortalidade e Fecundidade para o Município de Pariconha, 1991 e 2000.....	23
5. Nível Educacional da População Jovem do Município de Pariconha, 1991 e 2000.....	24
6. Nível Educacional da População Adulta (25 anos ou mais), 1991 e 2000.....	24
7. ndicadores de Renda, Pobreza e desigualdade no Município de Pariconha, 1991 e 2000.....	25

8 .Porcentagem da Renda Apropriada por Extratos da População do Município de Pariconha, 1991 e 2000.....	25
9. Acesso a Serviços Básicos no Município de Pariconha, 1991 e 2000.....	26
10. Acesso a Bens de Consumo no Município de Pariconha, 1991 e 2000....	26
11. Indicadores de Vulnerabilidade Familiar no Município de Pariconha, 1991 e 2000.....	26
12. Índice de Desenvolvimento Humano no Município de Pariconha em 1991 e 2000.....	27
13. Perfil do Município de Pariconha.....	28
14. Eletrificação das Propriedades Rurais no Brasil.....	35
15. Evolução Cronológica dos Estudos Sobre o Efeito Fotovoltaico.....	41
16. Mercado Previsto para Células a Combustível Estacionárias nos EUA e em Todo Mundo.....	46
17. Características das Células a Combustível.....	53
18. Comparação Entre os Diferentes Tipos de Células a Combustível.....	59
19. Estimativa das Emissões Atmosféricas de Gerador a Diesel e a Gasolina por um Período de 20 anos.....	68
20. Comparação de Custos entre os Sistemas.....	79
21. Descrição dos Equipamentos e Respektivas Cargas Utilizadas na UBS.....	80

1. INTRODUÇÃO

A Constituição Brasileira, em seu Capítulo II : Dos Direitos Sociais, estabelece em seu Artigo 6º : *São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 26, de 2000)*

Porém, para um país de dimensões continentais como o Brasil, com um mosaico de contrastes de norte a sul e de leste a oeste, muitas vezes as dificuldades que se apresentam sobrepujam as vontades e as necessidades em se alcançar patamares superiores que se traduzem em melhorias para a assistência à saúde, o fornecimento de saneamento básico e energia elétrica à população. Estas dificuldades aumentam devido à existência de comunidades distantes e de difícil acesso. Para estas, se faz mister aceitar os desafios de se desenvolver tecnologias que propiciem a chegada do progresso e condições dignas para a vida de diversos cidadãos brasileiros aí residentes. Aliado a estes desafios há que se desenvolver tecnologias que evitem os impactos ao meio ambiente e que sejam sustentáveis. Pois são nestes rincões longínquos que a necessidade de sobrevivência tem levado a um desrespeito contumaz ao meio ambiente, podendo atingir o extermínio da flora e da fauna, bem como a degradação do solo, das águas e do ar. Os indicadores de saúde têm mostrado discrepâncias inadmissíveis a solicitar medidas precípuas e urgentes para sair destes estágios de atraso. Acrescenta-se a este fato o precário e muitas vezes inexistente fornecimento de energia elétrica que agrava sobremaneira este quadro. Das necessidades básicas por que passa o ser humano, destaca-se como de grande importância para sua sobrevivência e para satisfação de outros requisitos, como a saúde por exemplo, o acesso à energia elétrica, responsável também pela sua melhor qualidade de vida. O grande consumo de combustíveis fósseis pela sociedade moderna tem levado o planeta a uma degradação sem precedentes do seu ambiente, principalmente relacionada ao efeito estufa.

No Brasil, a geração de energia hidrelétrica é também causadora de impactos ambientais consideráveis devido às grandes áreas que precisam ser alagadas para a construção de usinas hidrelétricas, retirando terras que além de servirem de local

de sobrevivência para inúmeras espécies, poderiam também ser usadas para a produção de alimentos ou assentamentos humanos. Além disso, muito se discute, nos meios acadêmicos, sobre os impactos causados ao clima no entorno dos grandes lagos formados pelas usinas hidrelétricas.

Dada a veloz urbanização sofrida pelas cidades no Brasil, os recursos disponíveis para a geração de energia tornaram-se muito afastados dos locais de consumo, gerando assim vultosos custos para o transporte dessa energia. É importante lembrar que esse transporte também provoca perdas e significativos impactos ambientais, já que, linhas de transmissão de grandes distâncias implicam em utilização de extensas faixas de terreno, levando assim a desmatamentos e conseqüente alteração do ambiente local. Em se tratando de Brasil, devido à sua matriz energética, os problemas e os custos para o abastecimento de pequenas e isoladas comunidades tem se mostrado de difícil solução. Basta citar que 12 milhões de pessoas não têm acesso à energia elétrica, sem levar em conta a população de rua, historicamente ignorada nas contagens (ANEEL, 2.002). A falta de energia elétrica contribui para a exclusão social de parte da população, provocando entre outros efeitos: migração, falta de oportunidade de trabalho, falta de acesso à informação e principalmente a escassez na oferta de um atendimento médico adequado. O acesso à eletricidade tem sido fator essencial para o aumento da produtividade, do bem estar e do exercício de cidadania no meio rural. Vale lembrar que de acordo com o MS IDB(2004), 32% da população rural do país nunca recebeu tratamento dentário e que 30% da população não tem acesso a um serviço de saúde regular. A falta destes serviços está relacionada à falta de acesso à energia elétrica. A concentração das chamadas comunidades isoladas, em regiões longínquas, têm origem nas dificuldades de adoção do modelo de fornecimento de energia elétrica existente no resto do país, uma vez que a produção centralizada de energia e a distribuição por meio de grandes redes de transmissão são praticamente inviabilizadas em um cenário no qual os consumidores estão espalhados por regiões muito extensas. No Brasil, é comum haver comunidades isoladas localizadas próximas das rotas de linhas de transmissão, que não são beneficiadas com o fornecimento de energia elétrica. Estas linhas de transmissão transportam

energia para os grandes centros, sem entretanto abastecer aquelas pequenas comunidades, deixando-as à margem do progresso e condenando-as ao atraso, ou até mesmo à extinção. Este é, comprovadamente, um dos motivos do êxodo rural no Brasil, que como consequência acarreta a superpopulação das grandes cidades. Por outro lado, as empresas de energia elétrica não se sentem atraídas a prover o atendimento às cargas situadas ao longo das rotas dessas linhas de transmissão através de alternativas tradicionais, tendo em vista que os altos custos de implantação, na maioria dos casos, tornam o empreendimento anti-econômico. Ilustrando esta problemática, pode-se dizer que pequenas comunidades sem energia elétrica e localizadas próximas às linhas de transmissão tem pequeno poder de pressão junto à opinião pública. Como contribuição para minorar o sofrimento destas comunidades, permitindo a implantação de um sistema de saúde minimamente adequado a estas, desenvolve-se esta pesquisa de geração de energia elétrica, com a preocupação ambiental, para atender essas pequenas demandas. Para tal, propõe-se uma tecnologia inovadora a serviço da promoção da saúde. O alcance social de um estudo como esse, em um país como o Brasil, é enorme, porque essas comunidades ou não possuem energia elétrica, ou são alimentadas por geradores Diesel durante poucas horas do dia, ou por usinas térmicas usando madeira como combustível, o que provoca a poluição do ar, portanto, destrói o recobrimento florestal e o habitat de várias espécies. Apresenta-se a célula a combustível, utilizando hidrogênio, como alternativa atraente para satisfazer a pequenas demandas de cidadezinhas isoladas – demandas de 2 MW até 5 MW, comunidades separadas umas das outras por distâncias de cerca de 200 km, na Amazônia e no Nordeste. Conjugadas a alguma atividade produtiva, as unidades de geração de energia elétrica de pequeno porte apresentam-se como uma alternativa economicamente viável para as localidades sem acesso à rede de distribuição de energia elétrica. A presente pesquisa apresenta a implantação de um sistema gerador de energia, integrando painéis fotovoltaicos à célula a combustível que utiliza hidrogênio, de forma a levar energia limpa e renovável às áreas remotas do país, o que propicia o atendimento à saúde pública, bem como a melhoria das condições de vida da população e a oportunidade de geração de riquezas.

1. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar uma alternativa que possibilite a implantação de Unidades Básicas de Saúde e/ou unidades de trabalho, em regiões sem acesso à eletrificação, e propor um sistema de geração de energia elétrica distribuída e limpa que respeite o meio ambiente e permita facilitar o acesso aos serviços básicos de saúde, visando o progresso de populações excluídas.

2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar um panorama sobre a geração e distribuição de energia elétrica no Brasil, focando as regiões isoladas.

- Apresentar um panorama do sistema de atendimento de saúde no Brasil, efetuando um recorte sobre o atendimento básico em regiões carentes deste serviço.

- Estudar e projetar uma Unidade Básica de Saúde, atendida por energia elétrica distribuída e limpa, gerada de forma alternativa, para aplicar-se em município piloto.

1. METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa descritiva, de cunho exploratório, em que foi efetuado um levantamento de dados enfocando-se:

3.1 Acesso à Saúde

- O acesso aos serviços básicos de saúde no Brasil.

- A definição de uma Unidade Básica de Saúde, quanto aos requisitos mínimos de:
 - Compartimentos (áreas).
 - Equipamentos.
 - Consumo Energético.

3.2 Energia Elétrica

- Os sistemas de geração de energia no Brasil, com destaque para os sistemas de geração de energia elétrica distribuída.
- As tecnologias limpas empregadas na geração de energia elétrica.
- A geração de energia elétrica com a utilização do hidrogênio.

3.3 Escolha da Área para o Projeto da Unidade Básica de Saúde

Seleção de um município do Brasil para funcionar como município piloto, no qual será projetada uma UBS e um sistema de geração de energia alternativa para viabilizar sua operação, que atenda aos seguintes critérios:

- ✓ Município em Estado brasileiro, com baixo IDH .
- ✓ Município com sistema precário de atendimento básico de saúde;
- ✓ Município com dificuldade na obtenção e divulgação de dados estatísticos para efeito de campanhas de saúde pública;
- ✓ Município sem energia elétrica ou com geração de energia através de geradores a óleo diesel, queima de biomassa, alternativas responsáveis por impactos ambientais.

Seguindo esses critérios foi escolhido um município do Estado de Alagoas por ser o estado brasileiro com o segundo IDH Municipal mais baixo do Brasil (IDH Municipal 0,649), acima apenas do estado do Maranhão (IDH Municipal 0,636). (PNUD, 2005). Dos 101 municípios alagoanos nessas condições com baixo IDH Municipal, foi selecionado o município de Pariconha, que situa-se em 23º lugar entre os IDH municipais (0,551). (PNUD, 2005).

3.4 A Unidade Básica de Saúde

Dimensionou-se uma Unidade Básica de Saúde, adequada ao município selecionado, quanto aos requisitos mínimos para atendimento de saúde e odontológico, abastecida por energia elétrica distribuída e limpa.

O dimensionamento resultou em um projeto da unidade básica de saúde e de um sistema de geração de energia para atender às demandas desta unidade projetada.

3.5 Sistema Gerador de Energia Distribuída e Limpa

Desenvolveu-se então um sistema de aproveitamento da energia solar fotovoltaica, que produz energia elétrica através de painéis fotovoltaicos. O excedente de energia gerada desta forma é aproveitado para energizar um eletrolisador abastecido por água e responsável pela produção de hidrogênio. O hidrogênio é então reservado em tanques, e na falta da energia solar fotovoltaica (durante a noite ou em períodos com nebulosidade), o mesmo é introduzido em uma célula a combustível para a geração de energia elétrica, com o mínimo de impacto ambiental e de forma sustentável, de forma a manter a Unidade Básica de Saúde em continuo funcionamento.

Foram considerados os seguintes aspectos:

- A quantidade mínima de energia a ser gerada para o funcionamento da unidade para o dimensionamento do sistema gerador.
- Descrição dos equipamentos básicos.
- O método construtivo mais simples, econômico e de amplo conhecimento no território nacional.

Consecutivamente foram elaborados os projetos de arquitetura e de engenharia civil que contemplassem todos os aspectos pré-determinados.

Para um embasamento mais abrangente, foi efetuado um estudo comparativo de custos de alguns sistemas de geração de energia elétrica.

4. ASPECTOS DA SAÚDE NO BRASIL

4.1 O Acesso à Saúde no Brasil

4.1.1 Contexto Socioeconômico, Político e Demográfico

O Brasil é um dos países do mundo com desigualdades socioeconômicas mais destacadas. Em anos recentes, o crescimento da economia possibilitou elevar a renda média da população, mas a distribuição desigual fez aumentar as diferenças preexistentes. A renda média dos 10 % mais ricos é de cerca de 30 vezes a dos 40 % mais pobres, enquanto que em outros países com grau de desenvolvimento comparável ao do Brasil é apenas 10 vezes maior (OPAS/OMS 1998).

Os 50 % dos habitantes mais pobres tiveram, entre 1960-1990, sua participação na renda nacional reduzida de 18 % para 12 %, enquanto a dos mais ricos elevou-se de 54 % para 65% no mesmo período.

A análise das disparidades regionais de renda, realizada para o início da década de 1990, mostra certa hierarquia da pobreza: uma pirâmide em cuja base situam-se os estados mais pobres, todos pertencentes à região Nordeste, e no ápice o estado de São Paulo acompanhado pelos do extremo sul do país (Rio Grande do Sul e Santa Catarina). Os estados do Nordeste por sua vez distribuem-se em três níveis de renda: o inferior é constituído pelos estados mais pobres do Meio-Norte (Piauí e Maranhão), seguindo-se os do Nordeste Central (Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Alagoas) e, em melhor situação, os estados de Sergipe e Bahia (OPAS/OMS 1998). Na média brasileira, os pobres (indivíduos cuja renda familiar “per capita” situa-se abaixo da linha de pobreza) constituíam 30,00 % da população, 52,70 % dos quais estavam situados na região nordeste, seguindo-se as regiões norte, com 37,90 %; a centro-oeste, com 25,20 %; a sul, com 18,90 % e a sudeste, com 18,70 % (DATASUS, 2.002).

Em relação aos recursos de saúde, em 2.002, o Brasil dispunha, em média, de 0,89 leito público e 1,84 leitos privados por mil habitantes; considerando-se o Sistema Único de Saúde SUS, contava com 2,66 leitos para cada mil habitantes. É interessante comentar que, ao analisar esses indicadores para as cinco regiões brasileiras,

diferenças importantes são notadas. Dessa forma, a região norte é a que está em pior condição (1,01 leitos públicos, 1,04 leitos privados e 2,05 leitos SUS para cada mil habitantes) e os residentes em seus estados dependem, em sua maioria, dos leitos públicos, visto que há pouca disponibilidade de leitos privados.

A relação número de médicos por mil habitantes acompanha a distribuição dos leitos: na região norte há apenas 1,12 médicos por mil habitantes, enquanto na região sudeste há 2,81 médicos por mil habitantes, isto é, mais que o dobro de disponibilidade. Cabe mencionar que esses números revelam também uma grande concentração dos recursos nas capitais e cidades mais importantes de cada unidade da federação, deixando as demais áreas, às vezes, totalmente desprovidas de pessoal e instituições de assistência à saúde (DATASUS, 2002).

Diante desse panorama, a pobreza assume múltiplos aspectos no Brasil, resultantes de diversidades de ordem física, econômica e social. É possível identificar dois pólos críticos de pobreza, diametralmente opostos nas suas características: a região Nordeste (particularmente o nordeste rural) e as metrópoles do Sudeste (em especial as periferias urbanas de São Paulo e Rio de Janeiro).

Segundo estudo divulgado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em seu relatório sobre Saúde no Mundo 2000, o Brasil figurava em 125º lugar no desempenho do sistema de saúde. Com essa colocação, perdia para países como Albânia, Senegal, Benin, Tonga e Paquistão. Considerando a América Latina, o acesso ao sistema de saúde brasileiro só é melhor do que o da Bolívia, Guiana e Peru.

4.1.2 Políticas e Planos Nacionais de Saúde

A Constituição Federal de 1988 dedicou à saúde uma seção no capítulo da Seguridade Social. O texto constitucional configura a saúde como um direito de todos e um dever do Estado, sob a garantia de políticas econômicas e sociais dirigidas tanto para a redução dos riscos de doenças e outros agravos à saúde, quanto para o acesso universal e igualitário às ações e serviços de promoção, proteção e recuperação da saúde, num sistema único de saúde - SUS, de caráter público, federativo, descentralizado, participativo e de atenção integral. Esse marco constitucional gerou as chamadas Leis Orgânicas da Saúde (8.080/90 e 8.142/90), o Decreto 99.438/90 e as

Normas Operacionais Básicas - NOBs, editadas em 1991, 1993 e 1996.

A Lei 8.080/90 regulamenta o SUS, que é responsável, ainda que sem exclusividade, pela concretização dos princípios constitucionais do direito à saúde. O SUS agrega todos os serviços públicos (de níveis federal, estadual e municipal) e os serviços privados, quando credenciados por contrato ou convênio. As políticas sociais do governo brasileiro, dentro das quais se integra a de saúde, são coordenadas pela Câmara de Política Social, integrada pelos ministros da área social e com a participação dos Ministérios da Fazenda e do Planejamento, sob a direção do Presidente da República. Essa Câmara estabelece estratégias para a ação articulada dos diferentes órgãos executores de programas sociais e seleciona os projetos inter-setoriais componentes do programa governamental “Brasil em Ação”, os quais se submetem a esquema especial de gerenciamento. Entre esses projetos, figuram o de redução da mortalidade infantil e o de agentes comunitários de saúde.

A ação governamental em saúde está centrada em dois objetivos fundamentais: por uma parte, melhorar o quadro sanitário, especialmente no que se refere à redução da mortalidade na infância; por outra, reorganizar institucionalmente o setor, recuperando e modernizando a capacidade operativa do sistema de saúde. Para atender ao primeiro objetivo, o governo propõe desenvolver ações de controle das doenças transmissíveis, de prevenção e recuperação da desnutrição, de atenção integral à saúde da mulher e da criança, e de melhoria das condições de saneamento básico. Esforços conjuntos dos setores de saúde e saneamento buscavam reduzir a mortalidade infantil para 23 óbitos por mil nascidos vivos, em 1999.

As ações prioritárias do plano estão concentradas nos campos de prevenção, com ênfase no atendimento básico, bem como na melhoria da qualidade dos serviços e na interação com a sociedade, com o fortalecimento dos conselhos de saúde.

4.1.3 Acesso e Utilização de Serviços de Saúde

Dos 170 milhões de pessoas no Brasil, 71,20% (112,6 milhões) possuem serviço regular de saúde. Portanto os excluídos deste serviço somam 57,4 milhões de pessoas. 30 milhões de brasileiros nunca consultaram um dentista (DATASUS, 2002).

O atendimento da população assistida regularmente é efetuado conforme exibido abaixo: (DATASUS, 2.002)

Postos de Saúde (Unidades Básicas de Saúde)	41,80%
Ambulatórios de hospitais	21,50%
Consultórios	19,70%
Clínicas	8,30%
Farmácias	2,20%
Ambulatórios de empresas e sindicatos	1,50%
Agentes comunitários	0,10%

Mostra-se, então, a importância do Posto de Saúde para o ingresso ao atendimento regular dos serviços de saúde no sistema de saúde do Brasil. Os postos de saúde respondem pelo atendimento de cerca de 47 milhões de pessoas.

De acordo com os dados estatísticos apresentados no item *Contexto sócio- econômico, político e demográfico* desta pesquisa, fica registrado o importante efeito da renda familiar média sobre o acesso aos serviços de saúde. A porcentagem que nunca consultou dentista é nove vezes superior para as pessoas com renda de até 1 salário mínimo, quando comparadas com as que recebem mais de 20 salários mínimos.

Este mesmo efeito constata-se em relação ao tempo decorrido a partir da data da última consulta ao dentista. Dentre os que consultaram dentista há mais tempo (3 anos ou mais) a maior concentração de pessoas está na população de menor renda familiar mensal. A população jovem - até 19 anos - , as mulheres, os residentes em áreas urbanas são os que consultaram este tipo de serviço mais recentemente, sugerindo que utilizam serviços odontológicos com maior frequência (DATASUS, 2.002).

4.1.4 Problemas Específicos de Saúde

Estima-se que cerca de 20% dos óbitos ocorridos no país não sejam contabilizados, proporção que ultrapassa 50% em algumas localidades das regiões Norte e Nordeste. Entre os óbitos registrados no período 1990-94, observa-se que 17,80% foram atribuídos a causas mal definidas. Nas regiões Norte e Nordeste encontram-se os

maiores valores de causas mal definidas (28,60% e 42,10%, respectivamente, em 1990) (DATASUS, 2002).

Os dados relacionados à mortalidade infantil na população urbana brasileira, decresceram de 51 para 32 por mil nascidos vivos, enquanto nas áreas rurais a variação foi apenas de 69 para 61 por mil. A mortalidade infantil nas populações rurais ainda é, portanto, quase duas vezes maior que a observada nas áreas urbanas. As disparidades inter-regionais são também evidentes. A taxa de mortalidade infantil na região Nordeste (64 óbitos por mil nascidos vivos) supera em 2,5 vezes a da região Sul (25 por mil).

As ações comunitárias e preventivas realizadas por Unidades Básicas de Saúde, tais como as imunizações, o uso da terapia de re-hidratação oral e o incentivo ao aleitamento materno, foram chaves para a erradicação da poliomielite, a virtual eliminação da mortalidade por sarampo, a drástica redução do tétano neonatal, o decréscimo de 50% dos óbitos por diarreia e a redução da desnutrição, especialmente em suas formas graves (DATASUS, 2002).

Os valores médios dos indicadores nacionais, entretanto, tendem a ocultar grandes disparidades entre áreas urbanas e rurais, entre regiões, entre estados de uma mesma região e entre municípios de um mesmo estado.

Os índices de mortalidade infantil apontam para 52,40/1.000 nascidos vivos na região Nordeste, onde residem 29% da população do país e na região Norte este índice é de 33,90/1.000 nascidos vivos, região responsável por 8% da população do país. A mortalidade infantil em crianças com até 5 anos de idade representa índice de 9,7/1.000 no Nordeste, por diarreia, e este índice atinge 5,5/1.000 na região Norte; atingem 5,8/1.000 por doenças respiratórias no Nordeste e 6,4/1.000 no Norte do país (MS, 2.004). A deficiência qualitativa dos dados nas áreas mais carentes do país está associada a índices também elevados de sub-registro de óbitos, dificultando a análise da mortalidade por causas, pois a omissão de dados incide principalmente sobre as patologias típicas do subdesenvolvimento, como a diarreia e as infecções respiratórias agudas (MS, 2.004).

Com relação à morbidade, as internações hospitalares realizadas em 2.002, no sistema público de saúde, representaram como causas principais, para todas as faixas de idade:

doenças infecciosas e parasitárias (12,46%) na região Nordeste, (14,22%) na região Norte; doenças do aparelho respiratório (16,25%) na região Nordeste, (14,16%) na região Norte e internações devido à gravidez, parto e puerpério (26,66%) na região Nordeste e (30,00%) na região Norte (IDB,2.004).

4.1.5 Doenças Transmissíveis por Vetores

Aproximadamente 19 milhões de pessoas, ou 12,30% da população brasileira (dados de 1995), vivem em áreas de risco de malária. Essas áreas estão situadas na região Amazônica, onde ocorreram 99,40% dos 444.049 casos da doença registrados no país em 1996, representando decréscimo de 21% sobre o total notificado em 1995. O índice parasitário anual (IPA), nas áreas de risco foi de 29,60 por mil em 1995. Noventa e cinco municípios da região Amazônica apresentam IPA superior a 50 por mil, sendo considerados de alto risco de malária. Os três estados que registraram maior número de casos, em 1996, foram o Pará (33% do total), Rondônia (22%) e Amazonas (16%). Casos de febre amarela silvestre ocorrem todos os anos, tendo sido notificados, entre 1993 e 1996, 102 casos em sete estados: Amazonas, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Pará e Roraima. Em 1996 registraram-se 14 casos de febre amarela silvestre com 12 óbitos, todos ocorridos no estado do Amazonas. Essa alta proporção de óbitos é provavelmente indicativa de elevado sub-registro de casos. A principal medida para a prevenção da febre amarela silvestre é a vacinação (OPAS/OMS 1998).

A esquistossomose é endêmica em praticamente todos os estados da região Nordeste e em dois estados da Sudeste (Minas Gerais e Espírito Santo). Existem ainda focos localizados nas demais regiões do país: Norte (nordeste do Pará), Centro-Oeste (Distrito Federal) e Sul (Paraná e Santa Catarina). Apesar da grande expansão de atividades sistematizadas de diagnóstico coproscópico e de tratamento de casos (2,7 milhões de exames realizados em 1995), as ações de controle - que incluem melhorias sanitárias domiciliares e manejo ambiental - ainda não puderam ser estendidas a toda a área endêmica. Permanecem existindo localidades onde as taxas de prevalência são superiores a 25%, o que representa sério risco para o desenvolvimento de formas graves da doença. Pode-se afirmar que saúde é uma questão central no Brasil. É

central não só por ser de máxima importância, mas por ser uma intersecção de diversos fatores: saneamento, alimentação, educação em saúde, renda familiar, assistência social; que são tão importantes quanto a implementação do nível básico de assistência à saúde e a construção de grandes hospitais com aparelhos modernos e caros. Quanto ao acesso aos serviços de saúde no País, vale ressaltar que:

- cerca de um terço da população brasileira não tem acesso a um serviço de saúde de uso regular;
- o tipo de serviço utilizado como porta de entrada ao sistema de saúde (serviço de uso regular) varia segundo a idade, o sexo e, principalmente, a renda familiar;
- as pessoas mais jovens e aquelas com menor renda familiar têm como porta de entrada mais usual os postos ou centros de saúde, enquanto o consultório privado é mais procurado por mulheres, idosos e pessoas de nível mais alto de renda;
- o acesso a consultas médicas e odontológicas aumenta expressivamente com a renda e é maior nas áreas urbanas;
- cerca de um quinto da população brasileira nunca foi ao dentista. Entre os residentes em área rural 32% nunca consultou dentista;
- estudos realizados na área de saúde, confirmaram que aproximadamente 5 milhões de pessoas referiram ter necessitado mas não procuraram um serviço de saúde, sendo que a justificativa mais freqüente desta atitude foi a falta de recursos financeiros.

