

ELAINE LUZIA DE MORAES

ENERGIA SOLAR NA ELETRIFICAÇÃO DE ESCOLAS RURAIS

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Fontes Alternativas de Energia, para obtenção do título de especialista em Fontes Alternativas de Energia.

Orientador

Prof. Carlos Alberto Alvarenga

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

2003

ELAINE LUZIA DE MORAES

ENERGIA SOLAR NA ELETRIFICAÇÃO DE ESCOLAS RURAIS

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Fontes Alternativas de Energia, para a obtenção do título de especialista em Fontes Alternativas de Energia.

APROVADA em ____ de _____ de _____.

Prof. _____

Prof. _____

Prof. _____

UFLA
Carlos Alberto Alvarenga

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os meus familiares e amigos. Dedico também aos estudiosos da energia solar. De suas percepções, capacidade de conscientização e, sobretudo, de suas ações, orientadas para uma *transformação social positiva*, depende, em grande parte, o futuro das comunidades carentes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que colaboraram para a elaboração desse trabalho, aos amigos, ao meu marido Fábio, ao coordenador do curso Prof. Gilmar Tavares e ao orientador Prof. Carlos Alberto Alvarenga.

RESUMO

Apesar das metas já obtidas pelo setor energético nacional, povoados sem energia encontram-se em situação inadequada aos fatores de produção e promoção do progresso social, cuja junção social, econômica e cultural, dá-se via migração para os centros urbanos. Tendo em vista a importância da energia solar para a melhoria da qualidade de vida em comunidades rurais, o presente trabalho tem como objetivo abordar o uso da energia solar na eletrificação de escolas rurais. Muito já está sendo feito nesse sentido, mas ainda há muito a fazer para que todas as crianças e jovens do Brasil tenham acesso a uma educação digna.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
1 – ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL	03
2 – ENERGIA SOLAR	08
2.1. CONVERSÃO HELIOTÉRMICA.....	10
2.2. CONVERSÃO HELIOTERMOELÉTRICA.....	12
2.3. CONVERSÃO FOTOVOLTAICA.....	13
2.4. SISTEMA AUTÔNOMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	16
3 – PLANOS DE AÇÃO SOBRE ENERGIA SOLAR NOS ESTADOS DE MINAS GERAIS E BAHIA	19
3.1. MINAS GERAIS.....	19
3.2. BAHIA.....	22
4 – INDICADORES SOCIAIS E EDUCAÇÃO EM ÁREAS RURAIS	25
4.1. EDUCAÇÃO.....	25
2.2. TRABALHO INFANTIL.....	28
2.3. ENERGIA SOLAR NA EDUCAÇÃO RURAL.....	29
CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Equipamentos fotovoltaicos 1	34
Figura 02: Equipamentos fotovoltaicos para telhados 1	35
Figura 03: Equipamentos fotovoltaicos 2	35
Figura 04: Equipamentos fotovoltaicos para telhados 2	36

INTRODUÇÃO

Em todo o Brasil, cerca de 12 milhões de pessoas são desassistidas de rede elétrica convencional, sendo desse total 3 milhões de residências rurais sem eletricidade, de acordo com o Ministério de Minas e Energia - MME.

Diante deste fato, projetos que visam o desenvolvimento e aplicação de fontes energéticas alternativas em regiões carentes, alcançam um grau de importância surpreendente no país e no mundo.

Entre os diversos projetos existentes podemos citar o uso da energia solar nas comunidades agrícolas, sobretudo, nas escolas rurais, facilitando a escolarização de adultos através de cursos noturnos.

A radiação solar é disponível em praticamente toda a superfície do planeta possuindo um valor máximo de 1000 W por metro quadrado. Obviamente esse tipo de energia não é constante ao longo do dia (ou ano) e o nível de insolação quantifica esta variação ao longo do tempo por unidade de área. Medições no plano horizontal mostram que o nível de insolação anual na superfície terrestre varia de 800 kWh por metro quadrado na Escandinávia a um máximo de 2.500 kWh por metro quadrado em áreas de deserto¹. Se utilizarmos esses valores para estimar a disponibilidade anual de energia solar, verificamos que a quantidade de energia que atinge a superfície da Terra anualmente excede em torno de 10.000 vezes o consumo total de energia no mundo. É, portanto, enorme o potencial da energia solar.

Existem duas grandes áreas de aplicações da energia solar: a produção de eletricidade, e suas utilizações para finalidades térmicas.

¹ JANNUZZI, G. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. São Paulo: Autores Associados, 1997.

A energia solar pode ser convertida em eletricidade através do efeito fotoelétrico (também chamada conversão fotovoltaica). Consiste na transformação direta da energia radiante em eletricidade, sem a produção, no processo, de nenhuma forma intermediária de energia.

Podemos citar como vantagens da energia solar:

- É 100% natural, ecológica, gratuita, inesgotável e não agride o meio ambiente;
- Logo após a instalação do sistema, já começa a gerar energia;
- Pode ser aplicada conforme sua necessidade de energia (um ou diversos módulos);
- Gera energia mesmo em dias nublados ou chuvosos;
- Gera energia em 12, 24 ou 48 volts (corrente contínua). Com o uso de um inversor pode-se gerar também em 127 ou 220 V (corrente alternada).

Cada m² de coletor solar instalado gera em torno de 255 kWh de energia por ano, considerando em torno de 5kWh/m²/dia e eficiência do módulo fotovoltaico de 14%.

Tendo em vista a importância da energia solar para a melhoria da qualidade de vida em comunidades rurais, o presente trabalho tem como objetivo abordar o uso da energia solar na eletrificação de escolas rurais.

1 - ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

A energia é um elemento indispensável para o desenvolvimento econômico e social da humanidade. Em particular, a eletricidade é o ingrediente básico para mover as indústrias, proporcionar o conforto doméstico, conectar o mundo através das telecomunicações, facilitar a dotação de serviços indispensáveis à sociedade, como: saúde, educação, água potável, entre outros.

Em escala mundial, as energias consumidas pelo homem provem em aproximadamente 80% de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), cuja utilização massiva tem conduzido ao esgotamento de suas reservas, constituindo-se em uma ameaça real ao meio ambiente, que se manifesta, principalmente, através do esquentamento global da Terra (efeito estufa) e da acidificação do ciclo da água².

Segundo estimativas do Conselho Mundial de Energia, dos mais de 6 bilhões de habitantes que constituem a atual população mundial, em torno de 2 bilhões não estão conectados a nenhuma rede de distribuição elétrica. Este problema se concentra fundamentalmente, nas zonas rurais dos países subdesenvolvidos que exibem enormes carências de eletrificação.

