

1

Energias Renováveis para o Desenvolvimento Sustentável das Comunidades Isoladas da Amazônia

Marco Alfredo Di Lascio¹
Marcos Aurélio V. Freitas²
Ana Claudia S. Marques³

¹ Depto. de Engenharia Elétrica,
Universidade de Brasília – UnB

² Sup. de Estudos e Informações
Hidroológicas – ANEEL

³ Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UnB

1. INTRODUÇÃO

Saber que o ambiente natural da Amazônia está em perigo e em vias de desaparecimento é, hoje em dia, lugar comum. Recordar que é necessário proteger essa região para melhorar a estabilidade do clima global e preservar o maior patrimônio genético do mundo, também é uma verdade muito conhecida. No entanto, o mais difícil é encontrar medidas concretas capazes de corrigir a tendência atual, que prevê a descaracterização da floresta tropical da Amazônia em cerca de 40 anos.

O problema do desflorestamento tem origens muito antigas e, na atualidade, é agravado por uma pobreza generalizada causada por diversos motivos. Primeiro, a maneira errada de usar a terra. Em seguida, a escolha de fontes energéticas inadequadas para a região. Finalmente, as dificuldades naturais da região, cujas distâncias são enormes e a organização social, quase inexistente.

Para conhecer melhor os panoramas energético, econômico e social das populações isoladas da Amazônia, foram efetuadas pesquisas e expedições em vários locais da Bolívia, Equador, Peru, Colômbia e, ainda, nos estados brasileiros de Amapá, Pará, Amazonas e Rondônia, entre 1986 e 1998. Nesse período, aproximadamente cinquenta vilas e cidades foram visitadas, algumas delas por várias vezes.

O Domínio da Amazônia, conforme definido pelo Tratado de Cooperação da Amazônia, está representado na Figura 1, ultrapassa a bacia do mesmo nome, detém uma extensão total de 7.570.000 km² e alcança nove países¹, com 22 milhões de habitantes² (TCA, 1992). Essa população pode ser dividida em dois grandes grupos. Um, com cerca de dois terços dos habitantes, é formado pelos centros urbanos de grande e médio porte e, ainda, pelas cidades vizinhas, que, embora geograficamente isoladas do restante do país, possuem qualidade de vida e problemas parecidos com aqueles existentes nas grandes cidades das áreas mais desenvolvidas. Nesses locais, a interação dos habitantes com o am-

biente natural da região é quase inexistente, pois ele já foi bastante modificado e a melhoria da qualidade de vida se caracteriza muito mais por soluções econômicas habituais. A outra parcela, com aproximadamente 8 milhões de habitantes, situados em pequenas cidades e núcleos populacionais isolados e, ainda, pelos que residem em habitações totalmente isoladas, apresenta um quadro ambiental aparentemente favorável, pois a natureza ainda não foi muito modificada. No entanto, nessas áreas, a qualidade de vida é baixa e qualquer medida para melhorá-la interage com o meio, podendo, se mal programada, destruí-lo de forma irreversível.



Figura 1. Localização do Domínio Amazônico.

Com base na distribuição populacional acima descrita, pode-se concluir que o problema da preservação ambiental da Amazônia está muito mais na dependência de soluções que promovam o desenvolvimento sustentável para as populações espalhadas pelo interior, em pequenos núcleos populacionais e habitações isoladas. Justamente os habitantes mais carentes e situados nos locais onde

as ações têm custo mais elevado por causa do isolamento.

No centro do problema do desenvolvimento sustentável está o homem, que age conforme a capacidade própria de influir no seu destino e em função do meio em que vive. Se ele não possui capacidade crítica para decidir de forma a melhorar a sua qualidade de vida sem destruir o meio ambiente, o desenvolvimento poderá ser alcançado, porém, não será sustentável (CMMAD, 1988:46-49). Existe, portanto, a necessidade de o homem superar o estágio de pobreza política, a qual é o reflexo de comportamentos gerados a partir de três eixos principais: a pobreza em si mesma, a falta de educação e a ausência de infraestrutura básica.