4. 2 A Saúde no Estado de Alagoas

4.2.1 Dados sobre o Estado de Alagoas

Para este trabalho, foi escolhido o Estado de Alagoas pelas suas características sociais. O Estado enfrenta sérios problemas sócioeconômicos.

Sete dos dez municípios mais

pobres do país situam-se em Alagoas. A porcentagem de analfabetos também é a mais alta do país, abrangendo 34% das pessoas acima de 15 anos.

O Estado situa-se como o campeão de mortalidade infantil (ITEC, 2002).

4.2.1.1 População

Estudos revelaram que houve um significativo acréscimo na população do Estado de Alagoas, que atingiu 2,8 milhões de habitantes em 2000. Tal fato evidencia uma significativa pressão sobre as políticas públicas em geral, e especialmente sobre as políticas de saúde.

O grau de urbanização da população do estado é, desde 1970, inferior ao verificado para o Brasil como um todo, com 68 % da população vivendo em áreas urbanas, em 2000. A figura 1 apresenta o grau de urbanização da população no estado de Alagoas.

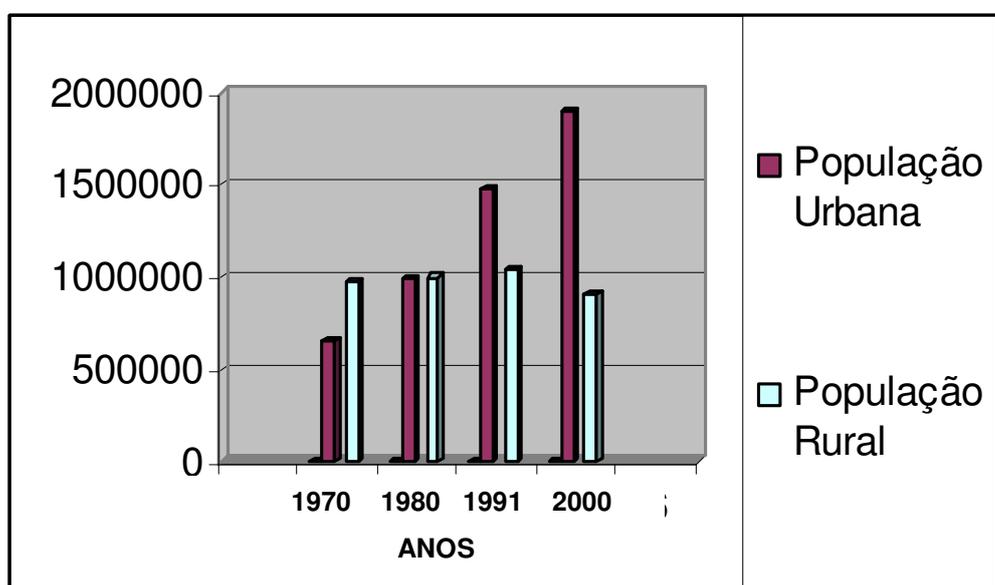


Figura 1 - Grau de urbanização do Estado de Alagoas

Fonte: IBGE 1970; 1980; 1991; e 2000

4.2.1.2 Indicadores sociais

Os censos demográficos evidenciam uma melhora nos indicadores sociais de Alagoas, embora o estado continue exibindo indicadores inferiores aos verificados para o país como um todo. Tais indicadores não refletem a heterogeneidade interna do Estado, que apresenta diferenças regionais. As figuras 2, 3, e 4 apresentam alguns indicadores sociais do Brasil.

A figura 2, mostra os valores do IDH, em 1991 e 2000, no Brasil.

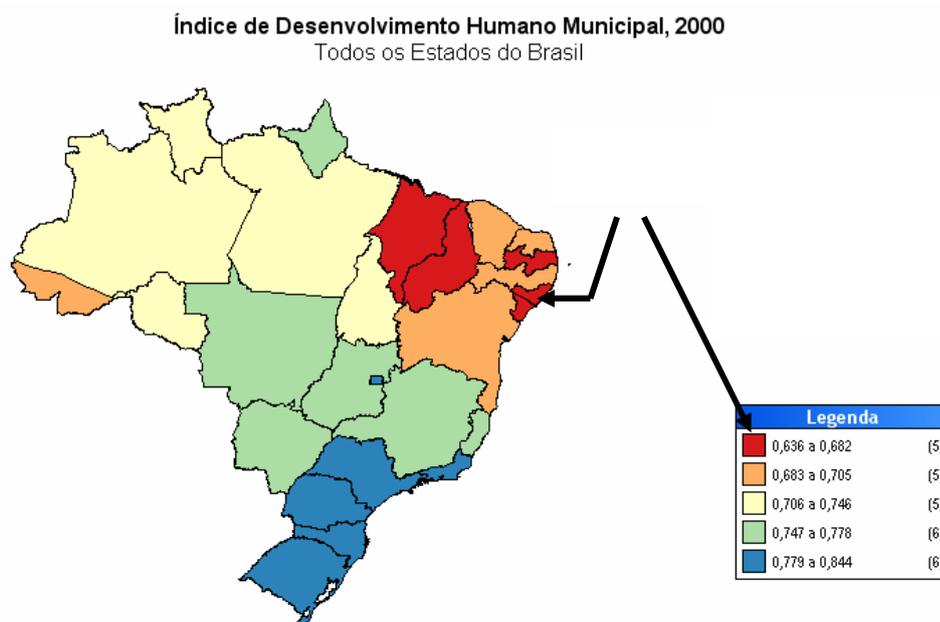
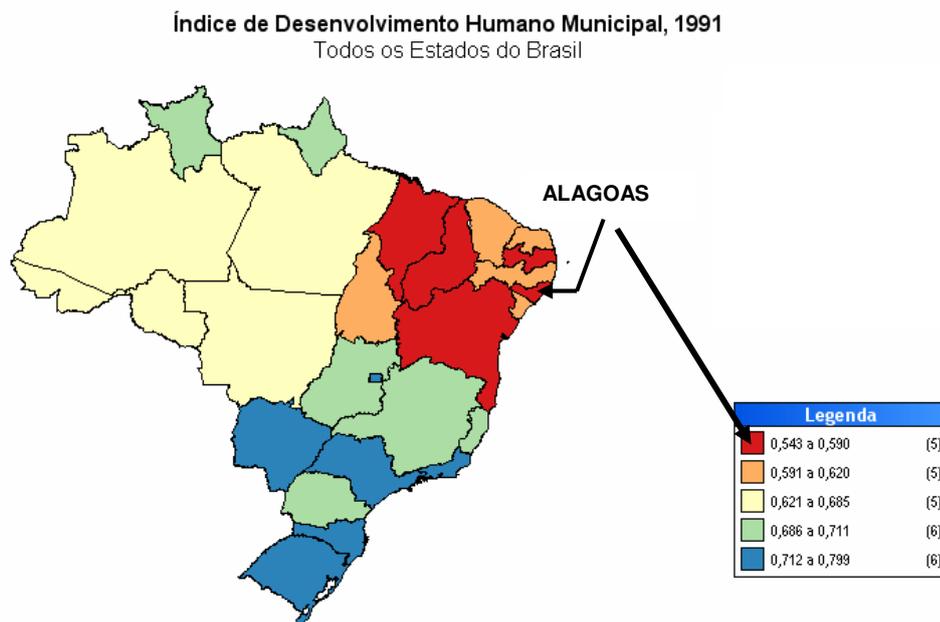


Figura 2 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Brasil 1991 e 2000.

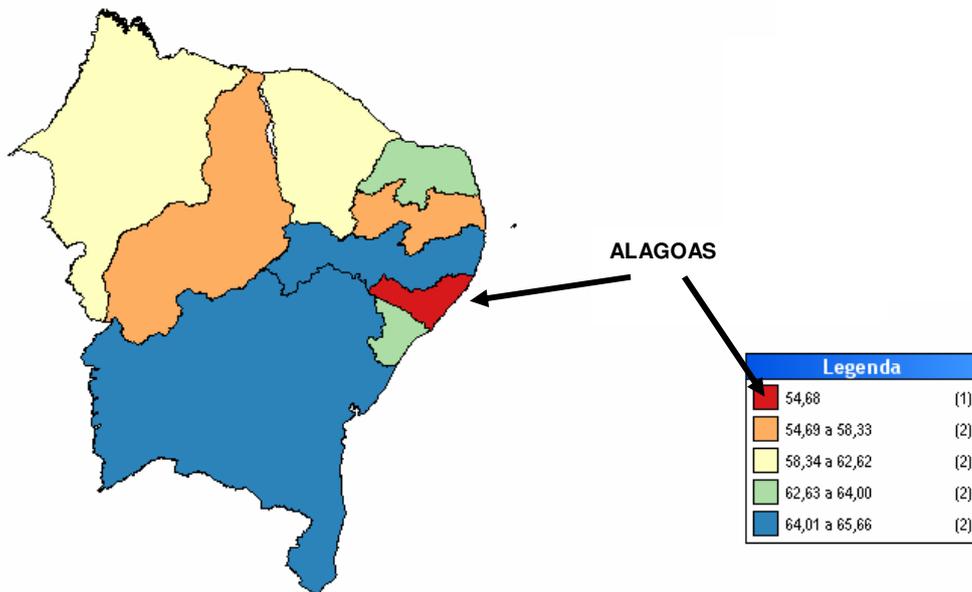
Fonte : PNUD, 2005.

Nota: Conforme o PNUD, o IDH do Brasil para o ano de 2005 é 0,792

A figura 3 mostra a taxa de alfabetização de adultos em Alagoas, em 1991 e 2000, quando se verifica uma melhoria de 22 %.

O índice variou de 54,68 para 66,61.

Taxa de alfabetização de adultos de Alagoas em 1991 = 54,68



Taxa de alfabetização de adultos de Alagoas em 2000 = 66,61

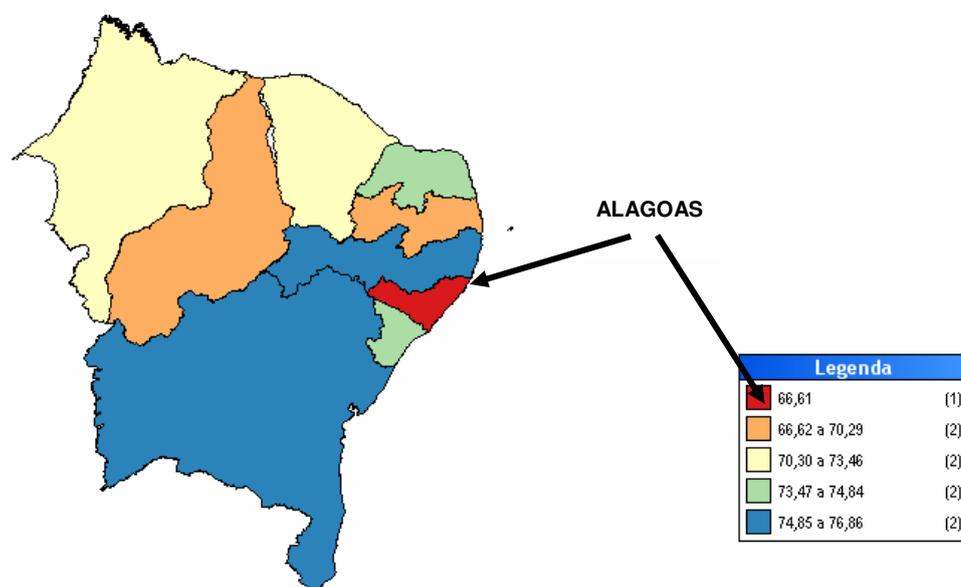
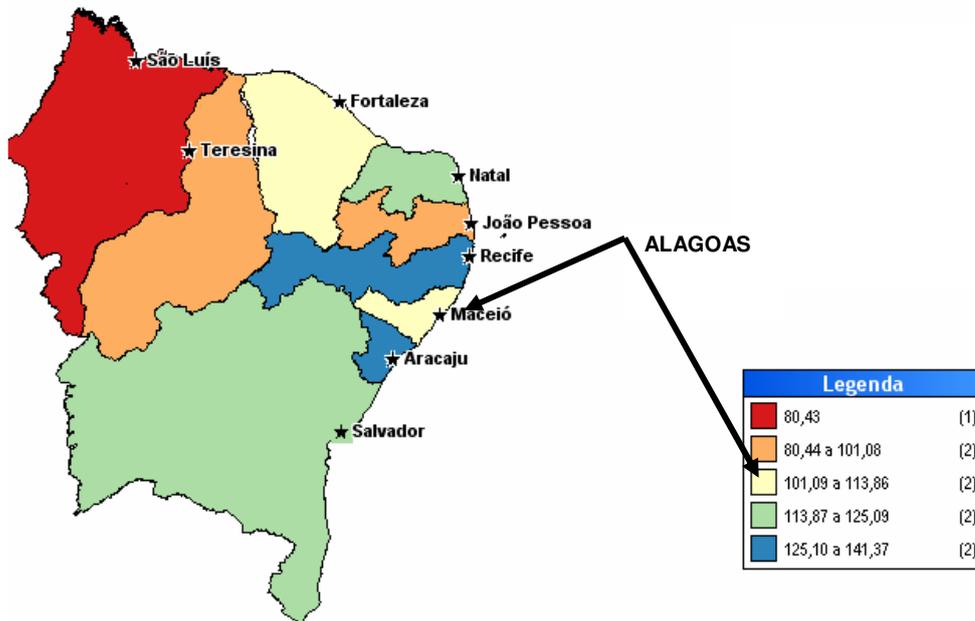


Figura 3 - Taxa de alfabetização de adultos do Nordeste, 1991 e 2000.

Fonte: Fonte : PNUD, 2005.

A figura 4 mostra a renda per capita da região Nordeste. Em Alagoas, houve variação de 28 %, de 109,13 para 139,91, de 1991 a 2000.

Renda “per capita” de Alagoas em 1991 = 109,13



Renda “per capita” de Alagoas em 2000 = 139,91

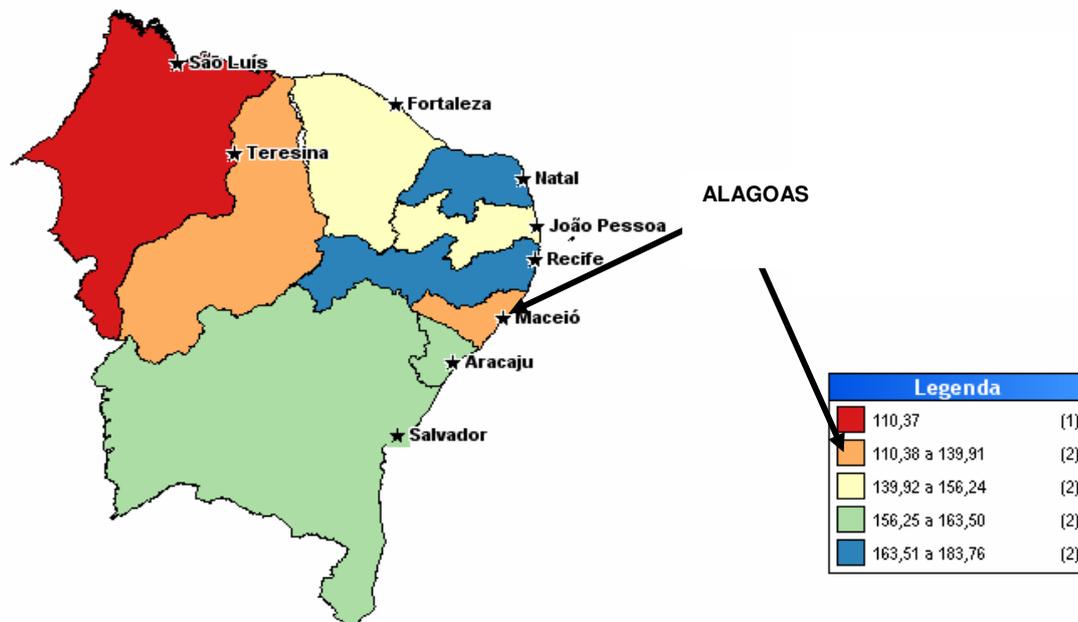


Figura 4 - Renda “Per Capita” da região Nordeste, 1991 e 2000.

Fonte: PNUD, 2005

4.2.1.3 Cobertura de Infra-Estrutura

Os dados de cobertura dos serviços de infra-estrutura de saneamento revelam que:

- o indicador de esgotamento sanitário pelo sistema de rede geral de esgoto é muito inferior ao verificado para o país como um todo. O sistema de fossas sépticas é utilizado em 30% dos domicílios urbanos do Estado de Alagoas;
- a coleta de lixo atinge cerca de 84% dos domicílios urbanos do Estado; situando-se próxima da média nacional;
- a cobertura da rede de água é inferior à média nacional, atingindo 80% dos domicílios urbanos do estado (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DE ALAGOAS, 2002).

O quadro 1 apresenta os domicílios particulares permanentes urbanos segundo a cobertura de infra-estrutura de saneamento básico, indicando que todos os índices correspondentes aos itens relativos ao saneamento apresentam-se abaixo da média nacional.

Quadro 1 - Domicílios Particulares Permanentes Urbanos Segundo Cobertura de Infra-estrutura de Saneamento Básico, Alagoas e Brasil, em 1999

Serviços de Saneamento	Alagoas (%)	Brasil (%)
Rede geral de água	80,20	89,20
Rede geral de esgoto	11,00	52,50
Fossa séptica	30,00	23,10
Coleta de lixo	83,70	85,00

Fonte: IBGE, 2000.

4.2.1.4 Contexto Socioeconômico do Estado de Alagoas

A análise dos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) e das Condições de Vida (ICV), divulgados pela Organização das Nações Unidas e a recente atualização das contas nacionais oferecem condições para se afirmar que o Estado de Alagoas ainda se encontra distante de equacionar seus problemas de crescimento econômico sustentado e convive com graves problemas de natureza social.

Os indicadores relacionados às áreas de educação, saúde, habitação, longevidade e renda “per capita” colocam Alagoas em situação desfavorável, comparativamente aos números pertinentes ao Nordeste do País como um todo.

Os níveis de saúde são muito baixos. Os condicionantes que influem nos padrões de saúde da população guardam estreita correlação com a questão econômica e as políticas públicas federais voltadas para este setor.

Nesse contexto, a crise econômico-financeira da economia brasileira, ao lado das atuais dificuldades econômicas do Estado, reflete-se nos baixos níveis de salários, nas altas taxas de desemprego e subemprego, déficit habitacional, ausência de serviços de abastecimento de água tratada e esgoto sanitário, contribuindo sobremaneira para a redução dos padrões de saúde, principalmente da população mais carente. As estatísticas mais recentes apontam para um coeficiente de mortalidade infantil de 84,2 óbitos/1000 nascidos vivos destacando-se como principais causas as doenças dos aparelhos respiratório e circulatório, doenças infecciosas e parasitárias e afecções originárias do período perinatal.

As estruturas de atendimento tais como número de estabelecimentos, equipamentos e recursos humanos não atendem às reais necessidades da população do estado.

Ao lado dos outros estados do Nordeste, na maioria dos municípios, com exceção da capital do Estado, o número de famílias vivendo abaixo da linha de pobreza (as famílias que, em setembro de 1999, data de referência da PNAD, tinham um rendimento disponível correspondente ao valor atual do salário mínimo para viver o mês inteiro) ultrapassa os 40 %, fazendo com que aumente o ingresso de crianças e adolescentes nas ruas, cada vez mais precocemente.

Sob o ponto de vista do emprego, o Estado, apesar de suas potencialidades econômicas expressas pela indústria sucro-álcool-química, gás natural, turismo, cultura do fumo, bacia leiteira e agricultura irrigada, não tem contribuído para oferecer um maior nível de absorção de renda por parte da mão-de-obra alagoana.

Segundo o IDB 2004-Brasil, Alagoas apresentava, em 2003, uma taxa de desemprego de 7,70%, abaixo de todos os estados do nordeste, situando-se, também, abaixo da média nordestina (8,7%). Por outro lado, o PIB per capita de Alagoas (R\$ 3.011,53), somente supera os estados do Piauí (R\$2.112,94) e do Maranhão (R\$ 1.949,33), situando-se, portanto, abaixo de todos os demais estados da federação.

No que se refere ao saneamento básico, a situação também não é favorável, uma vez que somente cerca de 63% da população consome água tratada e apenas 7,30% é assistida com sistemas de esgotos sanitários. Esses baixos níveis de atendimento contribuem para elevar os índices de doenças infecto-contagiosas como a esquistossomose, cólera e febre tifóide transmitidas por veiculação hídrica.

Em 1996, o IDH de Alagoas fixava-se em torno de 0,537 situando-se abaixo dos índices do Nordeste e do Brasil. Este quadro demonstra que o Estado terá que realizar um grande esforço de desenvolvimento sustentável para se aproximar dos valores médios do IDH brasileiro.

4.2.2 Município Piloto para Implantação da Unidade Básica de Saúde

Foi escolhido o Município de Pariconha, no Estado de Alagoas, como um município piloto para a aplicação do objeto desta pesquisa: implantação de uma unidade básica de saúde. Esta escolha deu-se devido aos baixos níveis socioeconômicos, apresentados pelas dificuldades de transporte e acesso à região, como também pelo tamanho da comunidade. Tais peculiaridades inviabilizam a implantação de um sistema convencional de atendimento à saúde, corroborado pelo fato da energia elétrica instalada no município ser gerada por geradores a óleo diesel, queimando combustível fóssil.

A figura 5 mostra a localização do Município de Pariconha, no Estado de Alagoas.



Capital: Maceió

Número de Municípios: 101



- rios
- rodovias pavimentadas
- estradas de ferro
- portos
- aeroportos
- aeroportos internacionais

Figura 5 – Localização do Estado de Alagoas e do Município de Pariconha

Fonte: IBGE, 2000

4.2.2.1 Caracterização do Município de Pariconha

O Município de Pariconha apresenta os seguintes dados:

Área: **262,7 km²**

Densidade Demográfica: **35,3 hab/km²**

Ano de Instalação: **1.993**

Distância à Capital do Estado: **253,1 km**

Microrregião: **Serrana do Sertão Alagoano**

Mesorregião: **Sertão Alagoano**

4.2.2.2 Demografia

No período 1991-2000, a população de Pariconha apresentou uma taxa média de crescimento anual de 2,12%, passando de 8.407, em 1991, para 10.086, em 2000. A taxa de urbanização cresceu 4,09, passando de 22,90%, em 1991, para 23,84%, em 2000, conforme o quadro 2. Em 2000, a população do município representava 0,36%, da população do Estado e 0,01% da população do País.

Quadro 2 - População por Situação de Domicílio do Município de Pariconha, 1991 e 2000

População	1991	2000
Urbana	1.925	2.404
Rural	6.482	7.682
Total	8.407	10.086
Taxa de Urbanização	22,90%	23,84%

Fonte: PNUD, 2005.

A figura 6 e o quadro 3 mostram a estrutura etária de Pariconha, em 1991 e 2000.

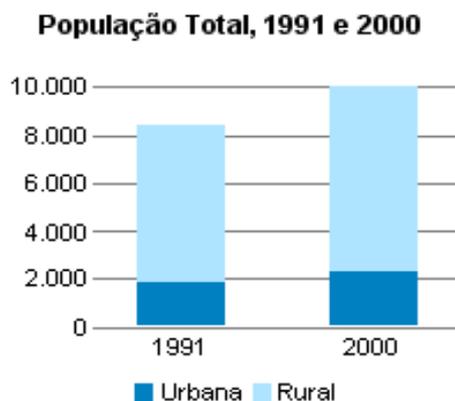


Figura 6 - Estrutura Etária do Município de Pariconha, 1991 e 2000

Fonte: PNUD, 2005.

Quadro 3 – Estrutura Etária do Município de Pariconha, 1991 e 2000

População	1991	2000
Menos de 15 anos	3.545	3.780
15 a 64 anos	4.301	5.631
65 anos e mais	561	675
Razão de Dependência	95,5%	79,1%

Fonte: PNUD, 2005.

No período 1991-2000, a taxa de mortalidade infantil do município diminuiu 28,84%, passando de 82,91 (por mil nascidos vivos), em 1991, para 59,00 (por mil nascidos vivos), em 2000. A esperança de vida ao nascer cresceu 5,07 anos, passando de 56,12 anos, em 1991, para 61,19 anos, em 2000, conforme apresentado no quadro 4:

Quadro 4 - Indicadores de Longevidade, Mortalidade e Fecundidade para o Município de Pariconha, 1991 e 2000

Indicador	1991	2000
Mortalidade até 1 ano de idade (por 1000 nascidos vivos)	82,9	59,0
Esperança de vida ao nascer (anos)	56,1	61,2
Taxa de Fecundidade Total (filhos por mulher)	6,1	3,8

Fonte: PNUD, 2005.

4.2.2.3 Educação

O quadro 5 mostra o nível educacional da população jovem do município de Pariconha em 1991 e 2000.