As zonas rurais do Norte e Nordeste Brasileiro possuem baixo índice de eletrificação rural, inferior a 25% do número total de propriedades rurais existentes. A extensão da rede de distribuição para atender a esta população, estimada em 12 milhões de pessoas, nem sempre é a melhor opção quando se trata de satisfazer as necessidades energéticas desta região caracterizada pelo

² MONTENEGRO, A.e Reguse, W. Panorama atual de utilização da energia eólica. Fontes não-convencionais de energia. Labsolar, Florianópolis, 2000.

alto nível de dispersão das populações, difícil acesso e baixa demanda de energia elétrica³.

Ao longo dos últimos anos, no âmbito da eletrificação rural, ocorreu o aparecimento de várias tecnologias que, aproveitando os recursos energéticos locais e renováveis, principalmente o sol, vento, pequenas quedas de água e a biomassa, têm complementado e, em alguns casos, substituído os esquemas tradicionais de abastecimento elétrico, mediante extensões da rede e de grupos a diesel.

As fontes renováveis de energia, particularmente a solar e a eólica, oferecem múltiplas vantagens para o fornecimento energético nas áreas rurais, pois são de origem local, facilitam a produção em pequena escala, não são poluentes e nem agredem a natureza.

Entre as tecnologias que aproveitam as fontes renováveis de energia, a tecnologia fotovoltaica se apresenta como uma das melhores opções de ofertar energia elétrica de maneira confiável e econômica. O uso da energia solar, recurso natural e abundante no Nordeste, é um fator determinante no desenvolvimento sócio-econômico, comercial e agro-industrial das comunidades rurais.

Atualmente, passados 04 anos do início do processo de privatização do setor energético que, segundo seus defensores, deveria ser o caminho para encontrar soluções para a totalidade dos problemas de abastecimento energético dos brasileiros, é evidente que temos muito mais problemas que vantagens

³ MONTENEGRO, A.e Reguse, W. Panorama atual de utilização da energia eólica. Fontes não-convencionais de energia. Labsolar, Florianópolis, 2000.

prometidas, como atestam os mais de 1000 municípios mais pobres do Brasil que também não tem energia elétrica⁴.

É sabido que a rede elétrica nem sempre é a melhor opção para satisfazer as necessidades energéticas das populações rurais. O atendimento de áreas isoladas e de difícil acesso, com moradores de baixa renda familiar, através da extensão da rede elétrica convencional, apresentam várias dificuldades:

- Alta dispersão geográfica dos consumidores;
- Elevados investimentos necessários à implementação de redes de distribuição;
- Grandes extensões de redes de distribuição para o atendimento de cargas pequenas e dispersas;
- Elevados custos de operação e manutenção do sistema elétrico; e
- Pouca atratividade para os investidores, em razão da baixa rentabilidade.

No entanto, estes fatores apontados como dificuldades podem ser interpretados como vantagens quando se trata do uso de fontes renováveis de energia. No Brasil, as fontes renováveis de energia são constituídas por um espectro amplo de fontes primárias, dentre as quais destacam-se as diversas formas de biomassa, a energia hidráulica, a energia eólica e a energia solar. Estas fontes energéticas se apresentam como recursos naturais e abundantes para a geração elétrica, propícios para geração descentralizada com capacidades instaladas de pequeno e médio porte.

⁴ LAMBERTS, R. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: Editores Associados, 2002.

Dentre as diferentes tecnologias existentes a conversão fotovoltaica é uma das mais promissoras. A possibilidade de ser usada em pequena escala e gerada localmente, não necessitando de redes de distribuição, torna-a uma das tecnologias apropriadas para a região, que resolveria o problema de abastecimento de pequenas propriedades e comunidades isoladas.

Nestas últimas décadas, inúmeras aplicações, utilizando como fonte de geração elétrica o Sol, foram implementadas nas áreas rurais de vários países do mundo. A região Nordeste, devido sua localização geográfica próxima ao Equador, possui elevados índices de insolação (em torno de 3.000 horas por ano de brilho solar), o que torna o recurso solar natural e abundante⁵.

Essa situação favorece, técnica e economicamente, o aproveitamento da energia solar para produzir energia elétrica, através dos módulos fotovoltaicos.

Desde a década de 70, o apoio às fontes renováveis de energia, em particular a energia solar fotovoltaica, tem oscilado entre altos e baixos.

Mais recentemente, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro em 1992 - Rio92, a preocupação ambiental renovou o interesse por essa fonte de energia.

Acordos de Cooperação Internacional foram firmados nesta ocasião e tiveram forte influência mercantilista, como os acordos com o Departamento de Energia dos Estados Unidos e com o Projeto Eldorado, do governo da Alemanha, garantiam o fornecimento dos equipamentos fotovoltaicos e acessórios; enquanto que, como contrapartida, as concessionárias estaduais ficavam responsáveis pela montagem, instalação e aquisição de equipamentos periféricos destinados à eletrificação de domicílios, escolas rurais e sistemas de bombeamento de água. Ficando também responsáveis pela reposição de peças.

⁵ LAMBERTS, R. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: Editores Associados, 2002.

A questão fundamental da sustentabilidade (técnica, econômica e social) dos sistemas instalados, não se constituiu em preocupação que resultasse em ações concretas das concessionárias envolvidas. Aspectos necessários para garantir o êxito destes projetos, como a capacitação dos usuários e instaladores, a manutenção e assistência técnica das instalações e a reposição de peças e equipamentos, não foram implementados, o que comprometeu o bom funcionamento destas instalações.

Outra experiência foi promovida pelo Governo Federal, que em dezembro de 1994, lançou através de Decreto Presidencial o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios - PRODEEM, com o objetivo de promover o suprimento energético de comunidades afastadas da rede convencional, utilizando forma descentralizada de produção de energia: as fontes renováveis. O Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (DNDE) do Ministério de Minas e Energia - MME ficou responsável por este Programa.

No âmbito dos estados, o PRODEEM conta com um agente cuja função é a de articular com os demais agentes setoriais e com os governos municipais a implementação do programa nos estados. A função de agente estadual do PRODEEM está delegada a um integrante do governo estadual ligado à área de energia, recursos hídricos, ou de infra-estrutura.

2 – ENERGIA SOLAR

Embora a energia solar que incide sobre a Terra seja superior a 10.000 vezes a demanda de energia atual da humanidade, sua baixa densidade de potência e sua variação geográfica e temporal representam grandes desafios para o seu aproveitamento.