A pobreza é vista por muitos como uma forma de exclusão dos meios de sobrevivência, na negação do acesso às políticas sociais e ao direito à cidadania (Demo, 1998). Essa constatação reflete uma grave questão social, quando se verifica que a maioria dos pobres da Amazônia, de modo semelhante àqueles do restante do Brasil, vivem em ambiente insalubre, entre a vida e a morte, imersos no perverso círculo vicioso da desigualdade social, que se revela sob as mais cruéis faces das relações sócio-políticas e econômicas, relações essas que, finalmente, determinam aos pobres a exclusão social e a subalternidade perante a sociedade.

O baixo nível educacional dessas populações, geralmente imersas no analfabetismo, impede o acesso a uma melhor qualidade de vida (Paiva, 1991:184). Mesmo que elas trabalhem regularmente, a falta de um conhecimento mínimo das coisas ao seu redor não permite o surgimento de atitudes de poupança e acumulação, o que, por sua vez, torna volátil qualquer ganho obtido. Como poupar, se o trabalho de todas as horas do dia não é suficiente para obter o sustento mínimo, e à noite, sem iluminação, nada pode ser feito?

A falta de infraestrutura provoca a insatisfação social e motiva o abandono da região, que, por sua vez, conduz a práticas de ganho fácil para permitir a acumulação de algum recurso financeiro, capaz de possibilitar a

migração das famílias até as áreas desenvolvidas. Quando, a duras penas, consegue-se um pequeno gerador e uma televisão, esta apenas serve para mostrar um "mundo muito melhor" e aumentar o desejo de partir o mais rápido possível. É bem verdade que muitos permanecem, porém, muito mais por acomodação ao estado de miséria do que por conhecimento das dificuldades e vicissitudes do "mundo melhor".

Tanto nos que querem partir como naqueles que ficam, o desejo de aumentar a renda é o objetivo comum. Mas, no seu raciocínio simples, como aumentar a renda, se já trabalham o dia inteiro? Qual é a fórmula mágica? A resposta geralmente vem na forma de uma alteração radical do ambiente. A modalidade mais freqüente é a capitalização rápida pela venda das árvores, trocando a renda constante dos frutos pelo lucro passageiro dos troncos. Em paralelo, quase sempre surge a facilidade de aumentar a produtividade avançando com a plantação sobre os solos mais ricos das áreas de floresta virgem, num processo de destruição sem fim, pois sem a cobertura foliar original os nutrientes são rapidamente lavados. Nos solos improdutivos acontece a última das opções, que reside na criação de gado bovino, que, por sua vez, leva a terra à exaustão e à desertificação (Fearnside, 1989).

Após avaliar que o modelo de desenvolvimento adotado na Amazônia é calcado em práticas não renováveis, sendo precário e pouco durável, surge a questão de como reverter esta situação. A resposta não é, e nem poderia ser, simples, mas, em linhas gerais, sabe-se que a implantação de um desenvolvimento social durável nas comunidades isoladas passa pela adoção de atividades econômicas adequadas ao meio ambiente da região; um caminho na direção do desenvolvimento sustentável, baseado na busca de sistemas integrados de produção conjunta de alimentos e energia de biomassa adaptados às condições específicas de cada ecossistema (Di Lascio, 1999:262). Em suma, uma evolução sócio-econômica baseada na valorização dos produtos renováveis regionais e nos recursos energéticos também renováveis e locais.

Este artigo analisa o caso do desenvolvimento das populações isoladas da Amazônia, situadas naqueles locais onde a floresta ainda esteja preservada e, portanto, sejam válidas a tomada de medidas para protegê-la.

Em quase todos esses sítios a situação energética é precária e precisa ser melhorada. Também existe a necessidade de aumentar a atividade econômica para melhorar o poder de compra das famílias. Isto conduz a sugerir estratégias energéticas capazes de incrementar

o desenvolvimento econômico dessas populações e, ao mesmo tempo, a proteção da floresta. Para tal, é necessário utilizar os produtos renováveis não-madeireiros da floresta, tais como a borracha, a castanha do Pará, ou os óleos vegetais, e, deste modo, estabelecer um vínculo real entre a manutenção da floresta e o desenvolvimento sustentável. Além disso, ao melhorar a renda e as condições de conforto, o balanço social também melhora, mesmo que ainda haja muito a ser feito.