Quadro 5 - Nível Educacional da População Jovem do Município de Pariconha, 1991 e 2000

Faixa etária (anos)	Taxa de analfabetismo		Percentual da população com menos de 4 anos de estudo		Percentual da população com menos de 8 anos de estudo		Percentual da população frequentando a escola	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
7 a 14	62,1	40,9	-	-	-	-	56,8	91,1
10 a 14	44,1	26,9	85,7	81,7	-	-	60,6	91,1
15 a 17	37,6	17,2	60,3	55,1	96,8	93,7	32,5	71,0
18 a 24	43,6	27,2	64,1	52,5	91,2	88,0	-	-

= Não se aplica

Fonte: PNUD, 2005.

O quadro 6 mostra discreta queda dos índices de analfabetismo e os percentuais de anos de estudo, nos censos de 1991 e 2000, no município de Pariconha.

Quadro 6 - Nível Educacional da População Adulta (25 anos ou mais) do Município de Pariconha, 1991 e 2000

Indicador	1991	2000
Taxa de analfabetismo	57,2	52,2
Percentual da população com menos de 4 anos de estudo	79,4	75,6
Percentual da população com menos de 8 anos de estudo	96,9	93,4
Média de anos de estudo	1,5	2,0

Fonte: PNUD, 2005.

4.2.2.4 Renda

A renda “per capita” média do município, conforme o quadro 7, cresceu 27,83%,

passando de R\$ 41,21, em 1991, para R\$ 52,68, em 2000. A pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar “per capita” inferior a R\$ 75,50, equivalente à metade do salário mínimo vigente em agosto de 2000) diminuiu 8,59%, passando de 89,5%, em 1991, para 81,8%, em 2000. A desigualdade cresceu; o Índice de Gini passou de 0,49, em 1991, para 0,66, em 2000.

Quadro 7 - Indicadores de Renda, Pobreza e Desigualdade no Município de Pariconha, 1991 e 2000

Indicador	1991	2000
Renda "per capita" Média (R\$ de 2000)	41,2	52,7
Proporção de Pobres (%)	89,5	81,8
Índice de Gini	0,49	0,66

Fonte: PNUD, 2005.

O quadro 8 mostra o percentual de apropriação de renda por extratos de população, nos censos de 1991 e 2000, no município de Pariconha.

Quadro 8 - Porcentagem da Renda Apropriada por Extratos da População do Município de Pariconha, 1991 e 2000

Extrato Populacional	1991	2000
20% mais pobres	4,1	0,0
40% mais pobres	12,0	2,9
60% mais pobres	24,4	12,7
80% mais pobres	46,4	33,2
20% mais ricos	53,6	66,8

Fonte:, 2005.

4.2.2.5 Habitação

Os quadros 9 e 10 mostram um acréscimo palpável, ao acesso a serviços básicos e bens de consumo nos censos de 1991 e 2000, no Município de Pariconha.

Quadro 9 - Acesso a Serviços Básicos no Município de Pariconha, 1991 e 2000

Serviços Básicos	1991	2000
Sistema Público de Água	10,9	22,2
Energia Elétrica	47,5	83,5
Coleta de Lixo ¹	45,9	75,8

¹ Somente domicílios urbanos

Fonte: PNUD, 2005.

Quadro 10 - Acesso a Bens de Consumo no Município de Pariconha, 1991 e 2000

Bens de Consumo	1991	2000
Geladeira	14,7	38,6
Televisão	23,9	66,2
Telefone	0,5	2,2
Computador	ND	0,4

(ND = não disponível)

Fonte: PNUD, 2005.

4.2.2.6 Vulnerabilidade

O quadro 11 mostra os indicadores de vulnerabilidade familiar no município de Pariconha nos censos de 1991 e 2000.

Quadro 11 - Indicadores de Vulnerabilidade Familiar no Município de Pariconha, 1991 e 2000

Indicador	1991	2000
Percentual de mulheres de 10 a 14 anos com filhos	ND	0,6
Percentual de mulheres de 15 a 17 anos com filhos	2,90	4,03
Percentual de crianças em famílias com renda inferior à 1/2 salário mín.	94,0	92,5
Percentual de mães chefes de família, sem cônjuge, com filhos menores	4,8	6,2

ND = não disponível

Fonte: PNUD, 2005.

4.2.2.7 Desenvolvimento Humano

O quadro 12 mostra os Índices de Desenvolvimento Humano no Município de Pariconha em 1991 e 2000.

Quadro 12 – Índice de Desenvolvimento Humano no Município de Pariconha em 1991 e 2000

Indicador	1991	2000
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	0,453	0,551
IDH Educação	0,447	0,614
IDH Longevidade	0,519	0,603
IDH Renda	0,394	0,435

Fonte: PNUD, 2005.

No período de 1991 a 2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Pariconha cresceu 21,63%, passando de 0,453, em 1991, para 0,551, em 2000. O que mais contribuiu para este crescimento foi a Educação, com 57,2%, seguida pela Longevidade, com 28,8% e a Renda, com 14,0%, conforme apresentado na figura 7.

Neste período, o hiato de desenvolvimento humano (a distância entre o IDH do município e o limite máximo do IDH, ou seja, $1 - \text{IDH}$) foi reduzido em 17,9%. Se mantivesse esta taxa de crescimento do IDH-M, o município levaria 22,6 anos para alcançar São Caetano do Sul (SP), o município com o melhor IDH-M do Brasil (0,919), e 13,0 anos para alcançar Maceió (AL), o município com o melhor IDH-M do estado (0,739).

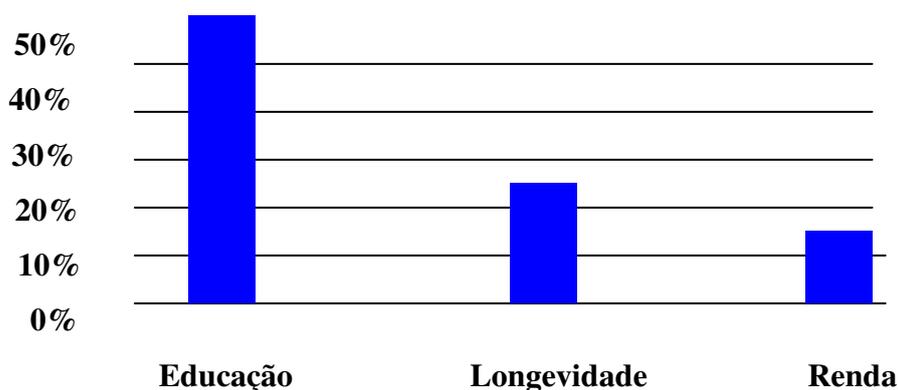


Figura 7 – Fatores de Contribuição para Crescimento do IDH - Evolução 1991-2000

Fonte: PNUD, 2005.

A seguir são apresentados alguns aspectos importantes que permitem traçar um perfil do município de Pariconha.

Quadro 13 - Perfil do Município de Pariconha

GEOGRAFIA	
Extensão Territorial	262 km ² (ITEC, 2002)
Clima	Temperado. Máx. de 32°C e Mín.de 22°C (ITEC, 2002)
Situação Geográfica	Microrregião do Sertão Alagoano. 550 m acima do nível do mar (ITEC, 2002)
POPULAÇÃO E CONDIÇÕES DE VIDA	
População Rural em 2000 (76,16%)	7.682 habitantes (PNUD, 2005)
População Urbana em 2000 (23,84%)	2.404 habitantes (PNUD, 2005)
População Total em 2000	10.086 habitantes (IBGE, 2005)
IDH	Pariconha = 0,551 (PNUD, 2005) Alagoas = 0,649 (PNUD, 2005) Brasil = 0,792 (PNUD, 2005)
Coefficiente de Mortalidade Infantil	59 / 1000 (PNUD, 2005)
Eleitorado	5.829 eleitores (IBGE, 2005)
EDUCAÇÃO	
Número de Matrículas no Ensino Pré Escolar	0 (IBGE, 2005)
Número de Estabelecimentos de Ensino Pré Escolar	0 (IBGE, 2005)
Número de Matrículas no Ensino Fundamental	2.678 (IBGE, 2005)
Número de Docentes no Ensino Fundamental	107 (IBGE, 2005)
Número de Docentes no Ensino Médio	0 (IBGE, 2005)
Número de Estabelecimentos de Ensino Médio	0 (IBGE, 2005)
Taxa de Analfabetismo	52,20 % (PNUD, 2005)

(Continuação do Quadro 13)

SAÚDE	
Número de Hospitais	0 (IBGE, 2005)
Número de Leitos Hospitalares	0 (IBGE, 2005)
Número de Unidades Ambulatoriais	5 (IBGE, 2005)
Número de Internações Hospitalares	0 (IBGE, 2005)
Número de óbitos	59 (IBGE, 2005)
Grupo de Geradores para a Saúde	0 (IBGE, 2005)
PRODUÇÃO DE BENS E SERVIÇOS	
Economia	Agropecuária
Número de Agências bancárias	0 (IBGE, 2005)
Número de Empresas com CNPJ	12 (IBGE, 2005)
Número de Estabelecimentos Agropecuários	1.064 (IBGE, 2005)
PARTICIPAÇÃO EM PROGRAMAS ESTRUTURANTES	
Progr. de redução da Mortalidade Infantil (PRMI)	Sim (MS, 2004)
Progr. de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI)	Sim (MPAS, 2006)
Progr. Nacional de Agricultura Familiar (PRONAF)	Sim (MA, 2006)
Progr. Nacional de Municipalização do Turismo (PNMT)	Não (MT, 2006)
Progr. Nacional de Reforma Agrária (PNRA)	Não (MDA, 2006)
Projeto Alvorada	Sim (CCPR, 2006)

Pode-se observar que o município conta com uma população de cerca de 11.000

habitantes. Possui um IDH 0,551 (IDH, 2005) menor do que o do Estado de Alagoas 0,649 (IDH, 2005) e do Brasil 0,792 (IDH, 2005) e um coeficiente de mortalidade infantil de 59/1.000 nascidos vivos (IDH, 2005) , bem acima da taxa do Brasil 33,7/1.000 (IDH, 2005).

Em relação aos outros municípios do Brasil, Pariconha apresenta uma situação ruim, ocupa a 5.293ª posição, sendo que 5.292 municípios (96,1%) estão em situação melhor e 214 municípios (3,9%) estão em situação pior ou igual a ele. A implantação de uma Unidade Básica de Saúde, eletrificada, proporcionará melhoria no atendimento médico do município. Além disto, o posto poderá contar com equipamento odontológico que permitirá a melhoria também na saúde bucal da população.

5. A ENERGIA ELÉTRICA

A energia, nas suas mais diversas formas, é indispensável à sobrevivência da espécie humana. O homem procurou sempre evoluir, descobrindo fontes e formas alternativas de adaptação ao ambiente em que vive e de atendimento às suas necessidades. A energia elétrica apresenta função preponderante no bem estar da sociedade. Energia esta oriunda da transformação de outras formas de energia quais sejam: hidráulica, eólica, geotérmica, resultante da queima de combustíveis fósseis, bem como biomassa, dentre outras fontes (COMISIÓN DE DESAROLLO Y MÉDIO AMBIENTE DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2001).

Em termos de suprimento energético, a eletricidade tornou-se uma das formas mais versáteis e convenientes de energia, passando a ser recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de muitos países e regiões.

5.1 As Demandas de Energia Elétrica

Somado ao crescimento acelerado da demanda de energia – produto do crescimento do consumo individual pelo aumento do número de indivíduos - está o desperdício exacerbado de energia (PENNA, 1999).

Alguns especialistas estimam que os países industrializados gastem em média uma

unidade de energia para produzir cinco unidades do seu Produto Nacional Bruto (PNB), enquanto os países pobres utilizam seis unidades de energia para apenas uma unidade de PNB. Isto indica um gasto energético 30 vezes maior para a mesma unidade produzida, ou seja, um fantástico desperdício. Um exemplo de que principalmente nas nações em desenvolvimento, ainda há enormes margens para aumentar o rendimento no uso dos combustíveis fósseis é o dos Estados Unidos, que entre 1973 (no primeiro "choque do petróleo") e 1981, assistiram ao crescimento de sua economia em 33%, enquanto o consumo de petróleo permanecia estável. Ainda assim, já na década de 1980, os norte-americanos gastavam quase o dobro de energia que os alemães e japoneses por unidade de PNB, numa insofismável demonstração de que se pode melhorar continuamente a eficiência energética (PENNA, 1.999).

O "know-how" para diminuição do consumo de energia, proporcionando entretanto o mesmo conforto e bem estar, já está disponível. Com o progresso científico-tecnológico, o uso de novas fontes - as renováveis - vem sendo ampliado, extensiva e intensamente, em substituição aos combustíveis fósseis.

Enquanto a indústria global de geração de energia produzia, em 1990, uma receita anual de US\$ 1 trilhão, menos de 1% disso devia-se a energias renováveis. Essas fontes vêm sendo mantidas até hoje por mercados pequenos e isolados, estimulados por esforços localizados de governos, pesquisadores e fabricantes. Não obstante as dificuldades em se vencerem os obstáculos de mercado representados pelos lobbies e por outras ações de grupos cujos negócios dependem de combustíveis fósseis, o emprego de fontes renováveis está conhecendo uma expansão ainda discreta, mas irreversível (PENNA, 1999).

5.2 A Energia Elétrica no Brasil

Com cerca de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, mais de 7 mil quilômetros de litoral, o Brasil possui um dos maiores e melhores potenciais energéticos do mundo. Apenas duas fontes energéticas – hidráulica e petróleo – têm sido extensivamente aproveitadas, participando também atualmente, ainda que em escala bem menor, a cogeração proveniente do setor sucroalcooleiro (SAUER, 2.002). Cerca de 90% do

suprimento de energia elétrica do país provém de geração hidráulica, situação esta extremamente favorável, pois esta energia é gerada a partir de fonte renovável, e o petróleo representa quase 60% da energia não renovável (GOLDENBERG, 2002).

O Brasil possui um total de 1135 empreendimentos de geração de energia em operação, com cerca de 78.000 GW de capacidade geradora instalada (ANEEL 2002). Pela grande extensão territorial do Brasil e apesar da abundância de recursos energéticos, há uma enorme diversidade regional e forte concentração de pessoas e atividades econômicas em regiões com sérios problemas de suprimento energético. Como indicado pelo último censo demográfico, mais de 80% da população brasileira vive na zona urbana. A grande maioria desse contingente vive na periferia dos grandes centros urbanos, onde as condições de infra-estrutura são altamente deficitárias. Grande parte dos recursos energéticos do país localiza-se em regiões pouco desenvolvidas, distantes dos grandes centros consumidores e com fortes restrições ambientais. Promover o desenvolvimento econômico dessas regiões, preservar a sua diversidade biológica e garantir o suprimento energético de regiões mais desenvolvidas são alguns dos desafios da sociedade brasileira.

Se do lado da oferta de energia as condições são relativamente confortáveis, do lado da demanda há enormes descompassos e desafios para a sociedade brasileira. Tanto na periferia de grandes centros urbanos como em regiões remotas e pouco desenvolvidas, as formas convencionais de suprimento energético não atendem às condições socioeconômicas da maior parte da população.

Portanto, o planejamento e a regulação da oferta de energia devem buscar formas de suprimento energético compatíveis com as potencialidades das fontes de energia e as necessidades socioeconômicas nacionais e regionais. É preciso que cada fonte ou recurso energético seja estrategicamente aproveitado, visando à maximização dos benefícios proporcionados e à minimização dos impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade.

No modelo atual do setor elétrico brasileiro, além das políticas e diretrizes nacionais, são elementos fundamentais para o bom funcionamento do mercado as regras de atuação e os mecanismos de regulação, entre os quais a disponibilização de

informações consistentes e atualizadas a todos os agentes do setor (GOLDENBERG, 2002).

Tendo em vista o exposto acima, é precípua desenvolver alternativas viáveis, e que não agridam o meio ambiente, se possível evitando o transporte de energia através de grandes distâncias.

As matrizes energéticas mais utilizadas, hidrelétrica e termelétrica, necessitam ambas de transporte de energia, o que acarreta perdas. Corroborado a este fato, a hidrelétrica demanda grandes áreas, causando um impacto ambiental de consideráveis proporções, provocando mudanças climáticas além de modificar as características locais de onde está instalada. Às termelétricas, somam-se ainda as emissões atmosféricas, responsáveis pelo aquecimento e modificações ambientais.

Dentre os programas do governo federal para o setor de energia elétrica, destaca-se o PRODEEM - Programa Nacional de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios, cujo objetivo é atender às comunidades isoladas carentes e não supridas por rede de energia elétrica convencional, tendo como foco a energização de escolas, centros comunitários, postos de saúde, bombeamento de água, etc. (ANEEL, 2002).

5.3 O Acesso à Energia Elétrica no Brasil

Mais do que a mera satisfação das necessidades humanas básicas, de preparo de alimentos, força motriz, locomoção ou conforto térmico, o consumo de energia elétrica encontra-se intrinsecamente ligado ao padrão de produção, estilo de vida e cultura de uma sociedade. A intensidade do consumo de energia elétrica está relacionada explicitamente à renda dos países ao longo do tempo, acompanhando uma correspondente evolução tecnológica e do consumo de bens e serviços e tem sido um parâmetro significativo da distinção entre ricos e pobres, desenvolvidos e subdesenvolvidos (resguardadas as nuances relativas às preocupações ambientais contemporâneas).

O quadro de indicadores de desenvolvimento levantados pelo Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD) na edição de 2.004 do relatório de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), capítulo 21 “Energia e Ambiente” apresenta a

evolução média da última década do século XX e reforça essa característica, demonstrando também que preocupações ambientais com efeitos globais, regionais e locais relacionados à energia vêm orientando as preocupações de diversos países (PNUD, 2.005).

Por influência desta relação, o aumento do consumo de energias comerciais - eletricidade e petróleo - foi por muitas décadas interpretado, nos países em desenvolvimento, como a única forma de alcançar o nível de bem estar dos países desenvolvidos. Entretanto, não há consenso em torno da idéia de que a qualidade de vida esteja necessariamente ligada ao consumo de quantidades crescentes de energia, mas sim à sua forma de produção, de uso e à oportunidade de acesso.

Esta última traduz-se não apenas na disponibilidade de energia mas também pela possibilidade de aquisição dos equipamentos que dela fazem uso a sociedade para o aumento do conforto e produtividade. A privação do serviço de energia elétrica, ou o atendimento precário, constituem fatores cada vez maiores de desigualdade na sociedade moderna e os seus custos estão concentrados nos segmentos sociais mais frágeis, que seriam os maiores beneficiários desse acesso. Estes segmentos muitas vezes estão localizados em áreas de difícil acesso e/ou tem renda muito baixa para arcar com os custos completos de instalação e manutenção das linhas e posterior tarifação do serviço. O compromisso de universalização de acesso implica, portanto, que regiões geográficas e/ou segmentos sociais mais carentes devam receber recursos para subsidiar parte dos custos de fornecimento dos serviços públicos básicos.

A um crescente nível de desigualdade econômica que caracteriza a sociedade brasileira, soma-se um padrão regional de exclusão, em cujo extremo mais negativo encontram-se as populações rurais das Regiões Norte e Nordeste, em oposição ao Sul-Sudeste urbano, detentor de maior renda e maior acesso a bens e serviços inclusive públicos. Pelos critérios da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios), apenas a população residente em domicílios particulares permanentes é avaliada quanto ao acesso à energia elétrica (interpretada como iluminação elétrica) e serviços energéticos (determinados eletrodomésticos). A população rural da Região Norte (exceto Tocantins) também não é incluída na pesquisa. No quadro 14 é apresentado um resumo da situação da eletrificação das propriedades rurais no Brasil.

Quadro 14 - Eletrificação das Propriedades Rurais no Brasil

Região	Nº de propriedades	Nº de propriedades eletrificadas	Percentual eletrificado (%)
Região Norte	661.178	13.731	2,08
Região Nordeste	157.280	19.885	13,30
Região Centro-Oeste	276.901	127.651	46,10
Região Sudeste	1.120.578	651.840	58,20
Região Sul	1.346.945	939.161	71,20
Total Brasil	6.563.580	2.152.268	32,79

Fonte: SAUER, 2002

As estatísticas oficiais revelam que no Norte do país, 62,5% da população rural (cerca de 2,5 milhões de pessoas) não têm acesso aos serviços de energia elétrica. No Nordeste, 39,3% dos moradores da área rural (cerca de 5,8 milhões de pessoas) não têm luz elétrica. No Centro-Oeste, somam 27,6% (cerca de 367 mil pessoas); no Sudeste, 11,9% (cerca de 807 mil pessoas); enquanto que no Sul 8,2% (cerca de 484 mil pessoas). Somados aos 2,0 milhões de pessoas residentes em áreas urbanas, sem acesso à energia elétrica, atinge-se o total de 12 milhões de pessoas sem acesso à energia elétrica sem levar em conta a população de rua, historicamente ignorada nas contagens (ANEEL, 2.002). A figura 8 ilustra o mapa de eletrificação do Brasil.

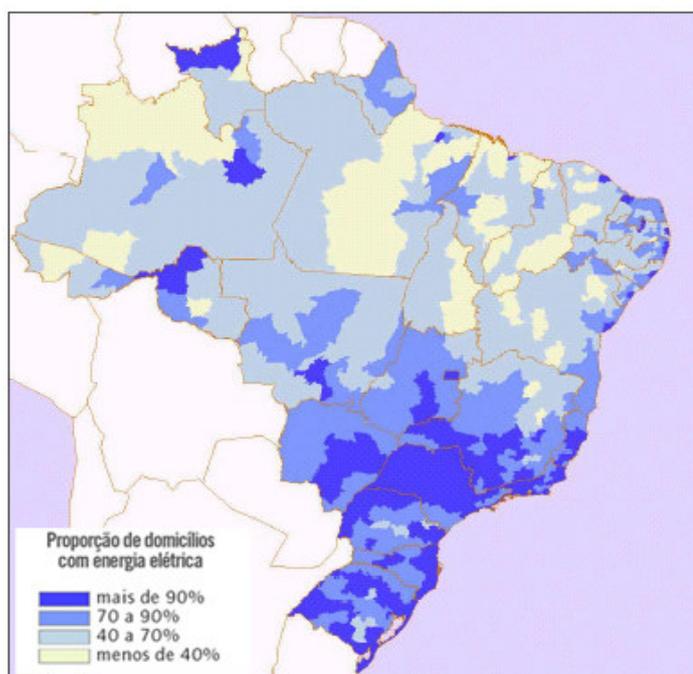


Figura 8 - Mapa de Eletrificação no Brasil

Fonte: ANEEL, 2002

No período em que cabia exclusivamente ao governo fornecer os serviços públicos, não obstante os desvios de gestão e função, estes serviços tinham como lógica a promoção do desenvolvimento, através da ampliação da eletrificação e serviam de instrumento na redução das desigualdades sociais, mediante tarifas compensatórias da má distribuição de renda. Ainda assim, a consecução desses objetivos não ocorreu, permanecendo uma sensível parcela da população excluída do atendimento. Em todo o setor de infra-estrutura, as demandas sociais, por serem muitas, continuaram desatendidas, penalizando as populações já expostas a outras carências, não apenas de serviços energéticos e aparelhos, mas de todos os fatores responsáveis pelo desenvolvimento humano: renda, expressão política, trabalho, educação, saúde. Embora sejam freqüentemente anunciados potenciais benefícios decorrentes da liberalização do mercado de energia elétrica, em função da pressão concorrencial, se devem manter em foco as causas reais da atração de grandes grupos, sobretudo estrangeiros para o espaço econômico criado no país: geração de lucro (SAUER, 2002). O segmento residencial representa hoje a parcela mais numerosa de consumidores e o maior consumo setorial de eletricidade, e vem mantendo os maiores índices de crescimento desse consumo. Tendo em vista a problemática do desatendimento, já discutida, o modelo de reestruturação aplicado ao setor elétrico, que adotou a privatização como um de seus pilares, demanda, por parte da sociedade, um alto grau de responsabilidade na fiscalização e questionamento do processo, pois o fim primordial dos “atores do mercado” não é “prestar serviços à comunidade, mas sim obter excedentes econômicos, segundo a lógica do capital, sempre objetivando a lucratividade. Os serviços neste caso, não são prestados conforme os valores e fins da comunidade, mas são considerados meios ou instrumentos para o alcance de máximas margens de lucro”(ALVES, 2.002).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2.002), preenchendo um vácuo de política pública, tem fixado metas e prazos para a universalização do acesso. Dúvidas persistem se, de fato, terá os meios de incentivo ou coerção necessários para que as concessionárias cumpram as metas estabelecidas e sobre como serão absorvidos ou financiados os custos para a sua execução. Preconiza-se então a utilização de GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, que vem a ser a geração da própria energia, se possível,

no próprio local de consumo ou o mais próximo deste. A geração distribuída de energia é uma tendência crescente na indústria. A localização da geração próxima dos locais de consumo é um incremento a diversas opções para negócios e moradias. Com o advento da telefonia sem fio e da internet, tem-se assistido a uma grande flexibilização relativa aos locais de trabalho como também de moradia, podendo-se trabalhar ou morar em regiões cada vez mais distantes dos centros e até remotas em certos casos. Também como vantagens da geração distribuída podem-se citar: maior eficiência e flexibilidade em relação ao combustível, não sendo necessárias custosas linhas de distribuição, flexibilidade em relação ao combustível e melhor desempenho ambiental. Chega-se então à escolha das novas matrizes. E mesmo dentre as renováveis há as que causam mais ou menos impactos ambientais. A figura 9 apresenta um modelo de substituição de energia no mundo, onde se observa a tendência de crescimento da utilização do hidrogênio a partir do ano 2000.