Para melhor se avaliar o potencial de energia solar disponível é importante considerar suas aplicações. O potencial de maior utilização da energia solar dependerá de como a sociedade será capaz de modificar e adequar as necessidades de energia para seu conforto e produção econômica.

Os esforços para aumentar a difusão da geração fotovoltaica deverão considerar também a ocupação humana e a rede de eletricidade existente. Se o alvo for regiões densamente povoadas e com boa infra-estrutura existe a possibilidade de integração do sistema fotovoltaico (que é geralmente de pequeno porte e atende pequenas demandas) à rede elétrica existente.

É o que se chama “geração distribuída”. Dessa maneira a eletricidade gerada é consumida localmente e não são necessários investimentos em sistemas de transmissão de energia, bem como é possível eliminar o uso de sistemas de armazenagem de eletricidade em baterias.

Essa é uma forma de diminuir custos e impactos ambientais de grandes empreendimentos de geração. Em alguns países industriais como os EUA, Espanha, Alemanha, Japão e Suécia, já existem políticas de incentivos regulatórios e tarifários para acelerar a utilização de sistemas fotovoltaicos como sistemas de geração distribuída.

Em locais isolados, com baixa densidade demográfica, os sistemas fotovoltaicos representam uma solução adequada para atender pequenas

demandas de energia. Atualmente são estes os nichos privilegiados de disseminação da tecnologia fotovoltaica. Em regiões do Brasil, como o interior do Amazonas, Pará, Minas Gerais e Bahia, diversos desses sistemas têm sido instalados para fornecer energia para escolas rurais, postos de saúde e sistemas de telecomunicação.

Além da conversão fotovoltaica, existem ainda as possibilidades de utilização de energia solar com finalidades térmicas, seja para a produção de eletricidade ou não.

A radiação solar pode ser empregada para produzir calor a alta temperatura que por sua vez pode ser utilizado para produção de vapor e geração de eletricidade. Este é o processo de conversão termo-solar para produção de eletricidade.

A tecnologia termo-solar necessita de áreas com grande insolação para poder concentrar a radiação para produzir eletricidade. Mesmo assim, representa um potencial enorme.

Por exemplo, cerca de apenas 1% da superfície dos desertos existentes poderiam suprir o consumo atual de eletricidade do mundo. Mas essa não é uma forma que tem sido extensivamente utilizada, pois existem diversas barreiras econômicas. A capacidade instalada de usinas termo-solares no mundo é de cerca de 400 MW, produzindo cerca de 1 TWh/ano. É uma tecnologia apropriada para regiões com grande insolação e necessidade de produção remota de eletricidade⁶.

Sistemas de aquecimento e pré-aquecimento de fluídos tem experimentado um enorme avanço em anos recentes com novos materiais e

⁶ JANNUZZI, G. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. São Paulo: Autores Associados, 1997.

projetos que vem reduzindo os custos desses equipamentos para o consumidor final.

No Brasil foram desenvolvidos sistemas que começam a se tornar competitivos com os tradicionais chuveiros elétricos devido a restrições de fornecimento de eletricidade no ano de 2001.

Muito embora os custos para o setor elétrico de se economizar eletricidade através de sistemas de aquecedores solares de água já fossem conhecidos e comprovadamente menores que os custos de se produzir eletricidade, foi necessário o surgimento de uma grave crise de fornecimento para que essa tecnologia pudesse merecer destaque e incentivos.

As enormes possibilidades de exploração da energia solar para melhorar o conforto térmico do ambiente construído vão depender fortemente de uma revisão de conceitos de práticas de construção e urbanização das cidades. No entanto os desafios tecnológicos nessa área são mais modestos e poderão representar, em curto prazo, importantes economias de eletricidade em sistemas de aquecimento de água e climatização de ambientes.

Maior aproveitamento da energia solar implica em planejamento de uma transição energética favorecendo os usos e aplicações para as quais ela é mais adequada. As possibilidades são quase infinitas se estivermos preparados para um futuro menos intensivo em energia.

2.1. CONVERSÃO HELIOTÉRMICA

O equipamento mais popular da tecnologia solar é o coletor solar plano que converte energia solar em energia térmica. O sistema fornece água quente a

temperaturas variáveis entre 40 e 60°C, atendendo basicamente demandas de uso residencial, em cozinhas e banheiros.

Na maior parte dos casos, no Brasil, o sistema solar térmico é utilizado para substituir o chuveiro elétrico, aplicação que possui grande importância, já que em lugar do consumo inadequado de energia elétrica, emprega-se energia térmica, gerada a uma temperatura bem próxima à temperatura de utilização. O mercado desse equipamento no Brasil é considerável.

Para dimensionar a contribuição energética dos coletores solares nas próximas décadas, tem-se estimado também o consumo de energia elétrica residencial destinado ao aquecimento de água nas regiões do país onde se utilizam coletores, ou seja, sudeste, sul e centro oeste. O número de metros quadrados necessários para produzir essa quantidade de energia elétrica foi denominado superfície equivalente de coletores solares e comparado com a contribuição destes em cada região.

Verifica-se que no período 2001-2002 os coletores solares já representavam 10 % do consumo residencial de energia elétrica térmica nas regiões mencionadas. Assumindo o abastecimento normal de energia elétrica no país e que os coletores solares que atingiram sua vida útil venham a ser substituídos por outros, no ano 2021 a energia solar térmica participará com 22% do consumo de energia enquanto à energia elétrica caberá fornecer 78% do total.

Dificuldades no abastecimento de energia elétrica poderão acelerar substancialmente este processo, tal como se verificou no ano 2001 (600.000 m²). Cabe salientar que a indústria de coletores tem condições de responder e tem respondido satisfatoriamente ao aumento da demanda. Podemos acrescentar ainda que o mercado do Nordeste do Brasil, apesar de incipiente, apresenta

tendência de crescimento, podendo chegar a fazer uma contribuição importante no futuro.

2.2. CONVERSÃO HELIOTERMOELÉTRICA

A tecnologia de coletores solares térmicos abre e encerra o capítulo do que existe no Brasil em termos de conversão de energia solar em energia térmica. A situação não é muito diferente em países mais desenvolvidos. A única e notável exceção é o sistema que utiliza concentradores de foco linear.

Tecnologias que produzem energia térmica a diferentes temperaturas estão comercialmente disponíveis, embora com mercados ainda incipientes.

O que se observa é que o mercado solar se amplia hoje, no mundo, a partir das tecnologias mais simples e seguras, como o uso de coletores solares planos, por exemplo.

Entretanto, a conversão heliotermoelétrica utilizando concentradores cilíndricos parabólicos têm um excelente potencial técnico-econômico, com boas possibilidades para sua adoção no Brasil.