2. A EVOLUÇÃO URBANA E A ELETRIFICAÇÃO

Por causa do maior fluxo de pessoas, o encontro de rios, ou de estradas, são locais privilegiados para o comércio. Nesses sítios um comerciante se instala e, logo após, um vilarejo começa a nascer. São aglomerados urbanos com menos de trinta casas (ou seja, menos de 200 habitantes), onde não existe serviço público de energia elétrica. Os comerciantes, que geralmente vendem bebidas frias, possuem pequenos geradores movidos a gasolina, cujo rendimento energético é medíocre. A atividade econômica é pequena, os produtos são caros e todos, menos o comerciante, permanecem pobres. Para tentar sair do quadro de miséria, a madeira da região é vendida, provocando a intensificação do ciclo: desmatamento, investimento agrícola, venda da terra a um grande proprietário, criação de gado e abandono da terra. Em consequência, nesses pequenos vilarejos a esperança de melhores condições de vida permanece voltada para as cidades e grandes centros urbanos.

Somente após o desmatamento e a agricultura terem avançado, e, principalmente, a criação de gado estar bem implantada, é que as comunidades isoladas atingem a dimensão de uma vila, e a eletricidade é instalada. São locais com 200 a 1.000 habitantes (ou umas 100 casas), onde a eletricidade é produzida em pequenos grupos geradores diesel. O custo dessa energia é alto. As horas de atendimento são limitadas por causa da insuficiência de renda da população local. O fluxo econômico é catastrófico, conforme descreve a Figura 2, com todo o excedente da

renda sendo destinado ao pagamento do combustível para gerar a eletricidade. O governo fornece subsídios mas eles são limitados. Em consequência, o serviço é interrompido à meia-noite, e permanece assim durante todo o período diurno.

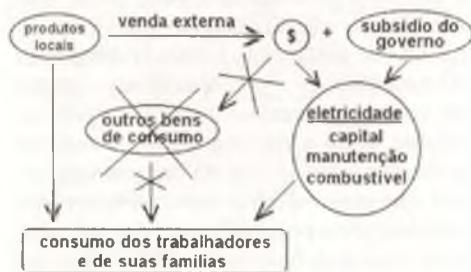


Figura 2. Fluxo econômico de uma pequena comunidade isolada.

Em função da baixa eficiência econômica das pequenas comunidades isoladas, o capital investido na geração de energia elétrica nunca é reembolsado e as ampliações ficam comprometidas. O serviço funciona de forma precária, o pessoal é mal treinado, as instalações não recebem manutenção preventiva e ficam indisponíveis por vários dias, às vezes durante algumas semanas.

Nas vilas a carga sempre aumenta mais rápido do que os meios econômicos para expandir a usina. A crise energética é aguda e muitas casas permanecem sem eletricidade. Por outro lado, os consumidores com maior poder aquisitivo (como os grandes proprietários ou os comerciantes) compram seu próprio gerador. Uma situação que torna ainda piores a eficiência energética e o desempre-

nho econômico desses locais.

Nessas vilas o sentimento de isolamento é um pouco menor do que nos vilarejos ou nas habitações isoladas, mas a vida continua muito difícil, pois não existe água potável e tampouco hospital. Às vezes a renda é um pouco maior, porém, os bens de consumo adquiridos durante a época da colheita são revendidos a baixo preço durante a entressafra. De modo geral, a economia repete o mesmo ciclo: desmatamento,..., abandono, descrito anteriormente. Enfim, a migração para as cidades e grandes centros urbanos continua sendo a "miragem" que conduz a uma melhor qualidade de vida.

Ao ultrapassar os 1.000 habitantes, as vilas adquirem o aspecto de uma pequena cidade, com algum atendimento hospitalar e energia elétrica durante as vinte quatro horas do dia, mas a qualidade de vida ainda deixa muito a desejar. A água potável continua a não existir e casas não têm eletricidade. Aliás, os geradores são velhos e funcionam precariamente, por causa da manutenção quase inexistente, o que provoca freqüentes pães no fornecimento, inclusive com cortes de uma semana ou mais. Se a usina tem mais de um motor, por causa das pães sempre ocorrem racionamentos no suprimento de eletricidade. Do mesmo modo que nas vilas e vilarejos, os comerciantes têm sua própria eletricidade, mas a baixa eficiência energética contribui para o encarecimento dos produtos de consumo. O resultado é uma situação de

pobreza crônica, onde as pessoas não podem, ao mesmo tempo, pagar a energia e os outros bens de consumo. Quando a população aumenta muito, para resolver a crise energética sempre aparece a alternativa de a cidade ser conectada a uma rede elétrica já consolidada.