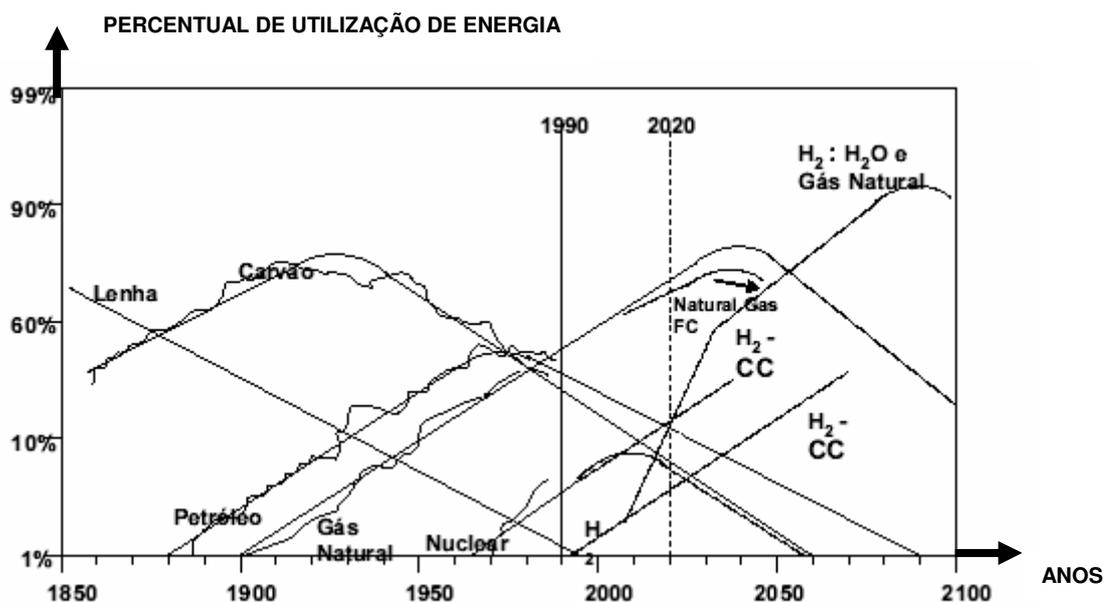


Figura 9 - Modelo de Substituição de Energia

Fonte: Linardi, 2002

Para esta pesquisa, optou-se por utilizar as seguintes energias renováveis: Energia solar através de painéis fotovoltaicos e célula a combustível, utilizando reação eletroquímica com hidrogênio obtido a partir da água, considerando-se as características das regiões onde se pretende instalar e os benefícios que essas tecnologias oferecem.

6. TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL LIMPA, NO BRASIL

Três formas de geração de energia elétrica distribuída e limpa, passíveis de serem implementadas no Brasil, conforme descritas a seguir:

6.1 Tecnologia de Energia Eólica no Brasil

O Brasil não é um país rico em ventos capazes de viabilizar a geração de energia elétrica em diversas regiões, apresentando essa característica em algumas poucas faixas de território.

Os sistemas de geração de energia elétrica eólica de alta performance necessitam de velocidades de vento para a partida, encontradas em poucas regiões do Brasil conforme pode ser observado na figura 10.

Tal fato restringe a aplicação a poucas áreas do país. Devido a este fato, este sistema não foi selecionado para a aplicação na proposta constante deste trabalho.

6.2 Tecnologia de Energia Solar no Brasil

Das fontes de energia renovável disponíveis atualmente no mundo a que melhor se adapta ao Brasil como fonte primária é a solar, devido à situação privilegiada do país em relação à incidência de raios luminosos.

A energia solar pode ser térmica, utilizada para aquecimento de água, por exemplo, ou fotovoltaica para a geração de energia elétrica.

Esta forma de geração de energia fotovoltaica, foi a escolhida para integrar o sistema proposto neste trabalho.

Pode-se observar na figura abaixo 11 a radiação solar no território brasileiro, sendo que o Estado de Alagoas apresenta uma faixa média de radiação de $5.600 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{dia}$.

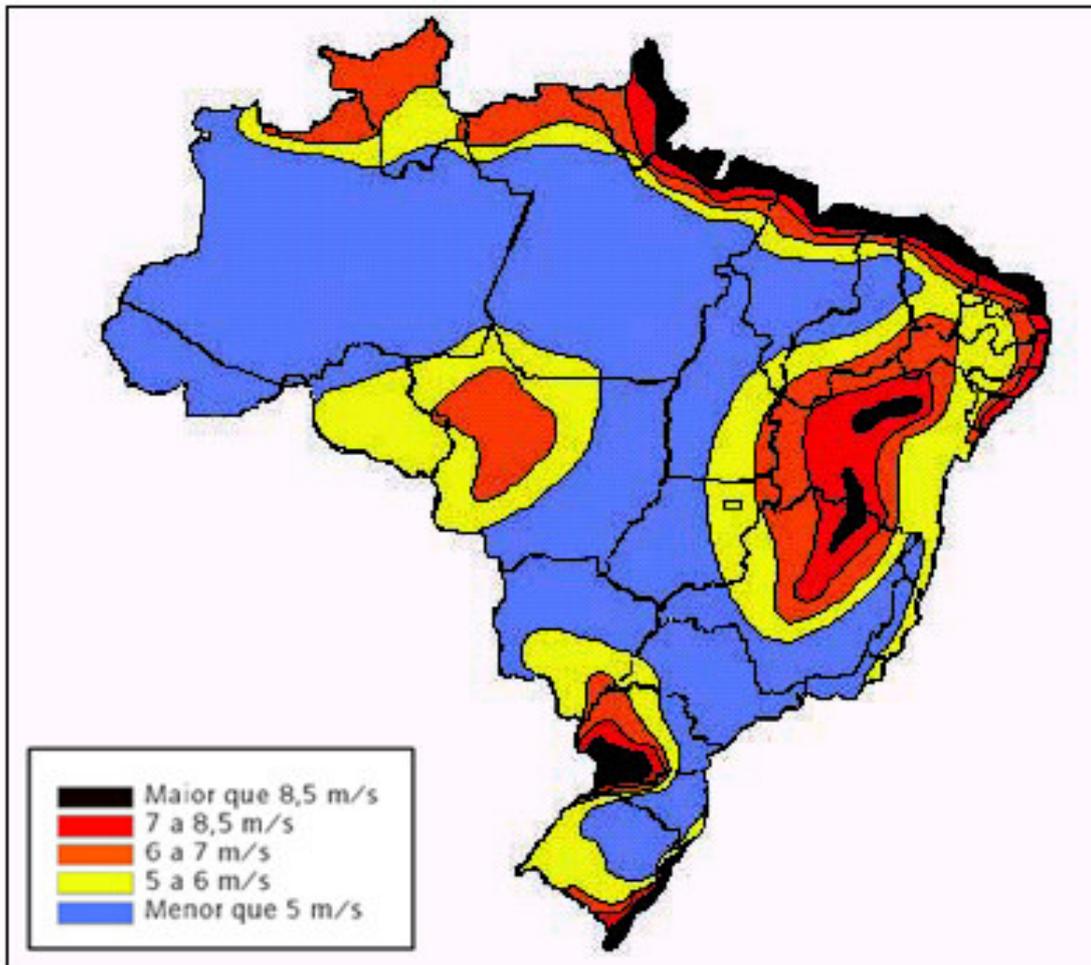


Figura 10 - Atlas Eólico do Brasil

Fonte: ANEEL, 2002

6.2.1 Célula fotovoltaica

A quantidade de energia que a superfície da terra recebe em um dia é equivalente a $1,2 \times 10^{17}$ W (MARKVART 2000), isso equivale dizer que em um minuto de insolação, a Terra recebe mais energia do sol do que se consome de energia em um ano no planeta.

O Brasil apresenta um nível de radiação médio na altura da atmosfera em torno de 5.400 Wh/dia, (ANEEL, 2002), sendo que a quantidade de radiação média que atinge sua superfície é de 1.800 Wh/dia (ANEEL, 2002). Porém, para os cálculos de eficiência dos painéis fotovoltaicos é utilizado um valor de referência de 1.000 Wh/dia. A figura 12 ilustra a incidência dos raios luminosos sobre a face da Terra.

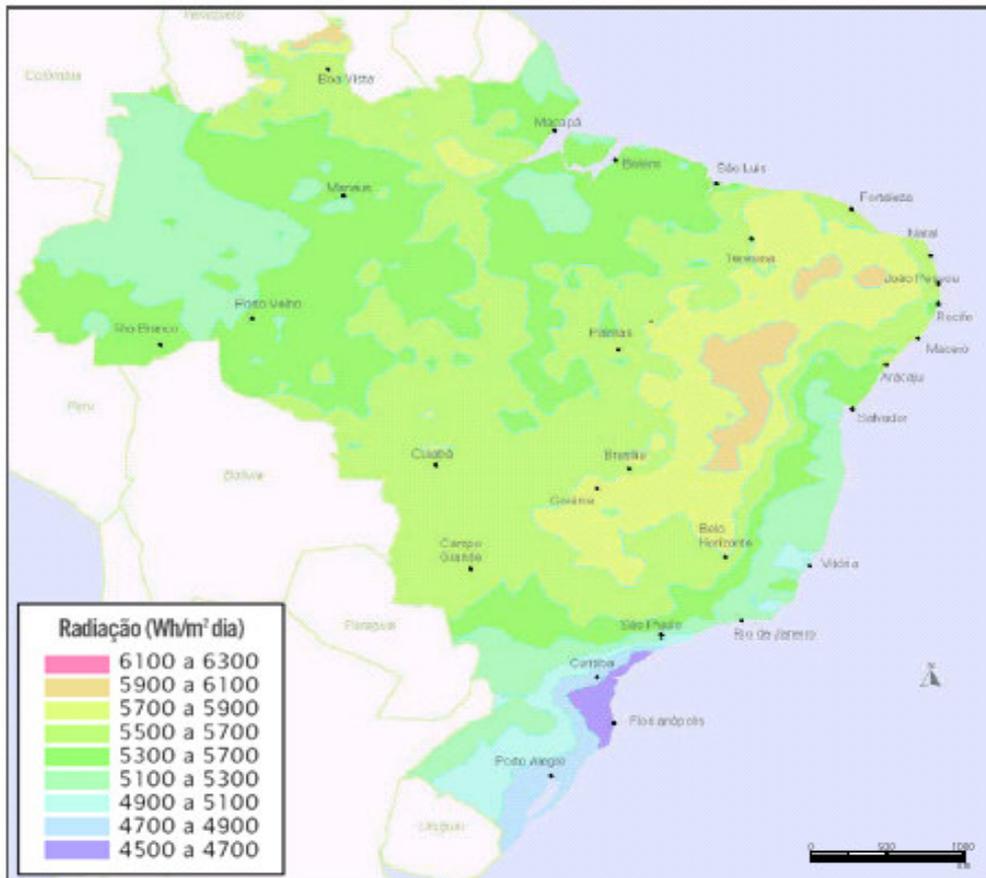


Figura 11 - Radiação Solar Média Anual Típica no Brasil (Wh/m².dia)

Fonte: ANEEL, 2002

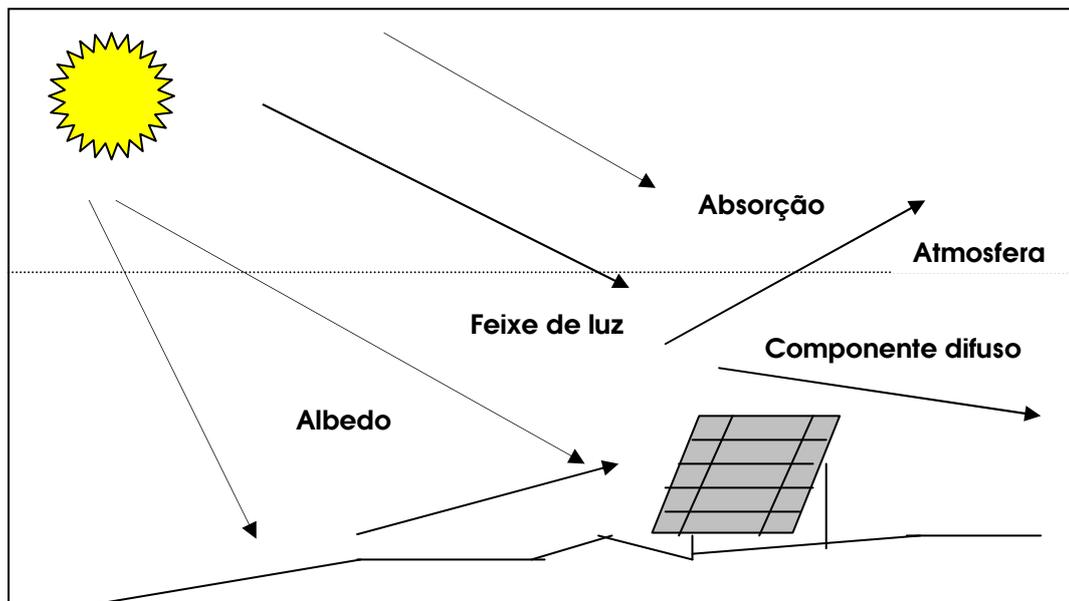


Figura 12 – Representação da Incidência de Raios Luminosos sobre a Terra

Fonte: Markvart, 2000

É possível o aproveitamento da energia solar que atinge a Terra de dois modos:

- **energia térmica solar:** trata-se do aproveitamento do calor que os corpos absorvem quando expostos à radiação solar. Para isso são utilizadas estruturas conhecidas como coletores; essa modalidade apresenta grande aplicação em sistemas de aquecimento de água;
- **energia fotovoltaica solar:** trata-se da conversão direta da energia luminosa para energia elétrica, aplicando-se o efeito fotoelétrico com a utilização de células fotovoltaicas.

6.2.2 O Efeito Fotovoltaico

O efeito fotovoltaico foi descrito pela primeira vez em 1839 por Alexandre Edmund Becquerel quando foi observada a conversão da luz em eletricidade. A aplicação prática dessa descoberta só foi ocorrer por volta de 1956. No quadro 15 é possível visualizar os principais eventos relacionados ao fenômeno fotovoltaico.

Quadro 15 - Evolução Cronológica dos Estudos Sobre o Efeito Fotovoltaico

1839	Becquerel descobre o efeito fotovoltaico.
1876	Adams e Day observam o efeito fotovoltaico no selênio.
1900	Planck postula a natureza quântica da luz.
1930	Teoria quântica dos sólidos é proposta por Wilson.
1940	Motte e Schottky desenvolvem a teoria retificadora do estado sólido (diodo).
1949	Bardeen, Bratain e Shockey inventam o transistor
1954	Chapin, Fuller e Pearson comunicam ter alcançado 6% de eficiência em célula solar de silício.
1954	Reynolds et al. anunciam a célula solar baseada no sulfeto de cádmio.

Fonte: Markvart, 2000

O efeito fotovoltaico ocorre em materiais conhecidos como semicondutores, aos quais são adicionadas substâncias chamadas de dopantes que adicionam características especiais a eles, sendo depois dispostos em camadas sobre uma placa metálica.

O material mais utilizado na confecção das células que compõem um painel fotovoltaico é o silício. Esse elemento químico pode ser disposto de maneiras diferentes nas células fotovoltaicas, sendo que cada tipo de disposição acarreta em diferentes níveis de eficiência do equipamento (UFSC, 2002).

A figura 13 mostra as camadas que formam uma célula fotovoltaica e fluxo de elétrons através dela.

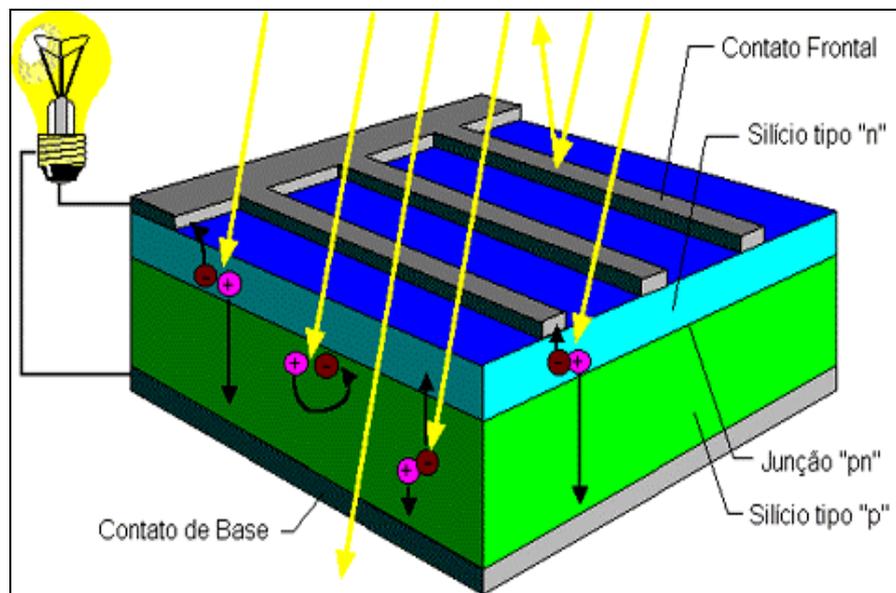


Figura 13 – Representação de uma Célula fotovoltaica

Fonte: CRESESB 2002

Atualmente podemos encontrar três tipos diferentes de cristais de silício na confecção das células fotovoltaicas. Assim têm-se:

- **silício monocristalino:** é o tipo de célula de silício mais utilizada e comercializada, seu processo de fabricação é bem conhecido e estabelecido. Para a utilização do silício

é necessário obter um alto grau de pureza, que é obtido através do “ Processo Czochalski” (CRESESB, 2002).

Em resumo, nesse processo vai-se extraindo um cilindro do material fundido, sendo que esse cilindro é depois cortado em fatias finas de aproximadamente 300 μm , que formarão as células fotovoltaicas.

Das células fotovoltaicas que utilizam o silício, as compostas de estrutura monocristalina são as que apresentam a melhor eficiência, variando de 12 a 18%, porém são também as que demandam maior custo para a fabricação.

- **silício policristalino:** o processo de fabricação em si não varia muito, porém os controles em relação à pureza dos cristais obtidos são menores, diminuindo assim o custo final de fabricação desse tipo de célula. A eficiência é menor, sendo que o nível máximo obtido é de 12,5% (CRESESB, 2002).

- **silício amorfo:** nesse tipo de célula fotovoltaica os cristais de silício estão em grande desordem e em função disso o processo de fabricação não necessita ser muito apurado e portanto caro, fazendo com que o silício amorfo seja um grande concorrente no mercado de fabricação de células de baixo custo (CRESESB, 2002).

Porém, a eficiência também é afetada nesse sistema de cristalização do silício, e outro problema também surge nesse processo, que é a degradação das células logo nos primeiros meses de operação, fazendo com que durante toda a vida útil da célula a eficiência seja reduzida.

Outros materiais estão sendo testados para a confecção de células fotovoltaicas, com bons resultados na produção de energia. Porém, devido à sua toxicidade estão encontrando alguma resistência quanto à sua utilização.

Atualmente estão em fase de teste o telureto de cádmio e o dissulfeto de cobre e índio. Além do aspecto da toxicidade é interessante lembrar que esses novos elementos na fabricação das células fotovoltaicas são muito mais raros e portanto mais caros que o silício, que é o segundo elemento mais abundante na superfície do planeta.

6.2.3 Painel Fotovoltaico

A construção básica de um painel fotovoltaico consiste de:

- aproximadamente 30 a 40 células fotovoltaicas normalmente de silício monocristalino, ligadas em série perfazendo normalmente 12V de saída;
- caixa de material resistente, normalmente de aço com tratamento anti-corrosivo;
- material isolante para apoio das células, normalmente E.V.A
- vidro como superfície de contato com a luz solar, deve ter características de grande resistência e ótima transparência;
- diodos de passo, conhecidos com “bypass” para evitar que uma célula encoberta ou com rendimento ruim prejudique o funcionamento do painel inteiro.

A figura 14 apresenta o sistema de ligação das células fotovoltaicas em série com uso de diodo de passo.

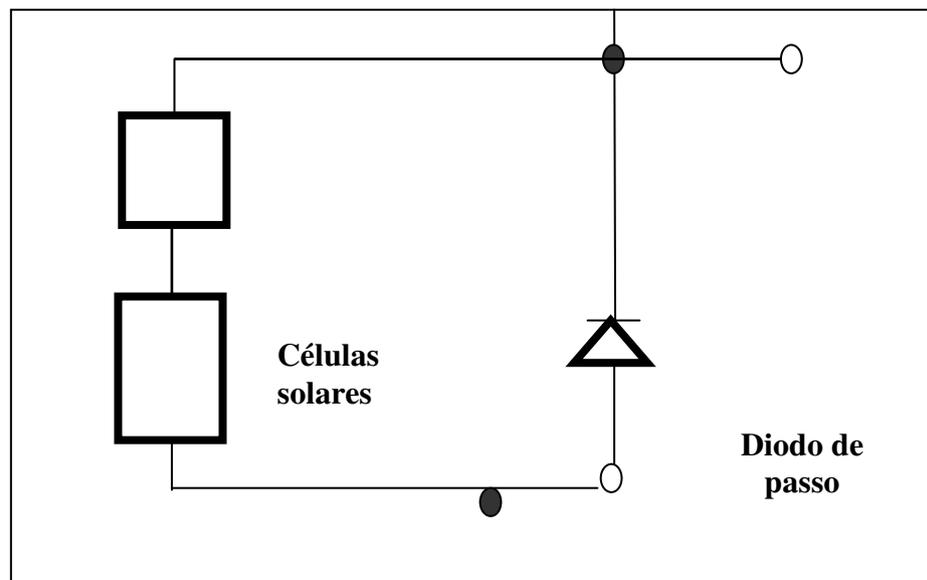


Figura 14 – Representação do Sistema de Ligação de Células Fotovoltaicas em Série com Uso de Diodo de Passo

Fonte : Autor

6.2.4 Perspectivas Futuras para o Uso de Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

Novas descobertas estão para revolucionar o mercado de produção de energia elétrica a partir do sol. A universidade federal do Ceará está trabalhando hoje, com corantes fotoexcitáveis, os flavonóides, destacando-se as antocianinas das plantas.

As vantagens do uso deste tipo de material são as seguintes:

- sistema de fabricação muito simples não necessitando de alta tecnologia e treinamento especial de mão de obra, o que representa uma queda no custo final da célula que pode ser de até três vezes menor ao das células tradicionais fabricadas com silício;
- respondem melhor ao aumento da temperatura e portanto são mais adequadas às condições de países tropicais como o Brasil;
- as matérias primas são obtidas facilmente na natureza e provenientes de recursos renováveis;
- as células são fabricadas mantendo a transparência do vidro, o que causa um impacto ambiental ainda menor que o das células tradicionais, evitando o sombreamento.

Finalmente, segundo informações do Prof. Afrânio Aragão Craveiro, superintendente do Parque de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal do Ceará esse sistema de obtenção de energia elétrica deverá estar em fase comercial no ano de 2007 (PADETEC, 2002).

Novas tecnologias mais adaptadas à nossa realidade estão sendo desenvolvidas. Portanto, espera-se que em pouco tempo um sistema de produção fotovoltaico ainda melhor sintonizado com as nossas necessidades, esteja disponível.

6.3 Tecnologia da Célula a Combustível

6.3.1 Situação Mundial

Dentre as diferentes possibilidades para a geração de energia de forma mais sustentável destacam-se as células a combustível. Estas células são capazes de converter energia química de certos combustíveis em energia elétrica, sem que haja combustão, com maior eficiência e menor emissão de poluentes do que os equipamentos atualmente disponíveis (CGEE, 2002).

O combustível utilizado pode ser o hidrogênio, produzido através de fontes fósseis (petróleo, carvão, gás natural, etc.), fontes renováveis como a biomassa, por eletrólise da água efetuada através de energia eólica, fotovoltaica, hidráulica, geotérmica, entre outras (CGEE, 2002).

Utilizadas inicialmente para fornecer energia para as naves espaciais tripuladas da Nasa (agência espacial dos EUA), as células a combustível eram convenientes por

resolver dois problemas com um equipamento só: além de produzir eletricidade, o sistema tinha como subproduto a água, que os astronautas consumiam durante as missões (UNDP 1999).

Além de razões de cunho ambiental, a crescente preocupação dos países quanto à dependência do petróleo importado, vem incentivando o uso do hidrogênio. Segundo o Departamento de Energia dos Estados Unidos “o hidrogênio é a escolha dos EUA para energias limpas” (CGEE 2002).

No mundo, grandes investimentos estão sendo feitos para o desenvolvimento desta tecnologia, principalmente nos EUA, Canadá, Europa e Japão.

Na Europa, em 2001, o investimento nestas tecnologias foi de 200 milhões de Euros, dos quais cerca de 50% na Alemanha (CGEE 2002). O mercado previsto para células a combustível é apresentado no quadro 16.

Quadro 16 - Mercado Previsto para Células a Combustível Estacionárias nos EUA e em Todo Mundo (milhões de U\$)

Ano	Mercado Mundial (milhões de U\$)	Mercado EUA (milhões de U\$)
2003	590	165
2007	1800	1600
2011	12000	7100

Fonte: CGEE, 2002

Atualmente há muitas aplicações para as células a combustível como por exemplo:

Sistemas Estacionários de Geração de Energia: existem inúmeros sistemas instalados em todo o mundo, ou como em hospitais, escolas, aeroportos, etc. (FUEL CELLS 2000 2002a).