No presente, o custo da energia elétrica produzida por esses meios encontra-se na faixa dos 12 a 20 centavos de dólar/kWh e custos na faixa dos 5 a 10 centavos de dólar/kWh são possíveis no futuro. Adicionalmente, a utilização combinada da energia solar e outras fontes, biomassa ou gás, por exemplo, pode ser um passo intermediário interessante para viabilizar mais rapidamente esses sistemas⁷.

⁷ RÚTHER, R. Panorama atual da utilização da energia solar fotovoltaica. Florianópolis: Labsolar, 2003.

Do ponto de vista do recurso solar, o Brasil reúne as condições necessárias para a implantação desses sistemas, ou seja, regiões com elevado nível da componente direta da radiação, fator essencial para definir a viabilidade técnica desses sistemas. As razões que antecedem somadas à experiência internacional existente com sistemas de grande porte (350 MW), a rigor trata-se de uma tecnologia bem antiga, nos leva a pensar na possibilidade e conveniência de planejar nosso futuro solar incluindo essa tecnologia.

2.3. CONVERSÃO FOTOVOLTAICA

Na atualidade, a potência instalada de sistemas fotovoltaicos encontra-se em rápido crescimento na Europa, Japão e Estados Unidos, basicamente devido à expansão das instalações residenciais interligadas na rede.

Com custos de sistemas na faixa de 6 a US\$12/W, a energia gerada ao longo da vida útil se encontra entre 25 a 100 centavos de dólar/kWh. Tudo indica que no futuro a tecnologia fotovoltaica vai trilhar um caminho já traçado, melhorar a eficiência das células de silício mono ou policristalino e reduzir preços via aumento da eficiência e fator de escala⁸.

Novos materiais estão entrando no mercado, mas ainda deverão provar sua capacidade para ocupar uma fatia significativa do mesmo. Cabe salientar que, ao longo dos últimos anos, os preços têm se mantido no mesmo patamar e continuam sendo um dos fatores que mais limitam uma difusão mais rápida dessa tecnologia.

⁸ RÚTHER, R. Panorama atual da utilização da energia solar fotovoltaica. Florianópolis: Labsolar, 2003.

As principais aplicações da tecnologia fotovoltaica no Brasil são relativas às telecomunicações, à eletrificação rural e ao bombeamento de água. As telecomunicações, em particular as estações repetidoras de microondas, constituem a aplicação mais antiga da tecnologia fotovoltaica no país. Na sua imensa maioria, as instalações de bombeamento de água e eletrificação rural têm estado a cargo de organismos públicos, sendo a área de telecomunicações normalmente de domínio privado.

Diferentemente do que ocorre com a tecnologia solar térmica, os equipamentos fotovoltaicos, módulos e componentes eletro-eletrônicos, são na sua imensa maioria importados. Existe um fabricante nacional de módulos que cobre uma pequena fatia do mercado.

No Brasil a eletrificação rural com sistemas fotovoltaicos se iniciou em escala significativa entre 1992 e 1994. A partir de 1995, através do PRODEEM, foram instalados milhares de equipamentos fotovoltaicos de eletrificação rural, incluindo sistemas de bombeamento.

Segundo informações não oficiais, no final de 2000 mais de 5 MW de potência instalada de sistemas fotovoltaicos forneciam eletricidade para domicílios, escolas, centros comunitários, telefonia rural e bombeamento de água. Apesar do país contar com uma estrutura institucional básica, que poderia servir à disseminação dessa tecnologia, muito pouco se fez no sentido de garantir a sustentabilidade das instalações.

Inicialmente, foram as concessionárias de energia (Companhias Energéticas de Pernambuco, Ceará, Bahia, Alagoas, Minas Gerais, entre outras), que ficaram com a responsabilidade da instalação, assistência técnica e capacitação dos usuários. Com exceção da CEMIG (Minas Gerais), que ainda hoje mantêm um programa de pré-eletrificação com sistemas fotovoltaicos, as outras concessionárias abandonaram esta opção energética para as áreas rurais.

A potência média anual instalada ao longo das diversas fases do Programa pode ser estimada em torno dos 500 kW. Admitindo um crescimento anual de 10 % no número de sistemas instalados durante os próximos 20 anos, arribamos a uma potência total de 34 MW, atendendo, em conjunto, 60.000 escolas, postos de saúde, comunidades e sistemas de abastecimento de água, com investimentos da ordem de 340 milhões de dólares. Uma taxa de crescimento de 20 % permitiria atender 200.000 sistemas com 115 MW de potência instalada, exigindo em câmbio investimentos da ordem de 1,15 bilhões de dólares. A redução do preço dos módulos fotovoltaicos poderá ajudar a consolidar e ampliar as ações que estão sendo desenvolvidas no presente⁹.

No momento, o Programa passa por uma reavaliação, devido ao programa de universalização do uso da energia elétrica no Brasil lançado em novembro/2003 pelo presidente Lula, onde há uma boa probabilidade de todas as escolas rurais brasileiras serem eletrificadas nos próximos 10 anos.

Pela importância social que possui é previsível que o PRODEEM continue nas próximas décadas. Entretanto, enormes desafios deverão ser enfrentados, especialmente no que se refere à assistência técnica e manutenção dos equipamentos, de forma que possibilitem um serviço permanente e de boa qualidade. Os mecanismos tendentes a tornar as instalações mais seguras e operacionalmente mais confiáveis estão sendo aperfeiçoados e possivelmente as condições de sustentabilidade dos sistemas instalados serão melhoradas.

⁹ RÚTHER, R. Panorama atual da utilização da energia solar fotovoltaica. Florianópolis: Labsolar, 2003.

2.4. SISTEMA AUTÔNOMO DE ENERGIA ELÉTRICA

É possível, com os recursos tecnológicos dos quais dispomos hoje, dotar uma residência de autonomia de energia elétrica. A energia elétrica pode ser gerada a nível domiciliar de duas formas: a eólica e a fotovoltaica.

A energia eólica é a energia gerada pelas turbinas ou aerogeradores que podem ser de eixo horizontal ou vertical. As turbinas mais utilizadas comercialmente são as de eixo horizontal que possuem rotores que “variam em tamanho de 1 metro de diâmetro (com potência nominal de 50W) a 66 metros de diâmetro (potência nominal de 1,5 MW)”.¹⁰

A energia fotovoltaica é a energia produzida por “células solares que são dispositivos que transformam diretamente a luz em eletricidade utilizando o efeito fotoelétrico. Os mais eficientes são feitos dos chamados semicondutores que são substâncias isolantes a temperaturas muito baixas, mas condutores elétricos a temperatura ambiente”.¹¹

Desempenho

O dimensionamento de sistemas autônomos está ligado diretamente ao desempenho do sistema como um todo. O desempenho relaciona três variantes principais: a energia requerida, a eficiência e a capacidade produtiva.