À medida que a cidade cresce de tamanho, as ajudas do governo crescem, mas isto não significa que a qualidade de vida também melhora. Em geral, estas cidades são sempre dominadas por duas ou três famílias, que compartilham o poder e procuram implantar um desenvolvimento agrícola e industrial semelhantes ao de regiões mais desenvolvidas. A saúde e o ensino estão presentes, mas eles são muito insipientes. A ineficiência econômica e a concentração de renda na mão dessas famílias perpetua o estado de pobreza.

Com o tempo, a floresta em torno dessas cidades desaparece. A natureza perde completamente suas características originais. As necessidades de financiamento tornam-se cada vez mais dirigidas para a agricultura e criação de gado. Os problemas passam a receber soluções idênticas àquelas das regiões desenvolvidas, com apenas alguma adaptação local, para as condições climáticas, morfológicas e pedológicas da região. Porém, as limitações do ambiente conduzem o desenvolvimento ao impasse, com a atividade econômica insuficiente para que as famílias possam sobreviver condignamente.

3. AS DESPESAS ENERGÉTICAS

O conhecimento das despesas energéticas das comunidades isoladas da Amazônia é o primeiro passo para chegar-se à escolha de fontes primárias mais adequadas e economicamente viáveis. A tarefa é difícil, porque são sistemas onde, geralmente, não existem estatísticas. Não obstante, as análises dos dados coletados, em vários locais, permitem elaborar três casos hipotéticos, porém bastante similares às situações reais. Eles representam uma habitação isolada, uma vila de 100 casas e uma cidade de 30.000 habitantes. No caso mais simples, as despesas energéticas

compreendem a eletricidade e o transporte. Para os aglomerados urbanos a análise energética fica limitada ao problema da eletricidade, em função das dificuldades para representar a grande diversidade de casos. A madeira para a cocção não será abordada neste trabalho, pois, enquanto a floresta equatorial existir, sua obtenção, em pequenas quantidades, tem pouco impacto sobre o ecossistema e é relativamente fácil e gratuita.

Para os habitantes de uma casa isolada, o custo mensal da iluminação se reduz à compra de 5 litros de diesel para as lamparinas,

por um preço que varia 0,50 a 1,00 US\$/litro, que depende de onde ela é adquirida: se no posto da cidade ou no comerciante do meio da floresta. O uso do diesel em vez do querosene, cuja iluminação é muito superior, deve-se ao preço muito mais reduzido do primeiro. Se eles têm televisão e assistem aos programas durante duas ou três horas por dia, são necessários uns cinco litros de gasolina por semana, que significam mais 20,00 US\$/mês. Em função das distâncias, o custo do transporte representa um impacto significativo no orçamento familiar. Se o transporte é feito pelos rios, e como os barcos são pequenos, a eficiência é baixa e eles consomem ao redor de 30 litros de gasolina por mês, para a pesca e algum deslocamento até o centro urbano mais próximo. Neste caso, a despesa com manutenção, combustível e lubrificantes, alcança cerca de 50,00 US\$/mês. Quando existem estradas, o transporte é feito quase sempre por caminhões. Como elas são ruins, o custo das passagens e o preço da carga são caros, e resultado é uma despesa equivalente àquela dos rios. Assim, para esses habitantes, o gasto total com energia é muito elevado, quando se leva em conta que a renda de uma família dificilmente excede os 150,00 US\$/mês.

Em uma vila de 100 casas, a eletricidade vem de um pequeno grupo-gerador diesel, que funciona cinco horas por dia, e cujos custos mensais típicos são apresentados na Tabela I. A demanda média é de 100 kW e o consumo mensal alcança 15.000 kWh, ou, considerando 600 habitantes, 0,3 MWh/hab/ano, que é um valor bem abaixo da média da Amazônia brasileira, de 1,13 MWh/hab/ano, em 1996³.

TABELA I

Custos mensais típicos para a geração de eletricidade-diesel, em uma vila de 100 casas.