Sistemas Residenciais de Geração de Energia: podem ser usados conectados a rede para fornecer energia suplementar, como reserva em áreas críticas ou utilizados fora da rede convencional de geração de energia em áreas sem eletrificação.

Transporte: estão sendo desenvolvidos veículos que utilizam células a combustível, sendo que alguns já são comercializados na Europa e Estados Unidos. (ALTERNATIVE ENERGY INSTITUTE 2002). Em 2002 o governo americano anunciou o “Freedom Car Initiative”, um programa de veículos movidos a hidrogênio, que gastará U\$ 150 milhões em 2003 (BENTLEY e DERBY 2002).

Sistemas Portáteis de Energia: estes sistemas utilizam células capazes de fornecer pequena quantidade de energia e uma vez no mercado seriam utilizados em telefones celulares, laptops, pagers, etc. (FUEL CELLS, 2000 2002a).

Embora ainda seja uma tecnologia cara, espera-se que, em 2010, o custo de uma célula a combustível de 5 kW seja de aproximadamente U\$ 3.000 (BENTLEY e DERBY, 2002).

Para que esta tecnologia seja mundialmente difundida é necessário ainda:

- diminuição de custos;
- pesquisas para aumentar a durabilidade e confiabilidade dos sistemas;
- equacionar de maneira mais adequada a produção armazenamento e entrega do hidrogênio (CONTADINI, 2002).

No Brasil esta tecnologia também vem sendo estudada, sendo que, em novembro de 2002, foi lançado o Programa Brasileiro de Células a Combustível pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos do Ministério de Ciência e Tecnologia, cujos principais objetivos são:

- criar condições para o desenvolvimento de uma tecnologia nacional em sistemas energéticos baseados em células a combustível, visando à produção de energia elétrica de maneira mais limpa e eficiente;
- criar as condições para o estabelecimento de uma indústria nacional para produção de sistemas energéticos baseados em células a combustível, que incluam produtores de células, integradores de sistema e fornecedores de serviço;
- incentivar a instalação de sistemas energéticos baseados em células a combustível, visando atingir os 50 MW de capacidade instalada num prazo de 10 anos.

6.3.2 Princípio de Funcionamento e Componentes

A célula a combustível é uma célula eletroquímica que converte continuamente a energia química do combustível, como por exemplo hidrogênio, em energia elétrica, usando o oxigênio como oxidante, gerando água e calor. Ao contrário das baterias eletroquímicas, a energia química é armazenada fora da célula a combustível onde ocorre a reação.

Uma vez que o combustível (hidrogênio) é convertido diretamente em eletricidade, a célula a combustível pode operar com eficiência muito maior do que motores de combustão interna (sob o ciclo de Carnot a altas temperaturas), extraindo mais eletricidade da mesma quantidade de combustível (UTC FUEL CELLS, 2002). Outra vantagem é o fato da célula a combustível não possuir partes móveis, o que a torna muito mais silenciosa e confiável, além de poder trabalhar com diferentes combustíveis. (UTC FUEL CELLS, 2002).

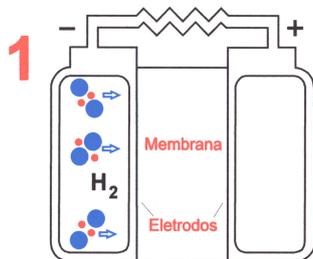
O hidrogênio foi o combustível escolhido para a maior parte das aplicações devido à sua alta reatividade, quando escolhido o catalisador adequado, e sua facilidade de obtenção a partir da água, e também a partir de hidrocarbonetos. O oxidante mais comumente utilizado é o oxigênio que é facilmente encontrado no ar atmosférico (CHBC, 2002).

Como a célula a combustível funciona alimentada por hidrogênio e oxigênio, que ao final se recombina para formar água, o sistema não gera gases-estufa, como o gás carbônico. Além disso, ao contrário do que ocorre em processos de queima de combustíveis fósseis, não há a emissão de monóxido de carbono, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos, material particulado entre outros, para a atmosfera.

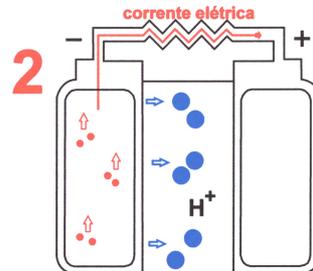
A seguir é apresentado na figura 15 o funcionamento esquemático de uma célula a combustível. A interface entre os reagentes, eletrólito e catalisador na região do eletrodo poroso é um ponto crítico na eficiência da célula a combustível, particularmente nas células com eletrólitos líquidos. No tipo de célula de membrana, o gás se difunde através de um fino filme de eletrólito que está em contato com o eletrodo poroso, e reage eletroquimicamente na superfície do eletrodo. Se existe uma

quantidade excessiva de eletrólito o transporte de gases até a superfície do eletrodo sofre restrição e diminui o desempenho do eletrodo.

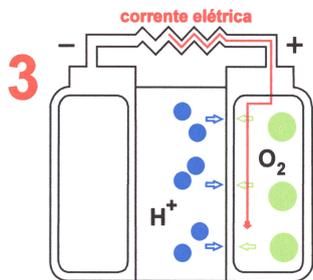
A célula tem dois compartimentos separados por uma membrana que só permite a passagem de prótons. (Átomos de hidrogênio sem elétrons, H^+)



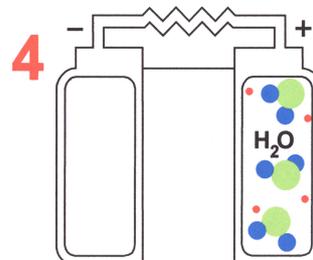
1 O hidrogênio (H_2) entra por um lado da célula.



2 Um eletrodo faz com que os elétrons se desprendam dos átomos de hidrogênio gerando corrente elétrica. Os prótons desacompanhados atravessam a membrana.



3 Outro eletrodo atrai os prótons que estão na membrana. O oxigênio (O_2) entra pelo outro lado.



4 Ocorre uma reação simultânea entre H^+ , elétrons e oxigênio (O_2) formando água (H_2O).

Figura 15 - Funcionamento da Célula a Combustível

Fonte: Nogueira, 2000

Eletrodos

A principal função do eletrodo é fornecer uma superfície onde irão ocorrer as reações de oxidação/redução.

De modo a aumentar as velocidades de reação o material do eletrodo precisa ser recoberto por um bom catalisador e ser um bom condutor elétrico.

A função catalítica do eletrodo é mais importante em células que funcionam a baixa temperatura.

Membrana/Eletrólito

As características ideais para o funcionamento são:

- conduzir os íons a medida que estes se formam;
- formar uma barreira física que separe os reservatórios de gases do eletrólito.
- boa condutividade protônica;
- bom isolamento eletrônico;
- não necessitar de umidificação;
- boa durabilidade e neutralidade química;
- resistência mecânica suportando variações de pressão;
- baixo custo;
- ser flexível para operar a temperaturas mais altas, possibilitando o uso de outros catalisadores, melhorando a eficiência do gerenciamento térmico, da umidificação e da contaminação por monóxido de carbono (CONTADINI, 2002).

A função do eletrólito é transportar os reagentes dissolvidos até os eletrodos, conduzir as cargas iônicas aos eletrodos completando o circuito elétrico além de ser uma barreira física que limita o contato entre o combustível e o oxidante.

Eletrólitos aquosos estão limitados a temperaturas de cerca de 200 °C ou inferiores devido à sua alta pressão de vapor e/ou sua rápida degradação a altas temperaturas. A temperatura de operação da célula também determina o tipo de combustível que pode ser utilizado em células que operam a altas temperaturas; o CO ou até mesmo o CH₄ podem ser utilizados como combustível (CHBC, 2002).

O conjunto

A energia elétrica do sistema é determinada pela quantidade de células e pela suas respectivas áreas. A quantidade de energia requerida às específicas aplicações determinarão as dimensões do aparato.

As células individuais precisam ser acopladas para produzir níveis de voltagem apreciáveis e são ligadas por interconectores, que são placas separadoras com duas funções: formar conexões elétricas entre células adjacentes, e fornecer uma barreira separando o combustível do oxidante em células adjacentes (CHBC, 2002).

A figura 16 apresenta um conjunto de células individuais e placas separadoras que formam a célula.



Figura 16 – Conjunto de Células Individuais e Placas Separadoras

Fonte:Gonzalez, 2002

As características ideais das placas são:

- boa condutividade eletrônica e térmica;
- impermeabilidade a hidrogênio, oxigênio/ar e água;
- resistência mecânica para suportar compactação;
- neutralidade química;
- baixo custo;
- resistência à temperatura de operação da célula;
- pouca espessura, possibilitando canais de fluxo gasoso de ambos os lados;
- minimizar a perda de carga dos gases;
- compatibilidade com as juntas de vedação inseridas nas placas (CONTADINI, 2002).

Quando o oxigênio do ar é utilizado como oxidante a produção de energia é otimizada com o fornecimento de ar sob pressão. É então acoplado ao conjunto um compressor que fornecerá ar comprimido.

O ar externo é encaminhado a um filtro, comprimido e fornecido às células. Este mesmo ar auxiliará na retirada da água produzida pela célula.

A figura 17 ilustra uma célula a combustível.

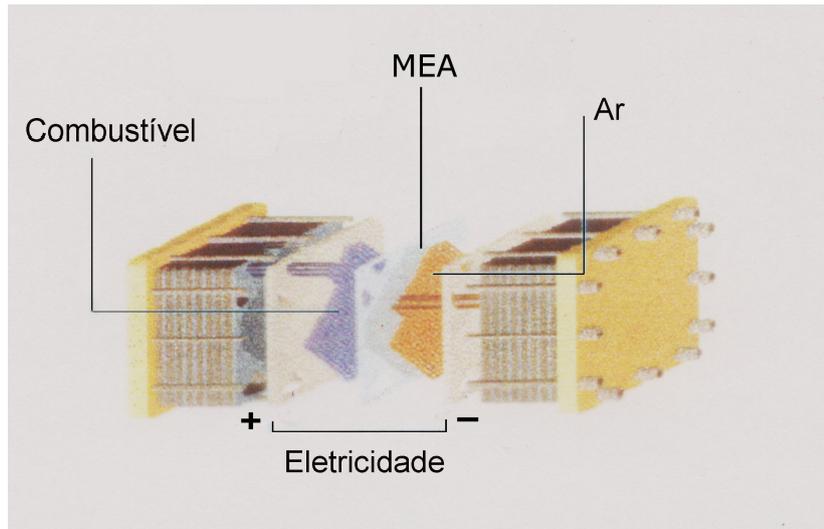


Figura 17 – Representação de uma Célula a Combustível

Fonte: UNDP, 1999

Hidrogênio gasoso pode ser armazenado em cilindros pressurizados. O fornecimento do combustível é uma operação simples. Esse combustível então é conduzido à célula, sem qualquer necessidade de energia externa.

A água proveniente do sistema de resfriamento é utilizada para umidificar o ar e o gás afluente à célula. Um sistema auxiliar de resfriamento é utilizado na manutenção da temperatura dos componentes elétricos e dos condensadores de ar, em níveis adequados.

6.3.3 Tipos de Células

Existe uma série de tipos de células a combustível em vários estágios de desenvolvimento. A forma mais comum de classificação das células a combustível é pelo tipo de eletrólito utilizado.

No quadro 17 são apresentados os principais tipos de células a combustível, assim como suas principais características. Deve-se destacar que as abreviações utilizadas para designar as células estão baseadas em siglas em inglês que são internacionalmente utilizadas.

Quadro 17 - Características das Células a Combustível

Tipo de Célula a Combustível	Portador de carga	Eletrólito	Direção do fluxo de carga	Combustível	Catalisador	Eficiência Nominal do Sistema (%)	Temp. (°C)
Alcalina (AFC)	OH^-	KOH Diluído	Catodo-Anodo	H_2	Pt/Ni/Ag	55-60	70-250
Membrana de troca de Prótons (PEMFC)	H^+	Cloro Alkali Polímeros e Sulfanatos	Anodo - Catodo	H_2 Reforma-do	Pt Pt / Ru	32-40	70-90
Metanol Direto (DMFC)	H^+		Anodo - Catodo	CH_3OH	Pt / Ru	35-40	50-100
Ácido Fosfórico (PAFC)	H^+	Ácido Fosfórico	Anodo - Catodo	GN* H_2	Pt	36-45	150-220
Carbonato Fundido (MCFC)	CO_3^{-2}	Carbonato Líquido	Catodo - Anodo	GN*	-	50-60	550-700
Óxido Sólido (SOFC)	O^{-2}	Dióxido de Zircônio Sólido	Catodo - Anodo	GN*	-	5-60	650-1100

(* GN – Gás natural)

Fonte:

UNDP,

1999

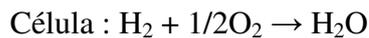
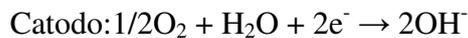
A seguir são descritas de maneira sucinta os principais tipos de célula a combustível:

Célula Alcalina - AFC

Longamente utilizada pela NASA em missões espaciais, este tipo de célula pode atingir eficiência de geração de energia entre 55 e 60 %. (FUEL CELLS, 2000 2002b). Ela foi utilizada na espaçonave Apollo e no ônibus espacial para fornecer energia e água a seus tripulantes.

O eletrólito utilizado nesta célula é uma solução de 85% em peso de KOH, quando a célula opera a 250°C, ou 30-50% de KOH se a temperatura de operação for inferior a 120°C. O eletrólito é usualmente retido numa matriz de asbestos. A reação do catodo é mais rápida em solução alcalina, o que aumenta a eficiência da célula. Uma grande série de eletrocatalisadores pode ser utilizada como Ni, Ag, óxidos metálicos, etc. O CO provoca o “envenenamento do catalisador” (saturação) e o CO₂ reage com o KOH formando K₂CO₃ e alterando a composição do eletrólito (CHBC, 2002).

As reações que ocorrem na célula são:



Até recentemente este tipo de célula era muito caro para aplicações comerciais, porém, estão sendo examinados meios de reduzir custos. Existem células de 300W a 5kW (FUEL CELLS, 2000 2002b).

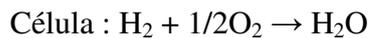
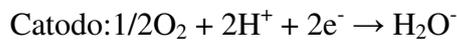
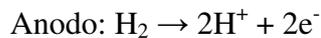
Célula de Membrana de Troca de Prótons - PEMFC

Este tipo de célula opera geralmente a temperaturas relativamente baixas, cerca de 80°C, e é aconselhável para uso em automóveis onde uma partida rápida é necessária.

A membrana/eletrólito de troca de prótons é uma membrana plástica que permite a passagem de íons de hidrogênio. Esta membrana é coberta em ambos os lados por partículas metálicas finamente divididas, principalmente Pt, que agem como catalisador. A membrana/eletrólito é um polímero orgânico sólido, geralmente ácido poli-perfluorosulfônico.

A vantagem de um eletrólito sólido é que ele diminui os problemas de corrosão. Este tipo de célula é muito sensível a impurezas no combustível (FUEL CELLS, 2000 2002b). Eficiência entre 32 e 40%.

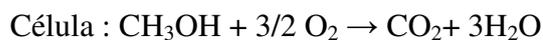
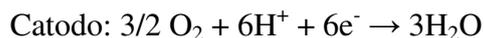
As reações químicas que ocorrem na célula são:



Célula a Metanol Direto – DMFC

Este tipo de célula é similar à célula de membrana de troca de prótons pelo fato de ambas utilizarem uma membrana polimérica como eletrólito. Neste caso o H^+ é formado diretamente no anodo eliminando a necessidade de reforma externa de combustível. A eficiência esperada é de cerca de 35 a 40 % e a célula opera a temperaturas típicas de 50 a 100 °C. É adequada para pequenas aplicações como fornecer energia elétrica para celulares e laptops (FUEL CELLS, 2000 2002b).

As reações que ocorrem na célula são:

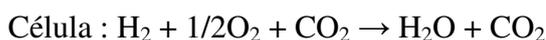
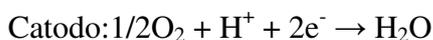
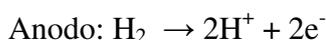


Célula de Ácido Fosfórico - PAFC

Este tipo de célula opera de 150 a 220°C. A baixas temperaturas, o ácido fosfórico é um condutor iônico fraco e o CO “envenena” o catalisador de Pt de maneira severa. A alta estabilidade relativa do ácido fosfórico em comparação com outros ácidos faz com que se possa trabalhar com o ácido a temperaturas entre 100 e 200°C. Em adição, o uso do ácido concentrado minimiza a pressão de vapor da água, fazendo com que não seja difícil a manutenção dos níveis de água na célula. A matriz que vem sendo utilizada para retenção do ácido é o carbetto de silício e o eletrocatalisador tanto do catodo como do anodo é o Pt (CHBC, 2002).

Uma das grandes vantagens deste tipo de célula é que hidrogênio impuro pode ser utilizado como combustível. Este tipo de célula pode tolerar concentrações de CO de até 1,5 %, o que aumenta os tipos de combustíveis usados. Como desvantagens pode-se citar a geração de baixa corrente quando comparada com outros tipos de células e geralmente seu alto peso e tamanho. Este tipo de célula possui longa vida útil. Eficiência entre 36 e 45 %.

As reações que ocorrem na célula são:



Este tipo de célula está disponível comercialmente, existindo no mundo mais de 200 sistemas instalados em hospitais, hotéis, escritórios, aeroportos, etc. (FUEL CELLS, 2000 2002b). No Brasil já existem quatro sistemas “no break” de porte utilizando este tipo de célula.

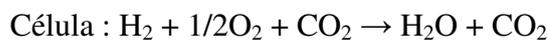
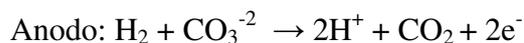
Célula de Carbonato Fundido – MCFC

O eletrólito deste tipo de célula é uma solução de carbonatos de Li, Na e/ou K retido em uma matriz cerâmica de LiAlO_2 , sendo a eficiência deste tipo de célula de cerca de 60% (FUEL CELLS, 2000 2002b).

A célula opera a uma temperatura entre 550 e 700 °C. A alta temperatura é necessária para que o eletrólito tenha condutividade suficiente. Devido à alta temperatura, não são necessários metais nobres para catalisar os processos de oxirredução. As altas temperaturas de operação são vantajosas uma vez que implicam em altas eficiências, maior flexibilidade no tipo de combustível e catalisadores baratos, já que as reações envolvendo a quebra das ligações de hidrocarbonetos de maior peso molecular ocorrem mais rapidamente com o aumento da temperatura. A desvantagem é que altas temperaturas aumentam os processos de corrosão (FUEL CELLS, 2000 2002b). Geralmente o anodo é de Ni e o catodo de óxido de níquel (CHBC, 2002).

Este tipo de célula pode ser operada com hidrogênio, monóxido de carbono, gás natural, propano, gás proveniente de aterros, etc. Células com potência variando ente 10kW e 2MW foram testadas principalmente para geração de energia estacionária (FUEL CELLS, 2000 2002b). Eficiência entre 50 e 60 %.

As reações que ocorrem na célula são:

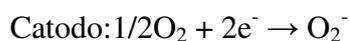
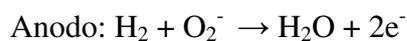


Célula de Óxido Sólido - SOFC

O eletrólito deste tipo de célula é um óxido metálico, geralmente ZrO₂ estabilizado com Y₂O₃, o que permite que a célula opere a temperaturas de 650 a 1000°C quando ocorre a condução iônica através de íons de oxigênio (FUEL CELLS, 2000 2002b).

A eficiência deste tipo de célula chega a 60%, sendo uma tecnologia promissora para o uso em grandes sistemas de geração de energia..

As reações que ocorrem nas células são:



Célula : $H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O$

Apresenta-se abaixo algumas células a combustível em início de desenvolvimento.

Células Regenerativas

Este tipo de célula pode ser atrativa por produzir um ciclo fechado de geração de energia. A água é transformada em hidrogênio e oxigênio por um eletrolisador movido a energia solar. O hidrogênio e o oxigênio alimentam então a célula gerando eletricidade, calor e água. A água é então recirculada para o eletrolisador e todo o processo tem início novamente.

Célula de Cerâmica Protônica – PCFC

Esta nova célula baseia-se em um eletrólito cerâmico que apresenta alta condutividade protônica a temperaturas elevadas. Esta célula divide as vantagens de operar a altas temperaturas (cerca de 700 °C) com as células de carbonato fundido e de óxido sólido enquanto exhibe os benefícios intrínsecos da condução de prótons das células de membrana de troca de prótons e de ácido fosfórico. A alta temperatura é necessária para se atingir eficiência com combustíveis a base de hidrocarbonetos. Os hidrocarbonetos podem ser oxidados diretamente no anodo. Isto elimina o passo de produção de hidrogênio através da reforma externa de combustíveis. Moléculas gasosas de combustíveis à base de hidrocarbonetos são absorvidas na superfície do anodo na presença de vapor de água, e os átomos de hidrogênio são liberados para serem absorvidos no eletrólito. Além disso, este tipo de célula utiliza eletrólito sólido de modo que a membrana não seca como nas células de membrana de troca de prótons, nem vaza como nas células de ácido fosfórico (FUEL CELLS, 2000 2002b). Em células que operam a baixas temperaturas (membrana de troca de prótons, alcalina e ácido fosfórico) prótons ou íons hidroxila são os portadores de carga no eletrólito enquanto em células que operam a temperaturas mais elevadas (carbonato fundido e óxido sólido) os íons carbonato e oxigênio são os portadores de carga respectivamente. No quadro 18 são apresentadas as principais vantagens e desvantagens de cada célula bem como o respectivo estágio de desenvolvimento.

Quadro 18 - Comparação Entre os Diferentes Tipos de Células a Combustível

Tipo	Vantagens	Desvantagens	Estágio de desenvolvimento
AFC	Materiais baratos, tolerância a CO, auto eficiência.	O eletrólito é corrosivo, intolerante ao CO ₂ , somente para H ₂ e O ₂ puros	Mercado comercial e aplicações para defesa (disponíveis comercialmente)
PEMFC	Correntes altas, alta densidade de potência, longa vida operacional, fácil operação, capacidade cíclica	Intolerante ao CO, controle da água, catalisadores nobres (caros e raros)	Em fase de teste pré-comercial (escala kW) incluindo protótipos de veículos e geração estacionária
DMFC	Metanol Direto / Alimentação com água evitando reforma	Complexo, catalisadores nobres, membrana é permeável ao metanol	Em testes de laboratório
PAFC	Tecnologicamente bem avançado	Eficiência e duração limitadas, corrosão, catalisadores nobres	Comercialmente disponível em baixa quantidade, geração de energia estacionária
MCFC	Alta eficiência, processamento de combustível interno, trabalha com altas temperaturas.	Controle complexo, eletrólito instável, duração limitada, corrosão	Geração de energia estacionária, com sistema de energia e calor combinados, em fase de teste (escala de 200 kW)
SOFC	Processamento de combustível interno, trabalha com altas temperaturas, operação de longa vida.	Operação a altas temperaturas, alto custo e baixa potência específica	Em testes de laboratório e campo (escala de 100 kW), tecnologia de cerâmica processada, geração de energia

Fonte: UNDP, 1999

Como se pode observar no quadro 18, os diferentes tipos de células a combustível e as tecnologias associadas encontram-se em estágios distintos de desenvolvimento.

Algumas tecnologias estão sendo abandonadas, como por exemplo, a AFC, devido a problemas de sensibilidade a contaminantes (necessitam de hidrogênio com alto grau de pureza), ou problemas de durabilidade. Outras como a PEMFC, SOFC e MCFC estão em desenvolvimento acelerado e já começam a entrar no mercado, enquanto as células de ácido fosfórico já estão disponíveis comercialmente (CGEE, 2002).

A cinética lenta de redução do oxigênio é um fator limitante na PEMFC e DMFC. A DMFC também apresenta limitações devido à lenta cinética de oxidação do metanol e à travessia do metanol para o catodo (GONZALEZ, 2002).

A integração dos sistemas baseados em célula a combustível também apresenta diversos estágios de desenvolvimento. É necessária ainda a elaboração de padrões, códigos e normas de segurança para estes sistemas (CGEE, 2002).

6.3.4 Métodos para Obtenção do Hidrogênio Utilizado na Célula a Combustível

De acordo com o Departamento de Energia do Governo Americano o maior problema associado à produção de hidrogênio é a energia necessária para produzi-lo. Usando processos convencionais o hidrogênio requer pelo menos duas vezes mais energia elétrica, duas vezes a quantidade de carvão ou duas vezes o número de painéis fotovoltaicos para gerar uma unidade equivalente de trabalho. A maior parte do hidrogênio é produzida a partir do gás natural, o que é uma solução intermediária uma vez que descarta 30% da energia do gás natural para obter 70% de outro combustível (H₂). Portanto, o grande desafio é desenvolver métodos mais apropriados que utilizam fontes de energia sustentável (ALTERNATIVE ENERGY INSTITUTE, 2002).

Claro está que esta barreira econômica e tecnológica precisa ser vencida para que o hidrogênio se torne uma solução para produção de energia em âmbito global. Uma alternativa para este problema seria gerar hidrogênio através de fontes renováveis como quedas d'água, vento ou sol, isto é, utilizando-se energia hidráulica, energia eólica e energia solar, por meio de painéis fotovoltaicos.

A figura 18 apresenta, de forma esquemática, a produção de hidrogênio através de diversas formas de energia.