A energia requerida é definida pelos elementos de utilização do sistema e pelas exigências específicas de conforto requeridas pelo clima. É calculada em função da potência, do consumo dos elementos e do tempo de utilização.

¹⁰ MONTENEGRO, A.e Reguse, W. Panorama atual de utilização da energia eólica. Fontes não-convencionais de energia. Labsolar, Florianópolis, 2000.

¹¹ ACIOLI, J. Fontes de energia, Editora UnB, Brasília, 1993.

A eficiência consiste da capacidade de obtenção do insumo com o mínimo de perda. As perdas são as parcelas de energia elétrica que são dissipadas em outras formas de energia e que não chegam ao destino final ou elemento de utilização.

A eficiência de um gerador é definida principalmente pelas limitações técnicas do equipamento. A lei de Betz estabelece que “só se pode converter 16/27 (59%) da energia cinética em energia mecânica usando um aerogerador”.¹² Para a energia solar o máximo rendimento teórico de uma célula de silício é de 45-50%, estando a eficiência máxima alcançada pela indústria comercialmente entre 10 e 15%.¹³ A eficiência é uma variante que influi em todo o sistema. Assim, não é bastante se ter um gerador eficiente se os equipamentos que utilizam a energia gerada não o são.

A capacidade produtiva é definida pela quantidade nominal de energia possível de ser gerada ou captada.

A relação do desempenho do sistema é assim a relação entre estas três variantes. Um sistema autônomo com alto desempenho deve possuir alta eficiência com boa capacidade produtiva atendendo ao mínimo de energia requerida.

Dimensionamento

O dimensionamento é a aplicação prática do estudo do desempenho e de suas variantes.

¹² MONTENEGRO, A.e Reguse, W. Panorama atual de utilização da energia eólica. Fontes não-convencionais de energia. Labsolar, Florianópolis, 2000.

¹³ MONTENEGRO, A.e Reguse, W. Panorama atual de utilização da energia eólica. Fontes não-convencionais de energia. Labsolar, Florianópolis, 2000.

No dimensionamento de um sistema autônomo de energia são analisados os geradores que são os fornecedores do insumo energético, os condutores que transmitem a energia (fios e cabos), os controladores de carga que regulam a voltagem do gerador e o estado de carga das baterias, os acumuladores (baterias) que armazenam a energia gerada para o aproveitamento futuro e os inversores transformam a corrente contínua gerada em corrente alternada própria a utilização na maioria dos equipamentos eletrodomésticos.

O dimensionamento da geração fotovoltaica tende a ser mais preciso do que o eólico devido principalmente a uma maior previsibilidade do elemento climático avaliado.

O método da avaliação horária é o processo simplificado que avalia o potencial de geração a partir de uma média de quantidade de horas em que o gerador produz efetivamente.

Este método avalia o desempenho dos painéis solares em relação a sua produção nominal, o desempenho dos inversores e o desempenho das baterias.

A urgência de se estabelecer uma política governamental com relação ao futuro da utilização das energias renováveis fica clara na medida em que os recursos tecnológicos disponíveis vão viabilizando modelos sustentáveis de utilização destas energias, seja no sistema interligado ou de sistemas autônomos.

A utilização de energias renováveis em sistemas autônomos envolve questões relativas à viabilidade financeira e da viabilidade técnica das instalações. Os altos custos envolvidos nas instalações autônomas são, na maioria dos casos, proibitivos para boa parte da população em geral. Este quadro tende a mudar na medida em que a participação governamental viabilize, através de incentivos diversos, o barateamento do preço dos equipamentos e a conseqüente redução do custo final de implantação.

3 - PLANOS DE AÇÃO SOBRE ENERGIA SOLAR NOS ESTADOS DE MINAS GERAIS E BAHIA

3.1. MINAS GERAIS

O Estado de Minas Gerais conta atualmente com cerca de 190.000 pequenas propriedades rurais ainda não servidas com energia elétrica. Este número tão elevado se deve, entre outros fatores, à escassez de recursos para construção de redes de distribuição rural, que demanda grande investimento para atender pequenas cargas, de uso pouco intensivo.

O uso da energia solar fotovoltaica apresenta-se como opção de eletrificação, principalmente para pequenos produtores rurais situados em locais remotos, distantes da rede elétrica e com baixo potencial de consumo.

De acordo com as pesquisas realizadas por Barroso¹⁴, os sistemas fotovoltaicos apresentam-se como a alternativa mais viável para eletrificação de residências de baixo consumo (5 e 10 kWh/mês).

Assim, o Governo do Estado de Minas Gerais, em busca de novas medidas de melhorias para a qualidade de vida, proporciona às pequenas comunidades das zonas rurais mais pobre ao norte e nordeste do Estado a perspectiva de saírem do isolamento.

Esta realidade resultou da instalação de sistemas de captação de energia solar implantados pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) em 20 localidades das duas regiões.

¹⁴ BARROSO, Soraya Simões; MARTINS, Paulo Marcos; SILVA, Luiz Carlos Sizenando. 1997.

Ainda em fase de experimentação, o projeto mostra a eficiência da alternativa energética. Distantes quilômetros dos últimos pontos da rede elétrica convencional, a utilização da energética solar transforma-se em instrumento de desenvolvimento social e econômico.

O projeto piloto foi implantado na região do Alto Jequitinhonha e consiste num sistema alternativo de geração de eletricidade, através da energia solar. É um sistema fotovoltaico que permite que aparelhos como a TV em preto e branco e rádios de até 12 volts, corrente contínua, sejam conectados ao sistema, além de iluminar as casas, substituindo querosene, velas e pilhas, ao custo de R\$4,00 mensais.

Os moradores do vilarejo de Macacos, no Município de Comercinho, a 650km de Belo Horizonte, não tinham perspectivas de superar a miséria do Vale do Jequitinhonha.

Inseridos no Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), os sistemas fotovoltaicos para a capacitação da luz do sol foram instalados em 17 residências, bem como na escola local, e permitiram o funcionamento de um poço artesiano comunitário. Esse projeto resultou de convênio com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL, da ELETROBRÁS, contando com o apoio do Departamento de Energia do Governo dos Estados Unidos – DOE).

Os principais equipamentos (painéis, controladores, uma bomba e inversores) foram doados pelos EUA.