Artigos	dólares
Combustível diesel para 15.000 kWh	3.000
Lubrificante	50
Pessoal	1.800
Peças de reposição	292
Reembolso de capital	777
Total das despesas	5.919

Se o equipamento da vila é novo, a produção de um quilowatt-hora se faz com 280g de diesel, com um consumo de combustível de 4.200 litros/mês. Como, na realidade, as instalações são velhas e mal revisadas, o consumo habitual supera as 500g de diesel para produzir 1 kWh. Para simplificar a análise deste trabalho será adotado um valor médio de 400g de diesel por quilowatt-hora. Isto resulta em um consumo de 6.000 litros de diesel por mês na vila considerada, com um custo mensal de 3.000 US\$. A operação e a manutenção são executadas por três técnicos, e cada um custa 600 dólares por mês. O investimento em capital alcança 20.000 US\$ para montar a usina e 50.000 US\$ para a distribuição, cujo reembolso é calculado a 6% ao ano de interesses e é reembolsado em dez anos. As peças de reposição são orçadas como sendo 5% do capital investido. No conjunto, a soma de todas as despesas alcança 5.919 US\$/mês, que resulta em um custo real de aproximadamente 0,40 \$/kWh. O consumo de eletricidade não é conhecido com precisão porque geralmente não existem medidores. A prática usual é de fixar uma tarifa de 15,00 US\$/mês para a iluminação, a geladeira, o rádio e, às vezes, a televisão. Em consequência, a renda cobre somente 50% do custo do combustível; logo, é insuficiente para manter o serviço, sem que haja uma ajuda importante do estado.

Em uma cidade de 30.000 habitantes, normalmente existe um serviço elétrico organizado. Para uma geração termoclétrica a diesel e sem contar o investimento, o custo de eletricidade fica entre 0,20 a 0,30 US\$/kWh. Como a tarifa paga pelo consumidor varia entre 0,05 a 0,20 US\$/kWh, ela jamais consegue cobrir todas as despesas. Para assegurar o serviço, o governo ajuda a pagar uma parte do pessoal e a manutenção, assim como a totalidade do investimento. O déficit é considerável, e apenas o subsídio para o combustível alcança 50% do seu custo. Assim, nestas cidades como nas vilas, o uso da eletricidade é condicionado a uma forte contribuição financeira do Estado.

4. ALGUNS SISTEMAS ENERGÉTICOS REAIS

Na Amazônia é fácil encontrar exemplos nos quais tanto a economia como a energia são inadequadas para o meio ambiente. Por outro lado, são raros os locais onde a floresta é corretamente usada e a energia apropriada para um desenvolvimento sustentável.

A cidade de Guajará Mirim, em Rondônia, com 35.000 habitantes, é um caso típico de opções econômicas e energéticas inadequadas (Di Lascio, 1996). Entre 1890 e 1980, a extração da castanha do Pará e da borracha mantiveram a economia local. Porém, hoje, essas indústrias estão fechadas e as fontes principais de renda são a madeira e a criação de gado. A eletricidade é totalmente gerada por motores diesel e os cortes de corrente são frequentes. O desenvolvimento está parado e a população deixa a cidade para escapar da miséria.

O caso da cidade de Riberalta, de 50.000 habitantes e situada ao norte da Bolívia, é o exemplo raro de uma boa utilização da floresta (Di Lascio, op.cit.). A economia local é dominada pela exploração da castanha do

Pará, e as cascas são queimadas para produzir eletricidade. Eles colhem 22.000 toneladas de castanhas por ano e exportam 6.000 toneladas de nozes. As sobras do beneficiamento desta indústria dão 7.500t de conchas, que produzem 3,4 GWh/ano em uma usina termelétrica a vapor de 1.000 kW, e fazem a tarifa industrial de eletricidade baixar de 0,18 para 0,16 US\$/kWh. Entre os dejetos também existem as castanhas podres, que podem dar 500t de óleo vegetal por ano, que a Cooperativa de eletricidade do local tenta usar em motores diesel do tipo Elsbett, e produzir 1,6 GWh/ano, para fazer baixar ainda mais o preço da energia.

Entre esses dois exemplos encontram-se as reservas extrativistas que usam a floresta de forma correta, pois colhem apenas seu produtos não-madeireiros. No entanto, os resultados econômicos e energéticos são muito ruins, por causa dos métodos rústicos geralmente empregados na produção e dos baixos preços de venda nos mercados nacional e internacional.