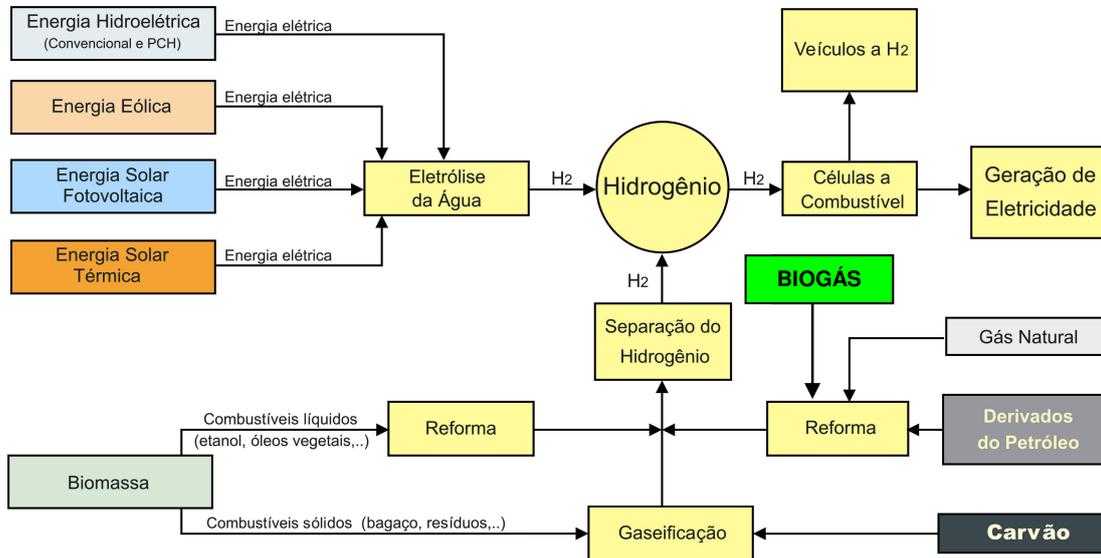


Figura 18 – Esquema de Produção de Hidrogênio a Partir de Diferentes Formas de Energia

Fonte: Perez, 2002

A seguir, são apresentados os principais métodos de geração de hidrogênio: Eletrólise, Reforma, Enzimas, Fotovoltaico / Eólico.

- **Eletrólise:** Um dos métodos mais comuns para a obtenção de hidrogênio é a utilização de eletrolisadores. A eletrólise da água é o melhor método para produção de hidrogênio e de oxigênio, pois produz hidrogênio de alta pureza. Os eletrolisadores que são construídos, com a disposição de diversos eletrodos em série e aplicação de uma voltagem contínua produzem hidrogênio no catodo e o oxigênio no anodo (ALTERNATIVE ENERGY INSTITUTE, 2002).

A água, que é a matéria prima dos eletrolisadores, deve ser suficientemente pura para evitar reações secundárias, que possam provocar danos nos eletrodos ou produzir impurezas.

No processo, energia elétrica é perdida como calor, sendo que para reduzir esta perda pode-se adicionar à água um eletrólito alcalino ou ácido para aumentar sua

condutividade. No Brasil, com hidrografia e hidrogeologia extremamente favoráveis, a eletrólise é um método particularmente interessante.

- **Reforma:** O método de maior custo-benefício utilizado na manufatura industrial de hidrogênio é a reforma de hidrocarbonetos na presença de vapor.

Células a combustível geralmente funcionam a hidrogênio, e qualquer material rico em hidrogênio pode servir como fonte de combustível. Podem ser utilizados combustíveis como metanol, etanol, gás natural, destilados de petróleo, propano líquido, metano, carvão gaseificado, etc. O hidrogênio é produzido a partir deste material pelo processo de reforma. Este processo é extremamente útil quando não é possível transportar e armazenar o hidrogênio.

O processo de reforma pode ser interno, quando efetuado na célula de hidrogênio ou externo quando realizado externamente a esta.

Hidrogênio pode ser obtido a partir da reforma de gás natural e vapor na presença de um catalisador a uma temperatura inicial de 760 °C. A reação é endotérmica, o que significa a necessidade de consumo de energia. As temperaturas de operação das células de carbonato fundido e óxidos sólidos são suficientes para que este processo ocorra dentro das células, sendo o processo denominado reforma interna. A velocidade da reação de reforma é determinada pelo decréscimo de hidrogênio à medida que a célula produz energia. A reforma interna pode ser benéfica à eficiência do sistema uma vez que utiliza o calor gerado pela reação exotérmica da célula, na reação endotérmica de reforma (CHBC, 2002).

Com este tipo de tecnologia elimina-se o uso de um reformador externo e a eficiência do sistema aumenta, entretanto a configuração da célula é mais complexa assim como sua manutenção. Nas células que trabalham a uma temperatura mais elevada podem ser utilizados tanto processos de reforma interna quanto externa, de combustíveis. A baixa velocidade de reação de reforma faz com que processos de reforma interna sejam impraticáveis em células que operam a baixas temperaturas, sendo que neste caso é necessário um reformador externo. No caso do Brasil, considerando a enorme capacidade instalada de etanol, o desenvolvimento de reformadores a etanol parece ser uma estratégia adequada à realidade do país. Entretanto, ainda são necessárias

pesquisas mais aprofundadas, principalmente para desenvolver catalisadores mais adequados (CENBIO, 2001). A primeira fase do processo é a remoção de enxofre para níveis de ppb (partes por bilhão), tornando os processos subseqüentes mais fáceis.

O segundo passo é o processo primário onde são produzidos basicamente hidrogênio, monóxido de carbono e dióxido de carbono. Existem 3 tipos de processos primários: Oxidação parcial, reforma auto-térmica e reforma catalítica. Os processos de reforma necessitam de vapor diferentemente do processo de oxidação parcial, entretanto este último produz menos hidrogênio por unidade de combustível (HYDROGEN SOURCE TECHNOLOGY, 2002).

O próximo passo é a redução do nível de monóxido de carbono gerado, efetivado pela adição de vapor. Finalmente são realizadas a purificação e o condicionamento para remover impurezas como amônia, e para ajustar a temperatura e umidade para que o combustível possa entrar na célula.

Estes últimos passos nem sempre são necessários e dependem do tipo de combustível utilizado no processo de conversão.

Deve-se observar que neste processo, dependendo do gás a ser reformado, há a emissão de poluentes para a atmosfera, como monóxido de carbono, dióxido de carbono etc., que deverão ser filtrados conforme as concentrações.

- **Enzimas** - Outro método para gerar hidrogênio é através de bactérias ou algas. As cianobactérias produzem normalmente hidrogênio através de seu metabolismo. Elas podem crescer no ar ou na água e contém enzimas que absorvem a luz solar e quebram as moléculas de água produzindo hidrogênio. As bactérias mais eficientes para este processo são as anaeróbias o que apresenta certa dificuldade, uma vez que um dos produtos da reação é o oxigênio (HYDROGEN SOURCE TECHNOLOGY, 2002).

- **Fotovoltaico/Eólico** - É possível gerar hidrogênio usando células fotovoltaicas ou turbinas movidas a vento para eletrolisar a água produzindo hidrogênio e oxigênio. Deste modo o hidrogênio pode ser transportado do local de geração para o local onde será utilizado numa célula a combustível, constituindo-se assim numa forma de

armazenamento de energia. Neste tipo de processo não há emissões atmosféricas. Este processo nada mais é do que a eletrólise, descrita anteriormente, porém com a utilização de energia solar/eólica para alimentar o eletrolisador.

A figura 19 ilustra as etapas do processo de reforma de gases.

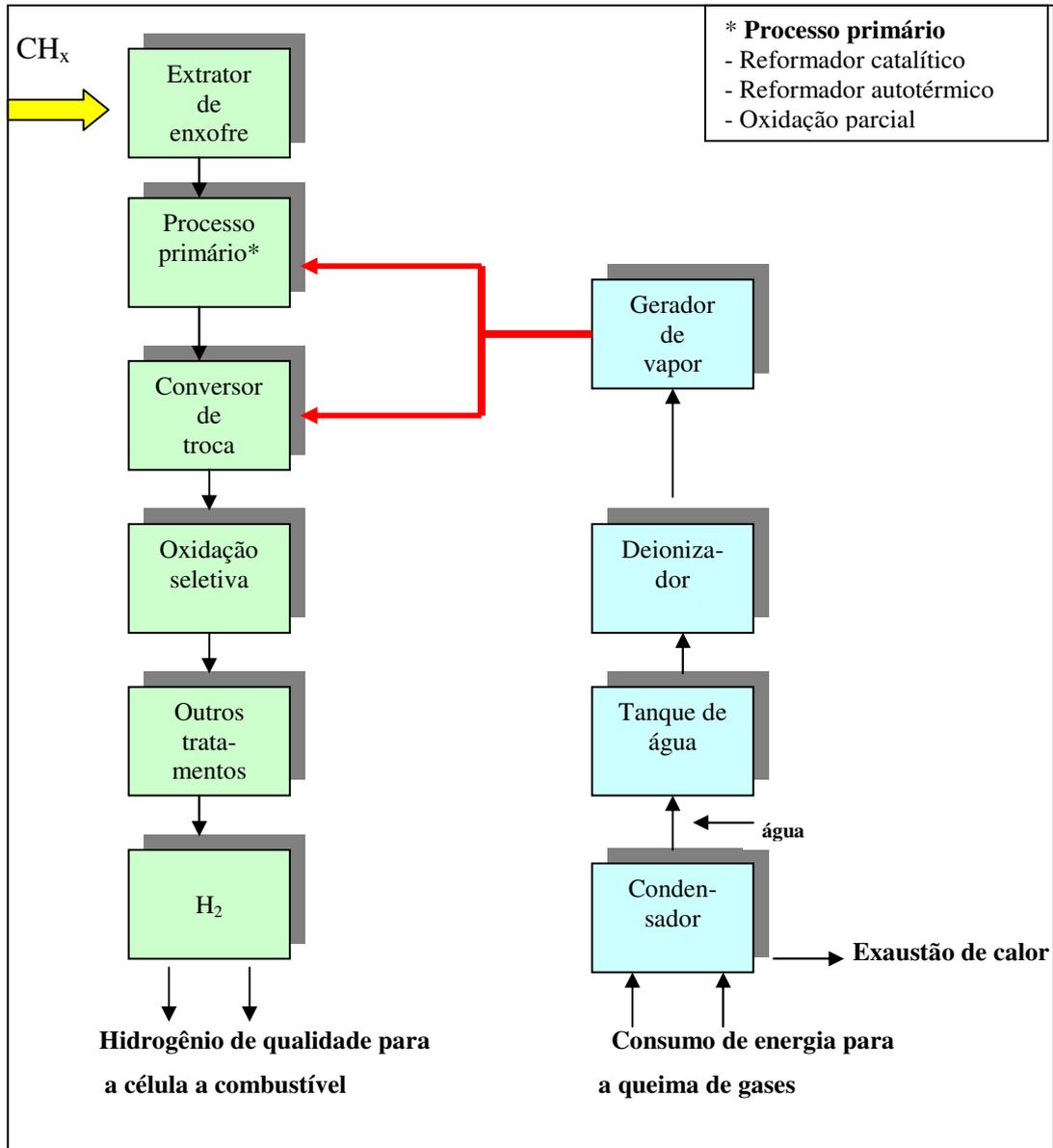


Figura 19 – Esquema do Processo de Reforma de Gases

Fonte: Hydrogen Source Technology, 2002

6.3.5 Métodos de Armazenamento do Hidrogênio

O hidrogênio é um gás incolor, inodoro, insípido, levemente solúvel em água porém altamente explosivo. O armazenamento do hidrogênio deve ser realizado de maneira cuidadosa devido à inflamabilidade e explosividade deste gás.

Uma vez que o hidrogênio é quatorze vezes mais leve que o ar, necessita de armazenamento pressurizado, pois se este gás escapa ele se dispersa imediatamente na atmosfera sem conseqüências perigosas, sendo que com o desenvolvimento dos meios de armazenamento a possibilidade de vazamento acidental é cada vez menor (ALTERNATIVE ENERGY INSTITUTE, 2002).

Assim como com o GLP (gás liquefeito de petróleo) pode-se odorizar o hidrogênio facilitando a detecção de vazamentos (HYDROGEN GAS GENERATOR, 2002).

O hidrogênio pode ser armazenado em tanques de aço. Recentemente tem sido utilizados tanques reforçados com fibra de carbono que são cerca de 10 vezes mais resistentes que o aço (ALTERNATIVE ENERGY INSTITUTE, 2002).

Outro método utilizado é o armazenamento em frascos criogênicos. Entre os novos métodos de armazenamento que estão sendo desenvolvidos pode-se citar:

- **Hidretos Metálicos:** a ligação química de hidrogênio com ligas metálicas formando hidretos é um método seguro de armazenamento de hidrogênio.

Este método também é útil para comprimir e purificar o hidrogênio.

Os metais na forma de pó absorvem o hidrogênio formando hidretos, sendo que este processo libera calor. Embora seguro este método é caro e requer energia para liberação do hidrogênio (WEITKAMP, 2002).

- **Carbono Ativado:** Este novo tipo de material tem se mostrado promissor para o armazenamento de grandes volumes de hidrogênio em pequenos espaços (ALTERNATIVE ENERGY INSTITUTE, 2002).

- **Zeólitos:** As moléculas de hidrogênio são forçadas em condições de alta temperatura e pressão através das cavidades de uma peneira molecular.

Após o resfriamento, o hidrogênio fica retido no material sendo liberado novamente por aquecimento (WEITKAMP, 2002).

Estão sendo discutidos internacionalmente procedimentos e normas para geração transporte e armazenamento de hidrogênio.

7. A UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DE PARICONHA

A análise de todos os dados levantados contemplou esta pesquisa com a apresentação de um projeto de uma Unidade Básica de Saúde e de um sistema de geração de energia distribuída e limpa, que possibilita levar o atendimento básico de saúde ao município estudado.

Na seqüência é apresentado o detalhamento do sistema.

7.1 Energia elétrica

A partir deste estudo, a geração de energia escolhida para atender ao princípio do desenvolvimento sustentável, máxima presente em todas as resoluções globais de preservação ambiental, é o aproveitamento da insolação abundante no Brasil, para a obtenção de hidrogênio, através da eletrólise da água, que por meio de uma célula a combustível, gerará energia elétrica sem queima ou quaisquer emissões atmosféricas, dando como subproduto apenas água potável e pouco calor que também poderá ser aproveitado na Unidade. São apresentadas abaixo algumas características da utilização da célula a combustível:

a) Com as células a combustível não é necessária a utilização de queima de gases ou combustíveis fósseis, os quais nocivamente contribuem para o efeito estufa, pois a célula produz energia elétrica apenas por reações eletroquímicas.

b) Quando do esgotamento das camadas catalíticas, integrantes das células a combustível, não se faz necessário trocar todo o sistema, mas somente os catalisadores, levando a uma economia e menor necessidade de mão de obra

especializada. A eficiência da célula a combustível é muito maior do que das turbinas convencionais que queimam hidrocarbonetos, aumentando a eficiência do sistema.

c) Em relação aos geradores convencionais, pesados e de difícil manutenção que resultam em poluição ambiental, tanto do solo como devido às emissões atmosféricas, a utilização das células a combustível é facilitada em regiões distantes devido às pequenas dimensões e à facilidade de transporte e manutenção.

Desta forma, a presente pesquisa, que procura apresentar um sistema que possibilite o acesso aos serviços básicos de saúde de parcela considerável da população brasileira, por meio da implantação de Unidades Básicas de Saúde, em regiões sem eletrificação, emprega a tecnologia de células a combustível, viabilizando a geração de energia elétrica distribuída limpa.

7.2 Comparação entre Sistemas de Energia Distribuída Quanto à Poluição Atmosférica

Como alternativas à geração de energia pelas células a hidrogênio no posto de saúde, de modo a se ter geração sempre que necessário, pode-se utilizar motores a diesel e a gasolina com baterias de chumbo ou painéis fotovoltaicos com baterias.

Os sistemas que foram comparados estão descritos a seguir:

S1 - Painéis Fotovoltaicos com célula a combustível

S2 - Painéis Fotovoltaicos com baterias de chumbo

S3 - Gerador a gasolina com baterias de chumbo (2,5 kWh)

S4 - Gerador a diesel com baterias de chumbo (2,5 kWh)

Deve-se ressaltar que embora esteja descrito o sistema de painéis fotovoltaicos com baterias (S2) este ainda é utilizado de forma muito incipiente no país.

No quadro 19 é apresentada a estimativa de emissão de geradores a diesel e gasolina de 2,5 kWh, ou seja, dimensionados para a UBS. São também apresentadas as

emissões, em kg, ao longo de 20 anos que é o tempo utilizado pela literatura internacional para avaliar projetos deste tipo. (MARKVART, 2000). Estas estimativas foram calculadas considerando 5 dias úteis por semana, com 5 horas de utilização por dia, com exceção da geladeira que tem funcionamento contínuo.

Quadro 19 - Estimativa das Emissões Atmosféricas de Gerador a Diesel e a Gasolina por um Período de 20 anos

Emissões	Gasolina - S3	Diesel - S4	Gasolina - S3	Diesel - S4
	(kg/h)	(kg/h)	20 anos (kg)	20 anos (kg)
NOx	0,017	0,047	516	1427
CO	0,678	0,010	20584	304
SOx	0,0009	0,003	27	91
MP ₁₀	0,001	0,003	30	91
CO ₂	1,642	1,749	49851	53100
Aldeídos	0,0007	0,0007	21	21
COT				
exaustão	0,023	0,004	698	11
evaporativa	0,001	-	30	-
cárter	0,007	0,00007	213	2
abastecimento	0,002	-	61	-

COT = Compostos Orgânicos Totais, SOx = Óxidos de enxofre, NOx = Óxidos de nitrogênio

Fonte: Cálculos baseados no EPA 2002b

Embora se possa observar que as emissões não são muito significativas em kg/h estas assumem um caráter mais importante quando se considera um período de 20 anos.

Não foram apresentadas as estimativas de emissão dos HPAs formados pela combustão do diesel nem de outros compostos orgânicos provenientes de motores a diesel e a gasolina, por serem escassos na literatura e os fatores de emissão para estes compostos. Entretanto, deve-se considerar que com a utilização de geradores movidos a estes dois tipos de combustíveis estes compostos são emitidos para a atmosfera.

No caso dos sistemas que utilizam combustíveis fósseis não foram consideradas as emissões dos veículos utilizados para o transporte dos combustíveis nem as emissões provenientes da transferência de combustível. Também não foi considerada a poluição causada pela produção e armazenamento dos combustíveis, desde os poços de exploração até os postos de abastecimento.

Com o uso da célula a combustível, utilizando energia solar para gerar o hidrogênio (S1) todas estas emissões seriam evitadas.

No caso dos painéis fotovoltaicos com baterias (S2) não há emissão de poluentes para a atmosfera, durante a geração de energia.

Ao se utilizar baterias de chumbo (S2,S3,S4) pode haver emissões atmosféricas deste elemento nos processos de confecção e reciclagem das baterias, além de contaminação de outros meios como solo, água, vegetação, etc. Também o descarte das baterias já usadas, se não for efetuado de maneira adequada pode causar a contaminação dos diversos meios.

7.3 Sistema Gerador de Energia Proposto para a Implantação de Unidades Básicas de Saúde

Para a energização da Unidade Básica de Saúde ou unidade de trabalho, pretende-se utilizar em conjunção os sistemas fotovoltaicos e de célula a combustível, onde o painel fotovoltaico produzirá energia elétrica a uma unidade de atendimento e a um eletrolisador para a produção de hidrogênio.

O eletrolisador gerará hidrogênio que será armazenado em tanques a alta pressão e alimentará as células a combustível que entrarão em funcionamento quando da insuficiência de energia solar.

O painel fotovoltaico produz eletricidade suficiente para a utilização direta na unidade e também para a produção de hidrogênio, que será armazenado e posteriormente utilizado nas células a combustível, quando não houver luz solar. Na figura 20 é apresentado o esquema energético básico que servirá para a eletrificação da unidade. O tipo de célula escolhido é o de ácido fosfórico. A célula de ácido fosfórico não

necessita de manutenção freqüente e produz, como subproduto de sua geração, água pura e calor. Este calor pode ser utilizado para o aquecimento de água, esterilização de equipamentos, entre outros.

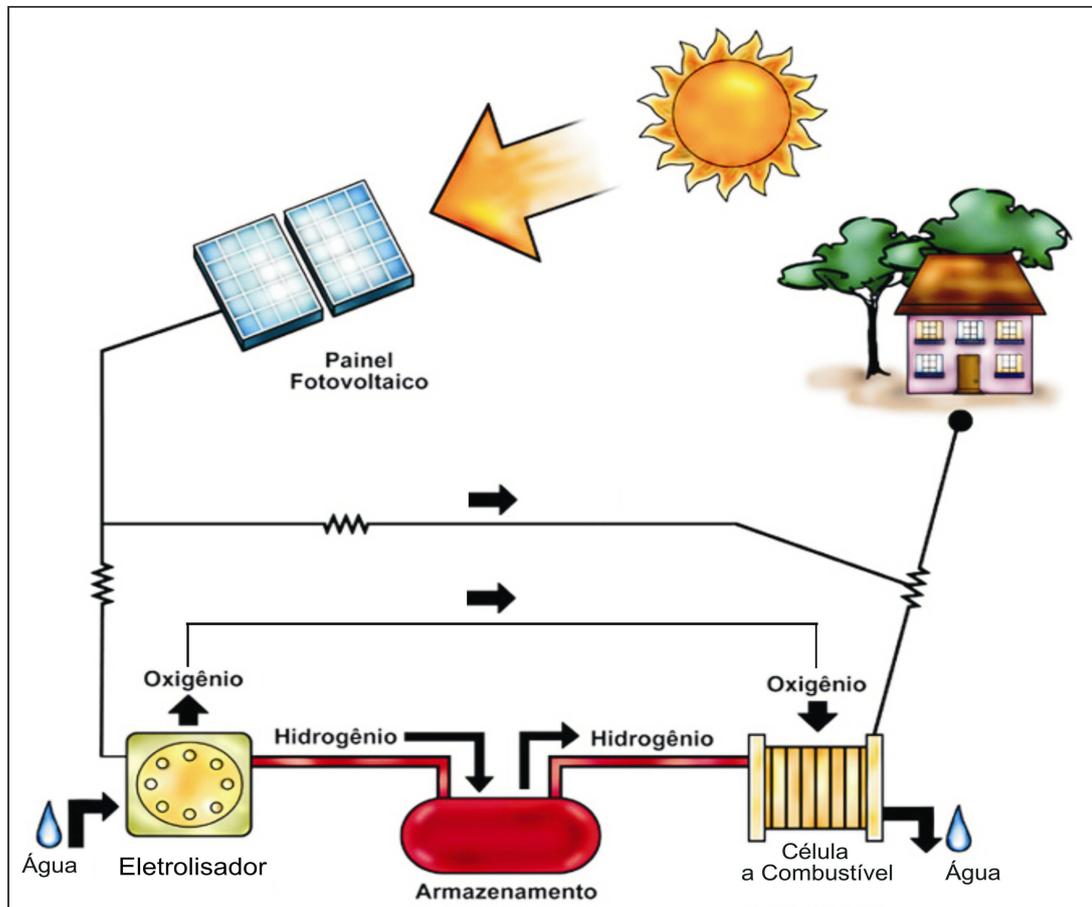


Figura 20 - Sistema Energético Proposto para a UBS Projetada

Fonte : Autor

7.4 Célula a Combustível

A escolha por esse sistema de geração de energia tem vários motivos, o primeiro refere-se à eliminação do uso de baterias chumbo-ácido e todos os seus impactos ao meio ambiente, desde a sua extração das minas, até a sua reciclagem.

Em segundo lugar, a durabilidade do sistema que com o tipo de célula escolhido pode chegar a quatro vezes a durabilidade de um sistema de baterias. Deve-se também ressaltar a alta confiabilidade do sistema.

Em terceiro lugar, a substituição de um sistema de armazenamento com baixa eficiência por um sistema de geração que apresenta alta eficiência.

Dentre os diversos tipos de células a combustível foi escolhida a de ácido fosfórico, pois tem uma vida útil de aproximadamente 40.000 h e é uma tecnologia já utilizada para a geração de energia estacionária e está disponível de forma comercial no mercado.

Para a energização da Unidade Básica de Saúde ou unidade de trabalho, pretende-se utilizar em conjunção os sistemas fotovoltaicos e de célula a combustível, onde o painel fotovoltaico abastecerá uma unidade de atendimento e um eletrolisador para a produção de hidrogênio.

O eletrolisador gerará hidrogênio que será armazenado em cilindros e alimentará as células a combustível que entrarão em funcionamento quando da insuficiência de energia solar.

7.4.1 Produção do combustível

Foi dada preferência pela produção de hidrogênio através do eletrolisador, por ser um processo de obtenção de hidrogênio de alto grau de pureza, onde a matéria prima além de energia é a água. O eletrolisador é de fácil instalação. Embora existam outros sistemas, muitos deles, como por exemplo a produção através de enzimas, ainda estão em fase de desenvolvimento. Neste caso o eletrolisador será alimentado através de painel fotovoltaico.

Não se optou por processos de reforma de gás natural, ou outro tipo de combustível uma vez que isto implicaria uma estrutura de transporte e armazenamento destes combustíveis, além de uma aparelhagem mais complexa e de difícil manutenção para a conversão destes combustíveis em hidrogênio.

Ressalta-se também que nos processos de reforma há a emissão de poluentes para a atmosfera.