Os painéis fotovoltaicos são montados na parte externa das casas e escolas, têm suporte independente, e assim evitam interferência maior nas construções. Os moradores participam ativamente na discussão e execução do projeto; acompanham a instalação dos sistemas e recebem manuais contendo instruções para o caso de falhas.

A estatal mineira também ligou, por meio do sistema fotovoltaico, a casa do vigia da Reserva Biológica da Jaíba, sob a administração do Instituto Estadual de Florestas, na cidade de Matias Cardoso. Com 30 painéis de 22 Wp, a energia solar alimenta uma estação fixa de rádio e outras cinco móveis, oito lâmpadas e um televisor.

O projeto piloto em Matias Cardoso indicou a possibilidade de utilização definitiva da energia solar nas reservas do IEF.

No município de Comercinho, na escola, a luz ajuda a disseminar o conhecimento com o kit doado pela Secretaria de Estado e Educação (antena parabólica, televisão e vídeo-cassete).

Nas residências de Córrego dos Macacos, a irradiação solar captada é convertida em 100 Wp e armazenada em duas baterias de 115 Ampéres/hora, proporcionando a utilização de quatro lâmpadas durante três horas, além de um televisor e um rádio de pequeno porte. A autonomia do sistema é de cinco dias sem sol. Quanto aos moradores, firmaram contrato de comodato com a Cemig.

Por sua vez, em Januária, os técnicos da concessionária trabalharam com realidade diferente, mas não menos preocupante. Nesta região, farta de recursos hídricos, o município tem o maior índice de irradiação solar no Estado. São mais de 800 lugarejos, dos quais um terço sem perspectivas, no curto prazo, de receber luz elétrica através de rede convencional.

Os sistemas instalados em outros 13 municípios carentes da região nordeste de Minas Gerais integram o Projeto de Eletrificação de Centros Comunitários por sistemas fotovoltaicos em áreas definidas, conforme o Programa Comunidade Solidária.

As pequenas cidades apresentam baixos índices de qualidade de vida e de atendimento a consumidores rurais carentes. Participam desse projeto o

Ministério de Minas e Energia, a Companhia de Saneamento do Estado (COPASA), as secretarias de Minas e Energia e de Planejamento.

A Cemig conta com a parceria da Agência Alemã de Cooperação Técnica (GTZ), na execução do Projeto Uso Racional de Energia na Agricultura. O objetivo central é criar e desenvolver modelos e estruturas, visando à utilização da energia desde a produção, passando pelo processamento, transformação e conservação dos produtos agrícolas.

Em seu estágio atual, o convênio com a GTZ prevê o emprego dos sistemas fotovoltaicos para captação da energia solar nas residências de pequenos produtores rurais de comunidades no Vale do Jequitinhonha, distantes pelo menos 10 Km da rede elétrica convencional. A partir de um ou dois painéis fotovoltaicos, os equipamentos têm capacidade suficiente que os moradores possam acender duas lâmpadas e ligar o rádio.

Contribuindo para a educação, o projeto da CEMIG é eletrificar todas as escolas até o final de 2004. Também pretende eletrificar todas as residências nos próximos anos. A previsão é instalar 10.000 sistemas solares residenciais.

3.2. BAHIA

A Eletrobrás, com base em dados de pesquisa do IBGE, estima em cerca de 28% o índice de eletrificação rural no Estado da Bahia. Após a implantação do Programa Luz no Campo esse percentual deverá passar para 34%. Deve-se observar que após ter-se atingido os objetivos desse Programa restarão ainda cerca de 495 mil domicílios sem eletrificação, o que corresponderia a 41% do total do Estado, equivalendo à cerca de 2,5 milhões de pessoas sem acesso à luz elétrica.

Os programas de eletrificação rural, atualmente, diferenciam-se pela magnitude dos seus objetivos e pelo uso de novas tecnologias de geração, sobretudo aquelas denominadas gerações distribuídas, baseadas em fontes renováveis de energia. Nesse cenário, sobressai o programa Luz no Campo, que objetiva eletrificar um milhão de consumidores rurais em todo o Brasil até o final de 2003.

As concessionárias de distribuição de energia elétrica, ao longo de sua história, têm priorizado o atendimento a clientes potenciais mediante a expansão dos circuitos de distribuição segundo a lógica do setor. Essa prática materializa-se no atendimento prioritário aos clientes potenciais localizados ao longo de circuitos elétricos já existentes, que não demandam investimentos significativos para sua interligação e, além disso, apresentam uma rentabilidade que, em geral, não exige participação financeira por parte desses clientes. Por conseguinte, aqueles que estão localizados em áreas remotas, muito afastadas do sistema elétrico em expansão, que demandam investimentos expressivos em transmissão e distribuição e que, ainda, apresentam uma baixa carga, não são atendidos. Por essa razão é que o atendimento a essas áreas sempre conta com a participação financeira dos governos estadual e/ou federal, e financiamento de instituições estrangeiras (como o Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, entre outros).

Essa cultura dificulta a concessionária experimentar tecnologias de geração distribuída na zona rural, e é por isso que, na Bahia, os 9.000 sistemas fotovoltaicos previstos no Programa Luz no Campo não foram totalmente implementados ainda.

Estima-se que cerca de 100 mil domicílios rurais na Bahia, 20% dos 495 mil domicílios rurais que não serão atendidos pelo Programa Luz no Campo, serão atendidos com energia solar fotovoltaica quando da universalização dos

serviços de energia. Se forem considerados os mesmos custos, cerca de R\$2.000,00 por domicílio atendido com energia solar fotovoltaica, o valor despendido será de R\$200 milhões.

As perspectivas para a utilização de energias renováveis, em particular de sistemas solares fotovoltaicos, no Estado da Bahia, são extremamente promissoras. A Bahia concentra o maior mercado brasileiro para essa tecnologia e já dispõe de grupos de pesquisa consolidados para dar suporte ao desenvolvimento de programas.

Por fim, uma ação do Governo do Estado no sentido de incrementar as pesquisas correlatas e atrair fornecedores e fabricantes de sistemas de energia renovável muito contribuirá para consolidar a posição de vanguarda da Bahia na aplicação dessas tecnologias, criando, assim, as condições para tirar da escuridão quase toda a população desse Estado.

4 - INDICADORES SOCIAIS E EDUCAÇÃO EM ÁREAS RURAIS

Sabe-se que as diferenças sociais no Brasil são muitas. Para melhor entendimento da importância da utilização de uma fonte de energia alternativa, como a energia solar para a eletrificação de escolas rurais, traçamos um panorama da educação, trabalho infantil e incentivos à educação em áreas rurais.