5. AS OPÇÕES ENERGÉTICAS

As soluções energéticas para as comunidades isoladas no meio da floresta são caras porque têm pequenas dimensões. Por outro lado, a renda de habitantes está limitada por causa da pequena produtividade local, devido às baixas densidades de ocorrência das espécies naturais, que fazem os colonos percorrer grandes distâncias para fazer a colheita. Assim, nestes sítios, a existência de energia elétrica obriga a uma ajuda financeira constante do Estado. O uso dos recursos da CCC - Conta Consumo de Combustíveis - pode ser uma boa opção para a busca de estímulos necessários ao uso dos recursos renováveis no interior da Amazônia (ver Tabela I).

A escolha das fontes energéticas deve levar em conta todas essas características sócio-econômicas e, principalmente, sua relação com o ambiente. O Tabela II mostra vantagens e desvantagens das diferentes fontes energéticas disponíveis para uso na Amazônia.

fontes energéticas	distribuição territorial	relação com o ambiente	Resultado Econômico
biomassa não-madeira	muito grande	excelente	favorável
biogas	muito grande	excelente	favorável
solar	muito grande	excelente	favorável
vento	pequena	bom	favorável
hidráulico	média	média	variável
madeira	muito grande	prejudicial	variável
gás natural	pequena	prejudicial	Prejudicial
óleo	nula	prejudicial	Prejudicial

A *biomassa não-madeira* é, sem dúvida, a fonte de energia melhor adaptada para estimular a preservação da floresta amazônica. Nesta categoria se inserem os frutos das árvores, que se renovam todos os anos, e sua colheita racional não é prejudicial ao ambiente. O mais atraente desta fonte de energia, como mostra a Figura 5, é seu efeito muito

favorável para a economia das comunidades isoladas, que permite destinar o resultado da venda externa dos produtos locais para a compra dos bens de consumo. Efetivamente, o combustível que antes de era adquirido fora da cidade passa a ser fabricado no local e sob uma forma bastante eficiente, com um conteúdo energético de 9.000 cal/g, apenas um pouco inferior ao diesel, com 10.000 cal/g. Mesmo as sobras do beneficiamento das indústrias agrícolas, ainda têm um conteúdo energético entre 1.500 a 3.500 cal/g. Levando em conta todos os investimentos necessários para obter o óleo vegetal, como não existem investimentos com a plantação das culturas, o custo de produção da eletricidade, geralmente, não ultrapassa os 0,10 US\$/kWh (Projeto Equinócio, 1996).

Nessas cidades "verdes", a aquisição de bens de consumo, por seus habitantes, permite o acesso a um pouco mais de conforto e a uma qualidade de vida mais razoável. Se a família compra uma televisão, a energia adicional também deve ser procurada na floresta, criando uma forte dependência entre o desenvolvimento e os produtos não-madeireiros, o que garante a sobrevivência da floresta.

Para as casas isoladas e aglomerações com

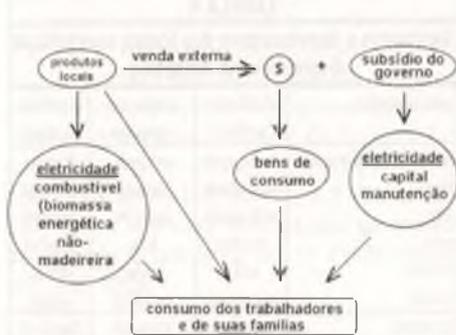


Figura 3. Diagrama econômico de uma comunidade isolada com eletricidade de biomassa não-madeireira.

menos de 200 pessoas, as instalações são de pequeno porte, com capacidades inferiores a 50 kW. Isto torna os produtos não-madeireiros inadequados para produzir eletricidade, devido à ineficiência do processo em escala muito reduzida.

Para o *biogás* existe toda uma gama de

soluções possíveis, mas quase nenhuma experiência prática na região. Assim, devido à falta de dados e ao tempo necessário para que seja adaptado à região, ele não será considerado neste trabalho, mesmo sendo uma fonte energética muito boa para a Amazônia.

A *energia solar* é bem colocada para as habitações isoladas da região, porque as cargas são pequenas e o combustível, gratuito. A região está localizada entre os trópicos, e as taxas de insolação são altas durante todo o ano (entre 5,2 e 7,2 kWh/m².dia), exceto quando existem nuvens ou fumaça de queimadas. Até mesmo nestes casos ruins, a radiação diária é menor do que 1,9 kWh/m².dia, porém, ainda acima da média do mês de janeiro em Paris. O problema maior da energia fotovoltaica é o custo elevado do investimento, que tem como compensação as pequenas despesas de funcionamento. Tudo acontece como se a instalação valesse, inicialmente, o gerador incluindo 15 a 20 anos de consumo de combustível.