7.4.2 O Combustível

O hidrogênio tem as maiores vantagens ambientais possíveis, pois além de armazenar grande quantidade de energia em sua estrutura química, quando é utilizado nas células a combustível libera apenas água como subproduto, que será utilizada novamente no processo de fabricação do hidrogênio no eletrolisador. O hidrogênio será produzido no próprio local onde será consumido, dispensando assim o transporte que em regiões distantes normalmente envolve grandes dificuldades, riscos ambientais e custos.

7.4.3 Armazenamento do Combustível

Serão utilizados cilindros metálicos ou de fibra de baixa pressão como forma de armazenar o hidrogênio, devido à sua utilização em várias partes do mundo. Estes tanques apresentam tecnologia conhecida e de custo compatível com o resto do sistema, em comparação com as tecnologias de armazenamento em tanques de hidreto que são caros e ainda estão em fase de desenvolvimento.

7.5 A Unidade Básica de Saúde

O projeto escolhido foi o do Ministério da Saúde, da Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde, Divisão Nacional de Organização de Serviços de Saúde, constante no documento Normas e Padrões de Construções e Instalações de Serviços de Saúde.

Foi acrescentado mais um ambiente ao projeto da Unidade Básica de Saúde padrão, para atendimento odontológico, uma vez que as pesquisas na área de saúde, já aludidas neste trabalho, resultaram na constatação de uma necessidade precípua em prever um atendimento odontológico à população.

Para o seu funcionamento, o posto necessita de um corpo de funcionários composto por cinco pessoas: 1 médico/a, 1 dentista, 1 enfermeiro/a, 1 auxiliar de enfermagem e 1 zelador.

A Unidade foi projetada para atender 200 pacientes/dia, entre consultas médicas e tratamento odontológico.

Nos Anexos apresenta-se uma listagem dos equipamentos elétricos necessários ao funcionamento do posto de saúde, bem como suas cargas, que totalizam 2,5 kW.

7.5.1 Localização

Como área de implantação da Unidade Básica de Saúde foi escolhida a cidade de Pariconha, praticamente no centro geográfico do município (Figura 21), visando facilitar a hospedagem ou moradia dos funcionários lotados no mesmo e o acesso da população proveniente dos quatro pontos cardeais. A maior distância a ser percorrida do extremo do município ao posto é de 14 km.

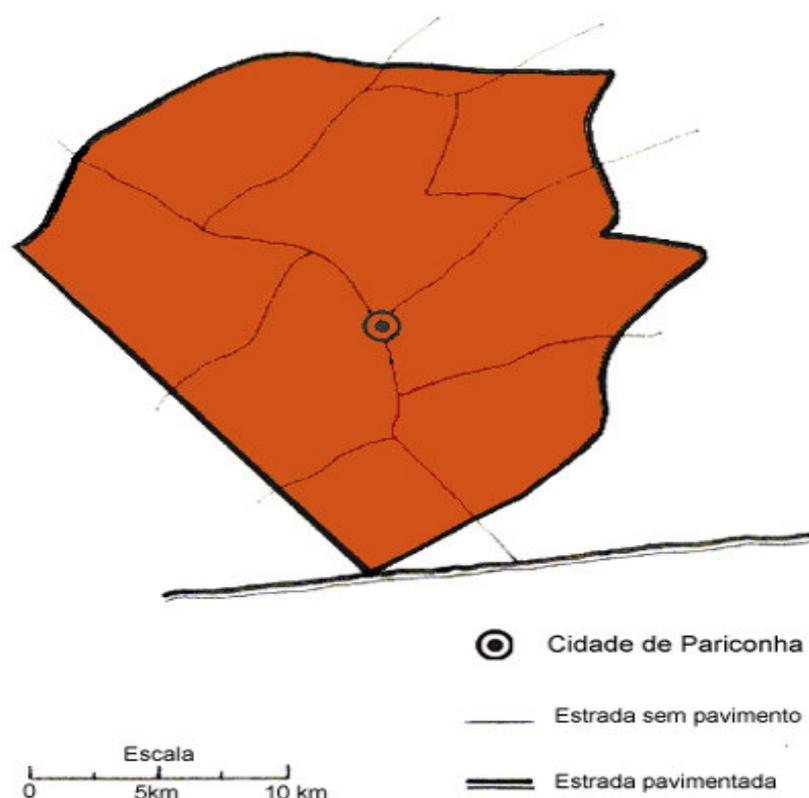


Figura 21 – Localização da Unidade Básica de Saúde no Município de Pariconha

Fonte : IBGE, 2000

7.5.2 O projeto

As características observadas na elaboração do projeto vêm atender às peculiaridades de uma edificação energizada através de painéis fotovoltaicos integrados com células a combustível abastecidas com hidrogênio proveniente da eletrólise da água, por meio de um eletrolisador. Tais dados dirigem à adoção de um partido arquitetônico o mais despojado possível em termos de consumo de energia, voltado ao aproveitamento máximo da claridade diurna. O projeto pretende contemplar também a ventilação natural, para evitar equipamentos eletromecânicos que viriam a demandar mais energia. Portanto, o projeto procurou priorizar a iluminação das salas de atendimento, a ser efetuada através das janelas laterais e pelas aberturas junto à cumeeira. Tal solução pretende propiciar também a ventilação cruzada, para conferir mais conforto ao local. No final do corredor, está prevista a implantação de tijolos laminados de cerâmica, entremeados por tela mosquiteira propiciando maior ventilação.

A caixa d'água está localizada sobre o ambiente destinado à implantação do equipamento de energia, para garantir a pressão necessária a este, bem como abastecer os dois sanitários contíguos. Os acabamentos deverão ser em cores claras, tanto no exterior como no interior do posto, para permitir conforto térmico, aproveitar a reflexão da luz diurna incidente e facilitar a limpeza do local. As figuras 22 e 23 apresentam uma visão do posto de saúde em perspectiva e planta baixa respectivamente, sendo que o detalhamento encontra-se em Anexo.

7.5.3 Método construtivo

Para propiciar a implantação da UBS nas regiões mais distantes do território nacional, adotou-se o método construtivo bem como os materiais a serem utilizados, os mais comuns e de conhecimento dos profissionais a serem lotados na construção de uma edificação deste tipo.

Fundações

Por meio de uma análise simples do solo do local, é possível utilizar dois tipos de fundações: em sapatas corridas ou estacas tipo “broca”, a serem dimensionados com a presença de um profissional habilitado.



Figura 22-Vista em Perspectiva da UBS Projetada

Fonte:Autor

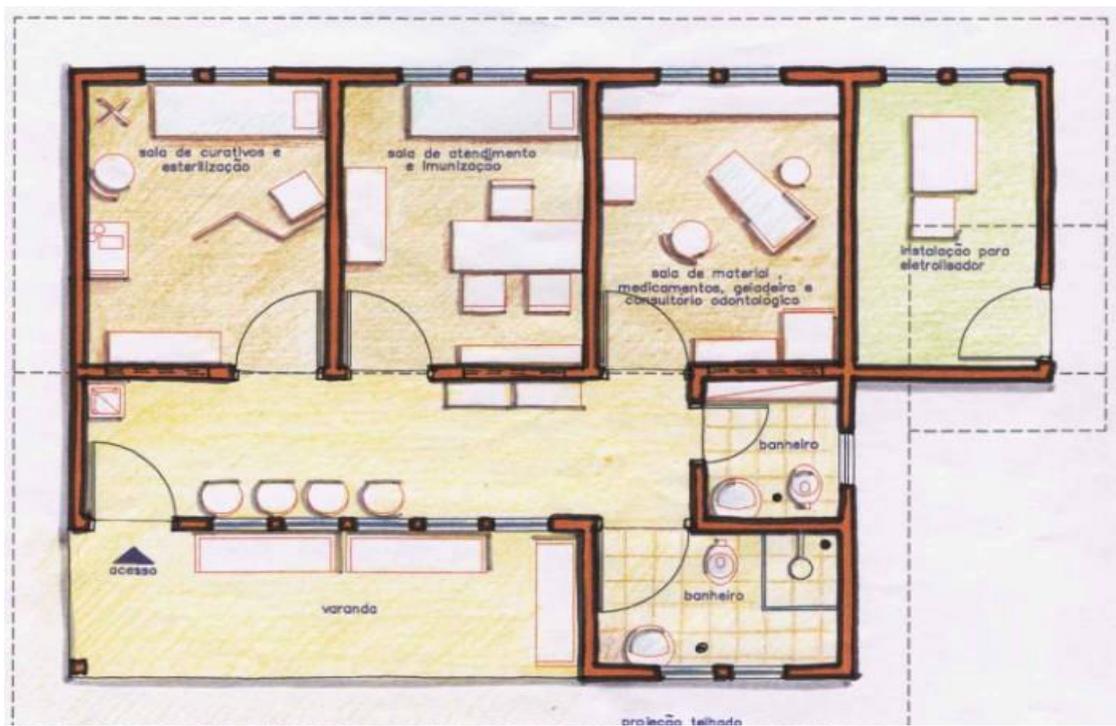


Figura 23 - Planta Baixa da UBS Projetada

Fonte:Autor

Alvenarias

As alvenarias deverão ser executadas utilizando-se tijolos cerâmicos de 8 furos, mais conhecidos como tijolos baianos, com amarrações com aço CA 50 A de diâmetro mínimo de 3/8” ou 10 mm.

Revestimentos

Os revestimentos de paredes deverão ser em massa de duas mãos, e dos pisos em cimento desempenado, “queimado” com a colher de pedreiro, tomando o cuidado de efetuar boleado junto às paredes e executando um rodapé com o mesmo material de altura mínima de 10 cm. Os forros deverão ser em lambri de madeira, ou PVC.

Instalações hidráulicas

As instalações hidráulicas deverão ser executadas utilizando-se tubos e conexões de PVC marrom para abastecimento e PVC branco para a coleta de águas servidas. Para aquecimento de água dos sanitários, deverá ser utilizado sistema de aquecimento solar e neste caso a tubulação de distribuição de água quente deverá ser de PVC especial para água quente. As louças deverão ser esmaltadas e os metais cromados, ou pintados eletrostaticamente.

Cobertura

A cobertura poderá ser executada com qualquer tipo de telha, mais facilmente encontrada na região de implantação do posto, observando sempre o caimento constante nos desenhos.

Sob a cobertura deverá ser colocada manta aluminizada, entre os caibros e o ripamento, para isolamento térmico e eliminação de qualquer tipo de goteiras.

Instalações elétricas

As instalações elétricas deverão ser executadas com fios antichama, em eletrodutos flexíveis, embutidos nas paredes. O quadro de distribuição interna deverá ser em chapa , com barramento em cobre e disjuntores térmicos. Os terminais deverão utilizar material antioxidante.

Esquadrias

As esquadrias de janelas e portas a serem utilizadas, poderão ser de madeira, ferro ou alumínio. Deverão ser observadas as medidas constantes nos desenhos, pois estas obedecem à distribuição de pesos provenientes das paredes e da cobertura. As ferragens deverão ser todas cromadas ou com pintura eletrostática.

Pintura

A pintura das paredes externas deverá ser efetuada em tinta cal, com fixador a base de óleo de linhaça. A pintura das paredes internas deverá ser efetuada com tinta látex PVA lavável.

As esquadrias de madeira deverão ser pintadas com tinta fundo preparadora e esmalte sintético brilhante para acabamento.

As esquadrias de ferro deverão receber uma demão de tinta zarcão pra proteção e acabamento também em tinta esmalte sintético brilhante.

Passeio

Deverá ser efetuada pequena calçada no entorno do posto de saúde, com no mínimo 60 cm de largura, pra evitar deterioração da base externa das alvenarias.

Este passeio poderá ser em cimentado desempenado e deverá ter 8,0 cm de espessura.

7.5.4 Custos

Através dos levantamentos obtidos junto a fabricantes dos equipamentos necessários ao sistema proposto foi possível estabelecer os preços por item e o custo total. Foi feito conjuntamente o levantamento do custo do sistema fotovoltaico/bateria e gerador/bateria para comparação com o sistema proposto. A comparação entre os sistemas, foi efetuada utilizando-se o tempo padrão adotado pelo PRODEEM para Unidades Básicas de Saúde, durante 20 anos: para um período de funcionamento de 5 horas/dia x 5 dias/semana x 52 semanas x 20 anos, Durante esse período de funcionamento é necessário realizar maior número de trocas de equipamentos quando se trata do sistema constituído por geradores e baterias de chumbo, segundo dados obtidos junto aos fabricantes destes equipamentos, pois tanto os geradores como as baterias têm vida média de 5 anos.

Deve-se também destacar que por se tratar de equipamento mecânico, com muitas peças móveis, há uma necessidade freqüente de manutenção dos geradores.

O quadro 20, apresenta uma comparação dos custos de instalação e manutenção entre o sistema proposto (S1) e o mais utilizado atualmente, que é o de gerador à gasolina/diesel (S3/S4) com baterias de chumbo. Considerando-se o investimento, a diferença no custo dos sistemas S1 e S3/S4 é absorvida pelo baixo custo de manutenção. No caso de sistema S2 o custo estimado é cerca de R\$ 90.000,00. Entretanto no caso do sistema S1 os impactos ambientais são praticamente inexistentes.

Quadro 20 - Comparação de Custos entre os Sistemas

Fotovoltaico/ Célula a Combustível (S1)		Gerador/ Bateria(chumbo-ácido) (S3/S4)		Fotovoltaico/ Bateria(chumbo-ácido)(S2)	
Painel Fotovoltaico	61.000,00	3 Geradores(gasolina-2,5 kW)	7.500,00	Painel Fotovoltaico	61.000,00
Inversor	10.000,00	Baterias(600 Ah/12V)	9.000,00	Inversor	10.000,00
Regulador de voltagem	1.000,00	Inversor 2,5 kW	10.000,00	Regulador de voltagem	1.000,00
Eletrolisador	70.000,00	Combustível 8 L/dia	120.000,00	Baterias(600Ah/12V)	9.000,00
Tanques/estocagem	20.000,00	Óleo Lubrificante 0,03 L/dia	2.300,00	Instalação/manutenção	9.000,00
Célula a Combustível	35.000,00	Instalação/manutenção 1	4.700,00		
Instalação/manutenção	19.700,00				
TOTAL	216.700,00	TOTAL	163.500,00	TOTAL	90.000,00

Fonte: Autor

7.5.5. Descrição dos equipamentos

O quadro 21, descreve os equipamentos e as respectivas cargas utilizadas na UBS.

Quadro 21 - Descrição dos Equipamentos e Respectivas Cargas Utilizadas na UBS

Equipamento	Potência (Ah)	Período Diário de Utilização (h/dia)	Período Semanal de Utilização (dia/semana)	Potência Utilizada por Semana (Ah)
Almagamador	8,4	5	5	208
Fotopolimerizador	5,0	5	5	125
Cadeira completa	7,5	5	5	188
Negatoscópio	0,85	5	5	22
Compressor	84	5	5	1.260
Geladeira	2,5	24	7	420
Varanda	1,7	5	5	43
Sala/espera	3,4	5	5	85
Sala 1	3,4	5	5	85
Sala 2	3,4	5	5	85
Sala odontológica	5	5	5	125
W.C 1	0,75	2,5	2,5	9,5
W.C 2	0,75	2,5	2,5	9,5
Bomba d'água	21	5	5	525
Eletrolisador	500	1	7	3500
Potência total da UBS/semana				6.690 Ah

Fonte: Autor

Esse valor total de potência necessária para a operação da Unidade Básica de Saúde projetada é perfeitamente conseguida com o sistema gerador proposto, considerando-se as condições de insolação do município estudado.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Através dos dados obtidos durante a elaboração do presente trabalho foi possível observar que há grande carência nos serviços de fornecimento de eletricidade e no atendimento à saúde principalmente em áreas rurais isoladas. Medidas rápidas e eficientes devem ser implantadas para o atendimento dessas necessidades, sem porém deixar de se levar em conta a questão ambiental.

É de fundamental importância que os sistemas que venham a ser implantados para a eletrificação em áreas isoladas sejam compatíveis com a manutenção de um meio ambiente saudável, já que a saúde das gerações futuras vai depender não só de um atendimento médico-sanitário adequado, mas também de um meio ambiente saudável. Atualmente, preconiza-se a utilização de geração distribuída que, conforme já descrito neste trabalho, vem a ser a geração de energia no próprio local onde a mesma é consumida. Dentre as inúmeras vantagens deste sistema, pode-se citar a eliminação do transporte da energia (linhas de transmissão) que demandam grandes áreas e demandam grandes perdas na transmissão, bem como manutenção constante. A matriz energética do país, sendo hidrelétrica, depende da inundação de áreas enormes e a geração está onde estão as quedas d'água, o que acarreta longas distâncias de transmissão, com as inerentes perdas de carga. O meio ambiente, então, passa a ser coadjuvante, o que gera passíveis ambientais consideráveis.

Portanto, a geração distribuída é uma modalidade substituta que apresenta amplas vantagens. Porém, há que se considerar também o fato de que a geração distribuída, por si só, resolve apenas parte do problema, pois uma usina de queima de combustível, seja o combustível que for, como óleo ou mesmo biogás, estará colaborando apenas em parte com a questão ambiental pois por outro lado, continuará causando prejuízos ao meio ambiente, uma vez que estará produzindo emissões atmosféricas e aquecimento global. Este inconveniente pode ser resolvido, com a geração distribuída aliada à produção de energia limpa.

Recomenda-se portanto, a implantação de sistemas de geração distribuída pelo território nacional, o que possibilitará levar o progresso, a saúde e o conforto aos rincões mais longínquos do país, abrindo a possibilidade de estar trabalhando em

sistemas integrados locais, integrando-se estes a pequenas redes com a co-geração de energia.

As comunidades, como Pariconha, atores principais deste trabalho, atendidas por este sistema, só tem a ganhar pois, além de propiciar o desenvolvimento sustentável, o sistema poderá evitar o êxodo rural e a migração interna do país que tem sido tão perversa nos últimos tempos, gerando um contingente cada vez maior de cidadãos marginalizados, contribuindo para a violência e os males que têm agravado a baixa de qualidade de vida dos grandes centros urbanos. Isso possibilitará a fixação do homem em sua região de origem e propiciará o desenvolvimento local, a distribuição de renda mais equitativa e os benefícios que um povo saudável possa desfrutar.

Fato relevante observado também na elaboração deste trabalho, que reitera a recomendação da adoção de sistemas como o estudado, foi a dificuldade na obtenção de dados específicos regionais. Dados que poderiam ser facilmente coligidos, quando implantadas unidades do sistema aqui proposto, possibilitando a inclusão digital de qualquer comunidade longínqua, o fornecimento de dados variados, em tempo real, através da internet.

Dado o exposto acima, a proposta feita por esse trabalho apresenta grandes possibilidades de aplicação imediata, já que trata das questões de geração energética dentro dos conceitos mais modernos utilizados nos dias de hoje. É importante salientar que apesar dos custos do sistema proposto apresentar valores maiores que os sistemas convencionais, é precípua lembrar-se dos impactos ambientais que os sistemas convencionais geram.

O veloz avanço das tecnologias descritas neste trabalho, FOTOVOLTAICA e CÉLULA A COMBUSTÍVEL, traz grande perspectiva de que em futuro muito próximo, 2 a 4 anos, segundo pesquisadores, o sistema proposto terá custo semelhante aos sistemas convencionais, que além do problema ambiental intrínseco estão sujeitos ao instável mercado do petróleo e, portanto, tendem a ter o seu custo operacional cada vez mais comprometido.

No decurso da elaboração deste trabalho, foi possível vislumbrar as reais possibilidades do aproveitamento do hidrogênio na geração de energia elétrica no Brasil, tendo em vista as diversas fontes de obtenção de hidrogênio que estão

disponíveis e virtualmente sendo desperdiçadas. Pode-se portanto fazer algumas sugestões observando-se as potencialidades apresentadas:

- a utilização do biogás gerado nos aterros sanitários para reforma e posterior utilização do hidrogênio em células a combustível;
- a utilização de biodigestores anaeróbios para o tratamento de esgoto em pequenas comunidades, possibilitando a reforma do biogás e produção de hidrogênio;
- restos de lavoura também poderão sofrer biodigestão e por reforma produzirem hidrogênio;
- locais com bom índice de ventos, como a faixa litorânea da região Nordeste poderiam ter sistemas híbridos de geração de energia eólica com célula a combustível;
- em locais de extrativismo como a Amazônia, por exemplo, fragmentos de frutas e sementes como castanhas podem ser biodigeridos e o biogás utilizado com reforma, para geração de hidrogênio;
- a utilização de etanol, utilizando a rede de distribuição já existente, considerando-se que são necessárias maiores pesquisas para a geração de hidrogênio a partir deste combustível.

Espera-se com este trabalho, estar colaborando para o desenvolvimento do Brasil e principalmente levando bem estar para populações carentes, sem com isso agredir o meio ambiente, já tão impactado ultimamente. Com a sensação de contribuir com algo de bom para este país, tem-se a impressão de um dever cumprido.

9. REFERÊNCIAS

Alves C. **Política Energética e Crise de Desenvolvimento**. São Paulo: Editora Paz e Terra; 2002.

Alternative Energy Institute, Inc. **Hydrogen and Fuel Cells**. [serial online] 2002;

[16 screens] Available from:

< [URL:http://www.altenergy.org./2/renewables/hydrogen_and_fuel_cells](http://www.altenergy.org./2/renewables/hydrogen_and_fuel_cells) > [2002 aug 25]

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Centro de Documentação e Informação. Brasília; 2002.

Bentley J, Derby R. **Ethanol & Fuel Cells: Converging Paths of Opportunity**. (Washington, DC); 2002. [Prepared by The Renewable Fuels Association which seek to promote the advantages of renewable ethanol as a fuel source for fuel cells, reducing fossil fuel]

CCPR – Casa Civil da Presidência da República. **Projeto Alvorada**. Disponível on line em < http://www.saneamentobasico.com.br/editor/Default.asp?Id_editor=9 > [2006 fev 09]

CENBIO - **Oportunidades de biocombustíveis líquidos**. CENBIO Notícias 2001;13 : 08-09.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Monitoramento da qualidade do ar no Município de Araraquara-S.P. Comparação entre os período de safra e entressafra de cana-de-açúcar**. São Paulo; 2000a. Disponível online em < URL: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/relatorios/relatorios.htm>. > [2002 nov 16].

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Avaliação dos compostos orgânicos provenientes da queima de palha de cana-de-açúcar na região de Araraquara-S.P. e comparação com medições efetuadas em São Paulo e Cubatão – Relatório Final Maio 2002.** São Paulo; 2000b. Disponível online em < URL: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/relatorios/relatorios.htm>. > [2002 nov 16].

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Poluição e Saúde.** Disponível online em < URL: http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/ar_saude.htm. > [2002a nov 16].

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Chumbo e meio ambiente.** São Paulo; 2002b.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Energia. **Programa brasileiro de células a combustível.** Rio de Janeiro; 2002. (Proposta para o Programa coordenada pelo CGEE)

CHBC - The California Hydrogen Business Council. **Fuel Cell handbook.** (serial online) 1998; [8 screens]. Available from: < URL:<http://www.ch2bc.org/FCHandbook/TechOver1-1FCDesc.htm> > [2002 sep 08]

Comisión de Desarrollo y Medio ambiente de América latina y Caribe. **Nuestra propia agenda.** Cidade de México: Fondo de Cultura Económica; 2001.

Contadini F. **P & D e o estado da arte de células a combustível na América do Norte.** [Apresentada ao Workshop Internacional de Células a Combustível no Centro de Convenção da UNICAMP; 2002 out 31, Campinas] . Disponível em < URL:<http://www.ifi.unicamp.br/ceneh> > [2002 out 31]

CRESESB. **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio e Salvo Brito.** Rio de Janeiro; 2002.

DATASUS. **Informações de Saúde.** Disponível em
<URL:<http://www.datasus.gov.br>> [2002 jul 29]

EPA - Environmental Protection Agency. **Global Warming Site: Climate**
Disponível em: <URL:http://www.epa.gov/global_warming/climate/index.html>[2002a Mar 13]

EPA - Environmental Protection Agency. **Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources Chapter 3: Stationary Internal Combustion Sources.** Disponível em
< URL: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch03/> > [2002b Nov 13]

EPA - Environmental Protection Agency. **Diesel Exhaust.** Disponível em
< URL: <http://www.epa.gov/ncea/dieslexh.htm> > [2002c Nov 13]

Fuel Cells 2000. **Applications for fuel cells.** [online] 2002 a; [02 screens]. Available from:
< [URL:http://www.fuelcells.org/fcapps.htm](http://www.fuelcells.org/fcapps.htm) > [2002 may 31]

Fuel Cells 2000. **Types of fuel cells.** [online] 2002 b ; [05 screens]. Available from:
< [URL:http://www.fuelcells.org/fctypes.htm](http://www.fuelcells.org/fctypes.htm) > [2002 may 31]

Fundação Instituto IBGE. **Censo Demográfico 1970.** Disponível em
<URL:<http://www.ibge.gov.br>> [2002 set 06]

Fundação Instituto IBGE. **Censo Demográfico 1980.** Disponível em
<URL:<http://www.ibge.gov.br>> [2002 set 06]

Fundação Instituto IBGE. **Censo Demográfico 1991.** Disponível em
<URL:<http://www.ibge.gov.br>> [2002 set 06]

Fundação Instituto IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em <URL:<http://www.ibge.gov.br>> [2002 set 06]

Fundação Instituto IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Disponível em <URL:<http://www.ibge.gov.br>> [2000 dez 21]

Goldenberg J. **Política Energética e Crise de Desenvolvimento**. São Paulo: Editora Paz e Terra; 2002.