4.1. EDUCAÇÃO

A educação fundamental hoje reflete o que se pode chamar de revolução educacional positiva. Nos últimos anos houve um grande esforço no sentido de buscar igualdade de oportunidades baseada nos princípios da universalização, descentralização, municipalização, participação da comunidade na gestão das escolas e nos projetos sociais, entre eles, o de levar energia solar para as escolas rurais.

Em alguns casos, como escolas com demanda abaixo de 15 alunos, pode ser melhor que a eletrificação solar, o transporte dos alunos para escolas maiores, situadas em locais que já contam com energia elétrica convencional. O projeto de energização da escola rural deve estar dentro de um projeto pedagógico para permitir que a energia realmente traga um bem para a comunidade.

Considerando as taxas de escolarização, segundo o Censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 79% dos estudantes residentes no Brasil freqüentam a rede pública de ensino, inclusive em escolas rurais. De acordo com os resultados, essa cobertura é maior no ensino fundamental (89,0%), seguido do ensino médio (81,2%), creche (77,9%), pré-

escolar / classe de alfabetização (68,9%), mestrado ou doutorado (57,9%) e superior (29,1%). Um dado que merece destaque é a alfabetização de adultos: 94,8% dos alunos que estão aprendendo a ler e escrever freqüentam a rede pública de ensino.

Uma inovação do Censo é a informação da taxa de escolarização das crianças de 0 a 4 anos: 17,8% em todo Brasil.

Esses dados fazem parte da Tabulação Avançada do Censo Demográfico 2000, revelando que, na última década, a freqüência escolar melhorou em todas as faixas etárias. A maior proporção de crianças na escola é a do grupo de 7 a 14 anos de idade. Nessa faixa etária, o Brasil se aproxima da cobertura universal, com 94,9% das crianças na escola.

De 1991 para 2000, o grupo que mais se destacou é o de crianças de 5 e 6 anos de idade, onde o aumento foi bastante significativo: de 37,2% para 71,9%. Entre os jovens de 15 a 17 anos de idade, a taxa de escolarização passou de 55,3% para 78,8%. Hoje, os jovens estão tendo mais acesso à escola e nela permanecem por mais tempo.

Em relação às pessoas de 18 e 19 anos de idade, a proporção é menor: apenas 50,3% do grupo estavam estudando e, entre os jovens de 20 a 24 anos, a proporção é de 26,5%.

No grupo de 25 anos ou mais de idade, embora a taxa de escolarização seja baixa, quase triplicou de 1991 para 2000: passou de 2,2% para 5,9%. Esse indicador inclui desde os estudantes que estão aprendendo a ler e escrever, até os que estavam na pós-graduação.

Quanto ao gênero, no grupo de pessoas de 10 anos ou mais de idade, as mulheres têm as maiores taxas nos dois extremos: 14,7% não têm instrução ou

têm menos de 1 ano de estudo e 14,6% tinham entre 11 a 14 anos de estudo. Quanto aos homens, a proporção é de 10,3% e 13,4%, respectivamente.

Levando-se em conta a distribuição dos estudantes por nível de ensino freqüentado, verifica-se que o nível que absorvia o maior número de alunos era o ensino fundamental, que vai da 1^a à 8^a série. Lá estão matriculados 58,2% dos alunos, sendo que nas regiões Norte e Nordeste esta proporção é ainda maior, 62,6% e 64,1%, respectivamente.

Já as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste apresentam as maiores proporções de estudantes no ensino médio e na educação superior, confirmando a tendência de que nas regiões mais desenvolvidas o atraso escolar é menor.

A Síntese de Indicadores Sociais 2002, lançada pelo IBGE, confirma que o traço mais marcante da sociedade brasileira é a desigualdade. A melhora dos indicadores foi generalizada, sobretudo os de saúde, educação e condição dos domicílios, mas a distância entre os extremos ainda é muito grande.

Na faixa de 7 a 14 anos, o acesso à escola está praticamente universalizado (96,5%), incluindo as áreas rurais, onde 94,7% das crianças freqüentam alguma instituição de ensino. Na década de 90, as crianças de 7 a 14 anos que estavam fora da escola pertenciam às famílias de menor rendimento. De 1992 para 2001, a taxa de escolarização das crianças que faziam parte dos 20% mais pobres aumentou 19 pontos percentuais (de 74,5% passou para 93,7%). Entre as crianças mais ricas, o aumento foi de 2 pontos percentuais (de 97,2% para 99,4%).

Verifica-se, a partir das informações do Censo, a necessidade de incentivo à educação para grupos etários que estão nos índices percentuais mais baixos de escolarização, principalmente em áreas rurais, onde o acesso às escolas muitas vezes é mais difícil, devido a grandes distâncias a serem percorridas, necessitando mais estímulo e dedicação do estudante.

4.2. TRABALHO INFANTIL

Em 2001 havia 5,5 milhões de crianças e adolescentes de 5 a 17 anos de idade trabalhando no País. Mais de um milhão deles não freqüentavam escola e quase 49% trabalhavam sem remuneração.

As atividades agrícolas concentravam 43,4% dessas crianças e adolescentes. Entre os aspectos pesquisados pela primeira vez, estão as crianças e adolescentes inscritos ou beneficiários de programas sociais educacionais e o tempo de permanência na escola.

Segundo pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), foram investigadas com maior profundidade, características de educação e trabalho para as crianças e adolescentes de 5 a 17 anos de idade. A pesquisa de 2001 revelou que, no Brasil, existiam 5.482.515 deles trabalhando naquele ano: eram 1.935.269 crianças de 10 a 14 anos e 296.705 de 5 a 9 anos.

A pesquisa também mostrou que cerca de um terço das crianças e adolescentes que trabalhavam - 1.836.598 - cumpriam jornada integral: 40 horas ou mais por semana. As crianças e adolescentes que não freqüentavam escola trabalhavam mais: das 4,4 milhões que freqüentavam escola, 1.131.561 trabalhavam 40 horas ou mais por semana. Entre as 1,08 milhão que não freqüentavam escola, 705.037 trabalhavam 40 horas ou mais por semana.

Das 5,4 milhões de crianças e adolescentes que trabalhavam, 48,6% não tinham nenhuma remuneração. Entre as remuneradas, 41,5% ganhavam até meio salário-mínimo e 35,5% de meio a um salário. Isso significa que 77% das

crianças e adolescentes ganhavam um salário mínimo ou menos. Somente 0,4% delas ganhava mais que três salários mínimos de remuneração.

Quanto menor o rendimento da família, maior o nível da ocupação de crianças e adolescentes. Nas famílias que ganhavam até meio salário-mínimo, o percentual de crianças ocupadas foi de 18,9%. Nas famílias que ganhavam 10 salários-mínimos ou mais, a proporção foi de 7,5%. Por outro lado, nas famílias com 7 pessoas ou mais, cerca de 20% das crianças de 5 a 17 anos trabalhavam. Nas de menos de 7 pessoas, a proporção era de 11%.

A atividade agrícola absorveu 43,4% das crianças e adolescentes que trabalhavam. Este percentual aumentava nas menores faixas etárias até chegar a três em cada quatro crianças na faixa dos 5 a 9 anos. As regiões Nordeste e Sul são as que mais ocupavam crianças em atividade agrícola.

Mais da metade das crianças e adolescentes que trabalhavam (51,2%) utilizava produtos químicos, máquinas, ferramenta ou instrumento no trabalho. Este percentual é mais elevado na atividade agrícola. Entre as regiões, a Sul tem o percentual mais elevado (58,5%), seguida da Nordeste, com 53,3%.

O governo brasileiro tem um programa de ajuda financeira às famílias carentes para evitar a evasão escolar de crianças e adolescentes, mas, em áreas rurais ainda verifica-se mais intensamente o trabalho das crianças e adolescentes em atividades agrícolas.

2.3. ENERGIA SOLAR NA EDUCAÇÃO RURAL

A utilização da energia solar fotovoltaica na educação permite a energização de escolas para funcionamento de cursos noturnos, facilitando a escolarização de adultos e a utilização de novos conceitos didáticos, como a tele-

educação usando o kit tecnológico (TV, vídeo-cassete e antena parabólica) para instrução e recreação.

O sistema fotovoltaico mais utilizado atende a uma escola primária padrão composta pela iluminação de 2 salas de aula, 1 varanda, 1 cantina e 2 banheiros. As escolas podem ser do tipo misto (com iluminação em corrente contínua) e a alimentação de TV e vídeo-cassete em corrente alternada, via um inversor. Outra configuração utilizada é a alimentação das cargas em corrente alternada, via um inversor.

Os sistemas isolados são utilizados na maioria das aplicações de sistemas fotovoltaicos em regiões remotas ao redor do mundo. Em Minas Gerais, por exemplo, todos os sistemas já instalados pela CEMIG são deste tipo de configuração. Já foram instalados aproximadamente 800 sistemas em residências, escolas e centros comunitários rurais (incluindo energização e bombeamento d'água). O projeto “Eletrificação de Escolas e Centros Comunitários Rurais Utilizando Sistemas Fotovoltaicos” prevê a eletrificação de mais 1000 escolas e 400 centros comunitários rurais, em vários municípios mineiros, com recursos da CEMIG, Governo do Estado de Minas Gerais (Secretaria de Estado de Minas e Energia, Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral e Secretaria de Estado da Educação) e Ministério de Minas e Energia (através do PRODEEM). O projeto técnico, a compra dos equipamentos e a fiscalização da instalação, bem como a sustentabilidade do projeto (modelo de manutenção, treinamento, etc) ficarão a cargo da CEMIG.

A energia solar fotovoltaica atende áreas desfavorecidas. Representa uma alternativa para atendimento de escolas em áreas rurais isoladas, distantes da rede elétrica. Permite a introdução do curso noturno, diminuindo o analfabetismo e a evasão escolar, além de ser importante instrumento de universalização da eletrificação rural.

CONCLUSÃO

O que se passa com os cidadãos no meio rural em qualquer estado brasileiro? Basicamente o mesmo, ou seja: buscam meios para sobreviver ou seguem a tendência a migrar; procuram fontes de emprego ou facilitam a formação escolar e profissional para os filhos.

É uma tendência mundial e natural a migração do campo para as cidades, mas quando esta acontece de forma muito rápida os setores: secundário e terciário da economia não se encontram inteiramente preparados para atender ao público que vem do meio rural.

Em decorrência disso, verifica-se uma pressão pró-investimentos para resolver todas as questões de educação, de saúde, de estradas, de abastecimento na periferia das grandes cidades. O nosso país tem passado por essa experiência em vários estados.

É claro que, no processo de modernização, vai-se sempre contar com o seguinte: para cada um que sai do meio rural, aquele que ficou terá que produzir para si e para quem saiu, para que, na cidade, tenhamos alimentos, fibras e outros gêneros e, assim, todas as atividades dos setores: secundário e terciário possam ser desenvolvidas.

E, nesse processo, o que cabe a uma concessionária de energia? Alguns poderiam responder que uma concessionária não tem nada a ver com isso, que seu negócio é colocar energia na propriedade, na residência, ter lucros e prosperar. Porém, as transformações que fazem com que a sociedade se torne a cada dia mais complexa repercutem nas concessionárias de energia, exigindo soluções também cada vez mais relacionadas com projetos de desenvolvimento sustentável.

A formulação de projetos de eletrificação rural, incluindo uso da energia para fins produtivos é um exemplo típico.

As crianças e jovens precisam ir a escola, e é preciso que eles tenham incentivos para isso. A energia solar permite uma melhor qualidade no ambiente de ensino e permite o acesso de milhares de crianças da área rural a esse bem tão precioso que é a educação.

Muito já está sendo feito nesse sentido, mas ainda há muito a fazer para que todas as crianças e jovens do Brasil tenham acesso a uma educação digna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLI, J. **Fontes de energia**. Brasília: Editora UnB, 1993.

BARROSO, S.S.; MARTINS, P.M.; SILVA, L.C.S. **Avaliação econômica comparativa entre sistema solar fotovoltaico, conjunto motor-gerador e rede de distribuição rural para suprimento de pequenas localidades isolada**. Pará, 1997.

CORREIA, James. **A universalização do serviço de energia elétrica**. Salvador: UNIFACS, 2002.

JANNUZZI, G. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos**. São Paulo: Autores Associados, 1997.

LAMBERTS, R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: Editores Associados, 2002.

MONTENEGRO, A.e Reguse, W. **Panorama atual de utilização da energia eólica. Fontes não-convencionais de energia**. Florianópolis: Labsolar, 2000.

RÜTHER, R. **Panorama atual da utilização da energia solar fotovoltaica**. Florianópolis: Labsolar, 2003.

FIGURAS

Figura 01: Equipamentos fotovoltaicos 1



Figura 02: Equipamentos fotovoltaicos para telhados 1



Figura 03: Equipamentos fotovoltaicos 2



Figura 04: Equipamentos fotovoltaicos para telhados 2