Gonzalez E. **Células a combustível de eletrólito polimérico sólido**. [Apresentada ao Workshop Internacional de Células a Combustível no Centro de Convenção da UNICAMP; 2002 out 31, Campinas] . Disponível online em <[URL:http://www.ifi.unicamp.br/ceneh](http://www.ifi.unicamp.br/ceneh) > [2002 out 31]

Hydrogen Gas Generator.**Hydrogen Appliances**. [online]; [14 screens]. Available from: < URL: <http://www.hydrogenappliances.com/hydrogeneration.html> > [2002 aug 25]

Hydrogen Source Technology. **Hydrogen Sources**. [online] 2002. Available from: < [URL:http://www.hydrogensource.com/technology.hhtml](http://www.hydrogensource.com/technology.hhtml) > [2002 may 31]

Instituto Antônio Houaiss. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva; 2001.

ITEC - Instituto de Tecnologia em Informação. **Contexto geral da realidade em Alagoas**. Disponível em <URL:<http://www.itec.al.gov.br/ppa/contexto.htm>> [2002 set 16]

Linardi M. Células a combustível SOFC e PEMFC de baixa potência para geração de energia elétrica distribuída. [Apresentada ao Workshop Internacional de Células a Combustível no Centro de Convenção da UNICAMP; 2002 out 31, Campinas] . Disponível online em < [URL:http://www.ifi.unicamp.br/ceneh](http://www.ifi.unicamp.br/ceneh) > [2002 out 31]

MA Ministério da Agricultura. **Pronaf Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. Disponível on line em < http://www.pronaf.gov.br/quem_somos/perguntas.htm > [2006 fev 09]

Macedo, Horácio. **Dicionário de Física Ilustrado**. Rio de Janeiro. Editora Nova Fronteira; 1976

MDA Ministério do desenvolvimento Agrário. **Programa Nacional de Reforma Agrária**. Disponível on line em < <http://www.mda.gov.br/index.php?sccid=184> > [2006 fev 09]

Markvart T. **Solar electricity**. Second edition ; University of Southampton, UK.; 2000.

MPAS Ministério da Previdência e Assistência Social. **SEAS Secretaria de Estado de Assistência Social**. Disponível on line em < http://www.desenvolvimentosocial.gov.br/relecris/bpc/3_inf_tecnicas.htm > [2006 fev 09]

MS Ministério da Saúde. **IDB 2004**. Disponível on line em < <http://tabnet.datasus.gov.br> > [2006 jan 17]

MT Ministério do Turismo. **Programa Nacional de Municipalização do Turismo PNMT**. Disponível on line em < <http://www.pnmt.sc.senac.br/opnmt.asp> > [2006 fev 09]

Nogueira S. O poder do hidrogênio. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2000 dez 10; Cad. Mais Ciência .

OPAS/OMS - Organização Pan-Americana da Saúde. Escritório de Representação no Brasil. Relatório **A Saúde no Brasil**. Brasília, novembro de 1998.

PADETEC - Parque de Desenvolvimento Tecnológico. Universidade Federal do Ceará. **Células solares usando corantes fotoexcitáveis..** Ceará; 2002.

Penna CG. **O Estado do Planeta.** Rio de Janeiro: Editora Record; 1999.

PNUD. **Atlas do Desenvolvimento humano no Brasil.** Brasília, agosto de 2005.

Perez E. **Integração e sistemas com células a combustível.** [Apresentada ao Workshop Internacional de Células a Combustível no Centro de Convenção da UNICAMP; 2002 out 31, Campinas] . Disponível online em <[URL:http://www.ifi.unicamp.br/ceneh](http://www.ifi.unicamp.br/ceneh) > [2002 out 31]

Sauer IL. **Política Energética e Crise de Desenvolvimento.** São Paulo: Editora Paz e Terra; 2002.

Secretaria de Planejamento de Alagoas. **Aspectos Sociais.** Disponível em <URL:<http://www.saudesocialalagoas.htm>>. [2002 out 02]

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Mecânica. **Panorama atual da utilização energia solar fotovoltaica.** Florianópolis; 2002.

UNDP - United Nations Development Programme. **Environmental strategy for energy: hydrogen fuel cell buses for brazil.** Report. São Paulo; 1999.(Final report on phase I).

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Changes. **Climate Change Information Sheet 10 - Agriculture and food security**

Disponível em: <URL:<http://www.unfccc.int/resource/iuckit/fact10.html>>[2002a Mar 13]

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Changes. **Climate Change Information Sheet 13 - Water Resources**

Disponível em: <URL:<http://www.unfccc.int/resource/iuckit/fact13.html>>[2002b Mar 13]

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Changes. **Climate Change Information Sheet 11 - Sea Levels. Oceans and Coastal Areas**

Disponível em: <URL:<http://www.unfccc.int/resource/iuckit/fact11.html>>[2002c Mar 13]

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Changes. **Climate Change Information Sheet 12 - Biological Diversity**

Disponível em: <URL:<http://www.unfccc.int/resource/iuckit/fact12.html>>[2002d Mar 13]

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Changes. **Climate Change Information Sheet 14 - Human Health.**Disponível em:

<URL:<http://www.unfccc.int/resource/iuckit/fact14.html>>[2002e Mar 13]

UTC Fuel Cells. **About Fuel Cells.** Disponível em

< URL: http://www.utcfuelcells.com/fuelcell/how_fl.shtml> [2002 nov 18]

Weitkamp J. **Zeolites as Media for Hydrogen Storage.** Disponível em

< [URL:http://www.uni-stuttgart.de/sbf270/B7_E.htm](http://www.uni-stuttgart.de/sbf270/B7_E.htm)> [2002 jul 15]

10. ANEXOS

A . PRINCIPAIS POLUENTES RELACIONADOS AOS SISTEMAS CONVENCIONAIS DE GERAÇÃO DE ENERGIA DISTRIBUÍDA

Pretende-se nesse item fazer uma breve descrição dos principais poluentes emitidos pelos sistemas convencionais de geração de energia distribuída: geradores movidos a combustíveis fósseis (gasolina ou diesel) e painéis fotovoltaicos, ambos com baterias de chumbo para o armazenamento da energia gerada.

A.1 Principais Poluentes atmosféricos

A seguir tem-se uma breve descrição dos principais poluentes atmosféricos e a descrição de seus principais efeitos:

- Dióxido de Enxofre (SO₂)

O dióxido de enxofre é emitido principalmente na queima de óleo combustível e diesel, que contêm enxofre na sua composição. O SO₂ em altas concentrações produz irritação no sistema respiratório e problemas cardiovasculares, além de ser um importante formador da chuva ácida.

A exposição a esse gás pode provocar:

- desenvolvimento de doenças respiratórias ou seu agravamento;
- irritação do sistema respiratório;
- tosse, sensação de falta de ar, respiração curta;
- rinofaringites;
- diminuição da resistência imunológica.;
- bronquite crônica;
- enfisema pulmonar (CETESB 2000a, 2002a).

- Monóxido de Carbono (CO)

Origina-se da queima incompleta de qualquer combustível de origem orgânica (biomassa, combustíveis fósseis, etc.). Nas cidades é emitido, principalmente, por veículos automotores.

O monóxido de carbono compete com o oxigênio na combinação com a hemoglobina no sangue, uma vez que sua afinidade com este gás poluente é 210 vezes maior do que com o oxigênio. Quando uma molécula de hemoglobina recebe uma molécula de monóxido de carbono forma-se a carboxihemoglobina, que diminui a capacidade do sangue de transportar oxigênio (CETESB 2002a).

Com o aumento da concentração do monóxido de carbono podemos notar:

- diminuição da capacidade de trabalho e exercícios físicos;
- problemas cardiovasculares ou o agravamento destes;
- diminuição dos reflexos;
- diminuição da acuidade visual.

Nos casos mais graves, já apontados como intoxicação, os sintomas são: dor de cabeça, tontura, náuseas, perda de concentração e desconforto físico.

Quando a exposição ao gás for muito intensa pode levar à morte em poucos minutos (CETESB 2000a, 2002a).

- Material Particulado (MP) e Partículas Inaláveis (MP₁₀)

O material particulado é um termo genérico para uma grande classe de substâncias químicas que podem se apresentar como sólidos ou gotículas líquidas em suspensão na atmosfera. Os particulados tanto podem ser emitidos diretamente por fontes móveis e fixas quanto ser formados na atmosfera a partir da transformação de gases e vapores, sendo, neste último caso, denominados particulados secundários. O tamanho das partículas na atmosfera depende da sua origem e formação, sendo que quanto menores as partículas, mais agressivas são à saúde. De maneira simplificada as partículas inaláveis são aquelas menores que 10 µm.

Numa atmosfera urbana, as partículas podem ser emitidas por veículos automotores (principalmente a diesel), por processos de queima de biomassa, durante a operação de

processos industriais, etc.. São ainda fontes importantes destas partículas a formação de aerossóis secundários e a ressuspensão de poeira do solo.

A inalação de material particulado pode provocar:

- redução da resistência imunológica;
- irritação da garganta e dos olhos;
- alergias;
- asma e bronquite (CETESB 2000a, 2002a);
- obstrução dos alvéolos pulmonares.

- Óxidos de Nitrogênio (NO e NO₂)

São formados, principalmente, na queima de combustíveis fósseis. Em cidades, os veículos geralmente são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio. As altas temperaturas favorecem a reação do oxigênio com o nitrogênio formando NO. O NO, sob a ação da luz solar, se transforma em NO₂ e tem papel importante na formação dos oxidantes fotoquímicos como o O₃. O NO₂ penetra no sistema respiratório e dá origem a substâncias cancerígenas como, por exemplo, as nitrosaminas. Causa irritação, podendo conduzir a sintomas que lembram os do enfisema (CETESB 2000a, 2002a).

- Hidrocarbonetos (HC)

São resultantes da queima incompleta e da evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis. Estão incluídos nas reações que formam o “smog” fotoquímico, que pode gerar o ozônio. O “smog” fotoquímico reduz a visibilidade e é irritante para o trato respiratório superior, para a pele e para os olhos (CETESB 2002a).

- Ozônio (O₃)

O ozônio não é um poluente emitido diretamente por qualquer fonte, mas sim formado na atmosfera, através da reação entre hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio em presença de luz solar. Por não ser emitido diretamente pelas fontes, é denominado poluente secundário. A presença de O₃ na atmosfera está associada à redução da capacidade pulmonar, irritação dos olhos, envelhecimento precoce e corrosão dos

tecidos. Pessoas com asma estão entre as mais suscetíveis aos efeitos do O₃. Além de danoso à saúde humana, o ozônio também é prejudicial à vegetação, causando danos às colheitas e à vegetação natural (CETESB 2000a, 2002a).

Obs: Deve-se lembrar que diferentemente do ozônio gerado ao nível do solo, onde é considerado um poluente, ozônio em grandes altitudes é responsável pela filtragem dos raios ultravioleta provenientes do sol e portanto possui um papel importantíssimo na manutenção da vida no planeta.

- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Em virtude do seu potencial carcinogênico, os compostos policíclicos aromáticos são de grande interesse. Em razão da sua larga disseminação no meio ambiente, estes compostos representam um risco latente, especialmente porque a sua incorporação através do ar e dos alimentos é inevitável.

Os HPAs se formam a partir da queima incompleta de substâncias orgânicas (em praticamente todo processo de combustão). Como quase todo processo de queima ocorre em presença de pouco oxigênio, toda queima de material orgânico passa a ser importante como fonte de HPAs no ambiente.

Os HPAs formados nos processos de combustão são adsorvidos principalmente em partículas de poeira e de fuligem. Dependendo da temperatura e da pressão de vapor, eles permanecem na atmosfera, em parte na forma gasosa, espalhando-se em todos os compartimentos do meio ambiente (CETESB 2000b).

- Dióxido de Carbono (CO₂)

É um gás que resulta da combustão completa de material orgânico e tem papel fundamental no “efeito estufa”.

Os gases presentes na atmosfera são responsáveis pela absorção da energia proveniente do sol que é refletida pela Terra. Após a revolução industrial, com o uso intensivo de combustíveis fósseis e a queima de florestas, houve um aumento de cerca de 30% nas concentrações de dióxido de carbono na atmosfera. Existem incertezas de exatamente como o aumento destes gases afeta o clima da terra, entretanto vem sendo observado um aumento gradual da temperatura global, que subiu no último século de

0,45 a 0,6° C, sendo que ainda há dúvidas se este aumento deve-se a processos naturais cíclicos ou a influência das emissões antropogênicas (EPA 2002a).

Estima-se que as conseqüências do aumento da temperatura média do planeta, que parece ser decorrente do aumento das concentrações de gás carbônico na atmosfera possam ser (UNFCCC 2002a, 2002b, 2002c, 2002d, 2002e):

- diminuição das colheitas nas áreas tropicais e subtropicais;
- aumento do período de crescimento dos vegetais na Europa e Estados Unidos;
- maior freqüência nas tempestades, portanto maior chance de inundações;
- regiões áridas ficarão mais áridas, enquanto as úmidas ficarão mais úmidas;
- aumento do nível dos oceanos, prejudicando as ocupações humanas próximas ao litoral;
- prejuízo da atividade pesqueira;
- intrusão de água salgada no lençol freático o que diminuirá a disponibilidade de água potável;
- mudanças em diversos ecossistemas poderão causar alterações na biodiversidade;
- expansão das “doenças tropicais”, como a malária por exemplo.

A.2 Emissões dos motores a combustão interna

A maioria dos poluentes em motores de combustão interna é emitida na exaustão, porém os compostos orgânicos podem ser emitidos também por evaporação. No caso de motores a diesel, ao contrário dos motores a gasolina, as perdas por evaporação são insignificantes devido à baixa volatilidade do mesmo (EPA 2002b).

No caso de motores de combustão interna, o principal mecanismo de formação dos óxidos de nitrogênio é a dissociação térmica e subsequente reação do nitrogênio com o oxigênio do ar (EPA 2002b).

Já os compostos orgânicos são provenientes de combustível não queimado ou parcialmente queimado durante o processo de combustão, ou de evaporação dos combustíveis (EPA 2002b).

O monóxido de carbono é formado pela queima parcial do combustível enquanto o dióxido de carbono, quando a queima é completa.

A emissão dos óxidos de enxofre está relacionada principalmente aos teores de enxofre presentes no combustível. Há também a emissão de material particulado para a atmosfera.

A.2.1 Poluição atmosférica proveniente da queima de óleo diesel

A emissão atmosférica proveniente da queima de diesel é uma mistura complexa de partículas e gases com centenas de compostos químicos, principalmente orgânicos.

As partículas emitidas tem tamanho de cerca de 0,2 μm , e podem penetrar profundamente no trato respiratório. Estas partículas possuem um núcleo de carbono elementar e têm uma grande superfície onde uma série de compostos orgânicos são adsorvidos. O material particulado emitido é constituído de 10 a 30 % de partículas orgânicas que contém vários tipos de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), muitos dos quais cancerígenos (EPA 2002c).

Os gases têm tanto constituintes inorgânicos quanto orgânicos dentre os quais pode-se citar: dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, benzeno, etileno, tolueno, aldeídos, olefinas e HPAs de baixo peso molecular (EPA 2002c).

Muitos compostos orgânicos e partículas emitidos pela queima de diesel têm propriedades toxicológicas capazes de provocar efeitos adversos à saúde humana.

A.3 As baterias de chumbo

As baterias de chumbo são utilizadas em conjunto com os geradores como forma de armazenamento de energia, para serem utilizadas na falta do principal sistema abastecedor. Embora durante a geração de energia não haja a emissão de chumbo para a atmosfera, as baterias podem causar problemas ambientais na sua confecção, na sua reciclagem e disposição final, se estes processos não forem realizados de maneira adequada. O chumbo é utilizado desde o tempo dos egípcios e foi muito empregado até poucos anos atrás na fabricação de tintas, vidros e até canos para a condução de água. Devido à descoberta dos efeitos danosos do chumbo à saúde, sua utilização foi praticamente restringida às baterias.

Estas foram inventadas em 1860 por Gaston Platé, e dessa data até hoje sofreram muitas mudanças. A bateria de chumbo-ácido é a mais usada até hoje como fonte alternativa em “no-breaks”, máquinas elétricas, automóveis, etc. (CETESB 2002b).

O chumbo está presente nesse modelo de bateria de quatro formas diferentes: dióxido de chumbo, sulfato de chumbo, ligas de chumbo e chumbo metálico.

O chumbo é encontrado na natureza, em minas, e é difundido no ambiente pelas atividades humanas. A produção anual de chumbo mundial é de aproximadamente 2,5 milhões de toneladas por ano, sendo 75% desse total utilizado na fabricação de baterias.

Um grupo técnico da Convenção da Basileia publicou, em maio de 2002, diretrizes para a reciclagem segura de baterias de chumbo-ácido, e tais diretrizes foram aprovadas em reunião realizada em Genebra na Suíça.

Uma dessas diretrizes proíbe a exportação de baterias que são classificadas como lixo perigoso, forçando assim a reciclagem desse material.

Embora a reciclagem seja uma atividade importante, se for realizada sem a observância das regras de proteção ao meio ambiente e aos trabalhadores das empresas pode causar enormes danos.

O chumbo e seus compostos, devido à sua baixa solubilidade, apresentam absorção principalmente por via respiratória e oral, e são associados a problemas dos sistemas circulatórios, ósseo e neurológico.

Problemas na operação industrial de reciclagem do chumbo tem levado os órgãos competentes a impor medidas severas a estas empresas.

B. PROJETO DETALHADO DO POSTO DE SAÚDE
PLANTAS E DETALHES

**C. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO DOS MUNICÍPIOS
DO ESTADO DE ALAGOAS (PNUD, 2005)**

Resultado da consulta avançada		
Municípios do Estado de Alagoas		
Código	Município	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000
270020	Anadia (AL)	0,609
270030	Arapiraca (AL)	0,656
270040	Atalaia (AL)	0,594
270010	Água Branca (AL)	0,597
270050	Barra de Santo Antônio (AL)	0,594
270060	Barra de São Miguel (AL)	0,639
270070	Batalha (AL)	0,609
270080	Belém (AL)	0,6
270090	Belo Monte (AL)	0,565
270100	Boca da Mata (AL)	0,626
270110	Branquinha (AL)	0,513
270120	Cacimbinhas (AL)	0,558
270130	Cajueiro (AL)	0,547
270135	Campestre (AL)	0,582
270140	Campo Alegre (AL)	0,595
270150	Campo Grande (AL)	0,547
270160	Canapi (AL)	0,507
270170	Capela (AL)	0,569
270180	Carneiros (AL)	0,57
270190	Chã Preta (AL)	0,559
270200	Coité do Nóia (AL)	0,569
270210	Colônia Leopoldina (AL)	0,578
270220	Coqueiro Seco (AL)	0,631
270230	Coruripe (AL)	0,615
270235	Craibas (AL)	0,553
270240	Delmiro Gouveia (AL)	0,645
270250	Dois Riachos (AL)	0,547
270255	Estrela de Alagoas (AL)	0,545
270260	Feira Grande (AL)	0,56
270270	Feliz Deserto (AL)	0,609
270280	Flexeiras (AL)	0,554
270290	Girau do Ponciano (AL)	0,535
270300	Ibateguara (AL)	0,58
270310	Igaci (AL)	0,54
270320	Igreja Nova (AL)	0,585
270330	Inhapi (AL)	0,515
270340	Jacaré dos Homens (AL)	0,571
270350	Jacuípe (AL)	0,548
270360	Japaratinga (AL)	0,613
270370	Jaramataia (AL)	0,58
270380	Joaquim Gomes (AL)	0,54
270390	Jundiá (AL)	0,56
270400	Junqueiro (AL)	0,615
270410	Lagoa da Canoa (AL)	0,58
270420	Limoeiro de Anadia (AL)	0,569
270430	Maceió (AL)	0,739
270440	Major Isidoro (AL)	0,524
270490	Mar Vermelho (AL)	0,611
270450	Maragogi (AL)	0,619
270460	Maravilha (AL)	0,563
270470	Marechal Deodoro (AL)	0,649
270480	Maribondo (AL)	0,636
270500	Mata Grande (AL)	0,563
270510	Matriz de Camaragibe (AL)	0,568
270520	Messias (AL)	0,598
270530	Minador do Negrão (AL)	0,569
270540	Monteirópolis (AL)	0,573
270550	Murici (AL)	0,58
270560	Novo Lino (AL)	0,534
270570	Olho d'Água das Flores (AL)	0,606
270580	Olho d'Água do Casado (AL)	0,542
270590	Olho d'Água Grande (AL)	0,544
270600	Oliveira (AL)	0,534
270610	Ouro Branco (AL)	0,599
270620	Palestina (AL)	0,571
270630	Palmeira dos Índios (AL)	0,606
270642	Pariconha (AL)	0,551
270644	Paripueira (AL)	0,617
270650	Passo de Camaragibe (AL)	0,563
270660	Paulo Jacinto (AL)	0,602
270640	Pão de Açúcar (AL)	0,614
270670	Penedo (AL)	0,665
270680	Piaçabuçu (AL)	0,613
270690	Pilar (AL)	0,604
270700	Pindoba (AL)	0,561
270710	Piranhas (AL)	0,607
270720	Poço das Trincheiras (AL)	0,499
270730	Porto Calvo (AL)	0,599
270740	Porto de Pedras (AL)	0,499
270750	Porto Real do Colégio (AL)	0,566
270760	Quebrangulo (AL)	0,574
270770	Rio Largo (AL)	0,671
270780	Roteiro (AL)	0,522
270790	Santa Luzia do Norte (AL)	0,632
270800	Santana do Ipanema (AL)	0,616
270810	Santana do Mundaú (AL)	0,558
270890	Satuba (AL)	0,705
270820	São Brás (AL)	0,606
270830	São José da Laje (AL)	0,588
270840	São José da Tapera (AL)	0,529
270850	São Luís do Quitunde (AL)	0,582
270860	São Miguel dos Campos (AL)	0,671
270870	São Miguel dos Milagres (AL)	0,621
270880	São Sebastião (AL)	0,565
270895	Senador Rui Palmeira (AL)	0,507
270900	Tanque d'Arca (AL)	0,586
270910	Taquarana (AL)	0,583
270915	Teotônio Vilela (AL)	0,567
270920	Traipu (AL)	0,479
270930	União dos Palmares (AL)	0,6
270940	Viçosa (AL)	0,607

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil

11. GLOSSÁRIO (Instituto Antônio Houaiss, 2001; Macedo, Horácio, 1976)

Albedo:

Astronomia. Razão entre a quantidade de luz difundida pela atmosfera ou superfície de um corpo celeste. Por exemplo, um planeta e a quantidade de luz incidente sobre o mesmo.

Anodo:

Física. Numa pilha eletroquímica, a fornecer corrente, o anodo é o eletrodo sede de oxidação e funciona como fonte de elétrons para o circuito externo.

Antocianina:

Química. Qualquer dos glicosídeos presentes nos pigmentos vermelhos, azuis ou violetas de folhas, frutos ou flores de vegetais.

Biomassa:

Ecologia. Massa de matéria viva, orgânica de um organismo.

Catalisador:

Substância que modifica a velocidade de uma reação química.

Catodo:

Numa pilha eletroquímica o cátodo é o eletrodo onde ocorre redução e funciona como um sorvedouro de elétrons para o circuito externo.

Cianobactéria:

Espécie das cianobactérias. Filo de bactérias fotossintéticas, anteriormente denominadas algas azuis ou cianófitas, que inclui espécies fixadoras de nitrogênio e simbioses de invertebrados e de plantas.

Diodo:

Válvula ou dispositivo semicondutor usado na retificação de corrente elétrica.

Eletrodo:

Condutor geralmente metálico através do qual se fornece ou se retira corrente elétrica de um sistema.

Eletrólise:

Decomposição de um composto em seus componentes mediante a passagem de uma corrente elétrica numa solução.

Eletrólito:

Condutor elétrico de natureza líquida ou sólida, no qual cargas são transportadas por meio de íons.

Eólico:

Que se relaciona com o vento. Movido, vibrado ou produzido pela ação ou força do vento.

Flavonóide:

Classe de substâncias encontradas em certas plantas cítricas.

Fotovoltaico:

Física. Que desenvolve força eletromotriz pela ação da luz, que produz corrente quando iluminada.

Geotérmico:

Referente à geotermia. Estudo dos fenômenos térmicos internos do globo terrestre.

Hidreto:

Composto que contém hidrogênio e outro elemento eletropositivo.

ICV:

Índice das Condições de Vida

IDB:

Índice de Desenvolvimento Brasileiro

IDH:

Índice de Desenvolvimento Humano

Ionizar:

Perder ou ganhar elétrons para formar íons.

IPA:

Índice Parasitário Anual

Metanol:

Álcool metílico. Relativo a, ou que contém o radical metila.

Nitrosamina:

Química. Denominação de substâncias cancerígenas, encontradas na fumaça de cigarro, e em alimentos defumados.

Perinatal:

Relativo a perinatalidade. Período que precede e sucede imediatamente o nascimento.

Polímero:

Macromolécula formada pela união de substâncias simples, chamadas monômeros.

Potência:

Energia produzida ou consumida por unidade de tempo. Mede-se no sistema internacional em joules por segundo (J/s) ou watts (W).

Taxa de Mortalidade Infantil:

Número de óbitos de crianças menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos, na população residente em determinado espaço geográfico, no ano considerado.

Método de cálculo – Direto: número de óbitos de residentes com menos de um ano de idade, sobre o número total de nascidos vivos de mães residentes (x.1.mil).

UBS:

Unidade Básica de Saúde, Posto de Saúde.

Zeólito:

Qualquer mineral de um grupo abrangente de aluminossilicatos hidratados, brancos ou transparentes, de composição análoga à dos feldspatos, com sódio, cálcio e potássio como seus metais principais.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)