Na Amazônia, os locais favoráveis para a *energia eólica* estão situados somente no litoral Atlântico e em alguns locais de montanha, como por exemplo nos contrafortes da Serra do Pacaraima, em Roraima. Suas aplicações recebem um tratamento econômico semelhante ao da energia fotovoltaica, no sentido de concentrar os aproveitamentos nos melhores sítios, com velocidades médias ao ano acima de 5,5 e 6 m/s., o que pode ser obtido em alguns sítios do litoral do Pará, Amapá e em ambientes insulares da costa do Maranhão. Cumpre destacar a entrada recente de novas usinas eólicas no Brasil, em Fortaleza (CE), com 10 MW de potência instalada - 20 turbinas de kW (jan/98) - e outra de 5 MW de potência, instalada em Palmas (PR), com custo de instalação da ordem de US\$ 1.000/kW instalado e custo da energia produzida da ordem de US\$ 40 a 60/MWh, dependendo do regime de ventos. O uso de sistemas híbridos de energia eólica e geração térmica a óleo diesel pode ser interessante, sobretudo para aumentar o volume de energia garantida às comunidades interessadas.

A *energia hidráulica* merece um lugar de destaque na Amazônia, por causa da

sua extensa rede hidrológica. Mesmo assim, este recurso praticamente não está disponível nas regiões baixas e planas do Orinoco e do Amazonas, onde não existem desníveis suficientes para permitir uma utilização fácil da energia hidráulica. Os investimentos iniciais são altos e os problemas ambientais crescem com o aumento do tamanho de instalações. Por todas estas razões, sua utilização como fonte de energia elétrica não tem sido muito disseminada em sistemas isolados. O papel da fonte hídrica será principalmente o de atendimento ao crescimento da demanda de energia do Sistema Elétrico Interligado brasileiro, da ordem de 4 a 5% ao ano, que, em breve, estará efetivando os trabalhos de operação de linhas de transmissão entre os sistemas elétricos do Sul/Sudeste/Centro-Oeste e Norte/Nordeste. Neste caso, as principais atenções são concentradas nos corpos hídricos da Amazônia Oriental, com destaque para a bacia do rio Tocantins. Em sistemas isolados, potenciais importantes de Pequenas Centrais Hidrelétricas poderão ser explorados nos estados que sofrem o efeito da cordilheira dos Andes, como Rondônia e Acre.

Os *recursos florestais* são imensos, mas o uso de sua madeira como energético pode facilmente conduzir ao desflorestamento. Deste modo, o bom senso leva a desconsiderá-lo, até que existam estudos mais aprofundados, melhores tecnologias, como a

gaseificação dos resíduos, e ainda que todas as outras fontes tenham sido exploradas.

A oeste da Amazônia brasileira, existem grandes reservas de *gás natural*, mas a característica pantanosa da terra ao seu redor dificulta muito a construção de gasodutos. Existem projetos para transportá-lo pelos rios, mas os resultados ainda não são garantidos. Em todo caso, é uma fonte cujas características econômicas e ambientais são semelhantes às do diesel, sobretudo do ponto de vista do transporte e do efeito estufa. Mesmo assim, no caso dos grandes centros urbanos, seu uso pode ser aceito e estimulado, desde que cuidadosamente avaliado.

A energia elétrica movida a *diesel* apresenta um custo de implantação muito reduzido, em torno de 200 a 400 U\$/kW instalado. Mas, por causa dos efeitos econômicos e ambientais, ela é altamente desaconselhada para a Amazônia.

Assim, para as casas isoladas e vilarejos, as melhores opções ficam restritas ao uso das energias solar e eólica. Para as vilas e as cidades, o uso da biomassa não-madeira é, de longe, a fonte energética mais indicada, principalmente pelo seu efeito altamente positivo para a economia e sua capacidade de induzir a preservação do meio ambiente. A pequena usina hidráulica também é adequada para a Amazônia, porém, somente deve ser considerada após o uso da biomassa não-madeira do local.

6. AS NOVAS REGULAÇÕES DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA E O USO DE FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Recentemente, em agosto de 1999, a ANEEL promulgou a resolução 245/99, que estabelece as condições para sub-rogação dos benefícios do rateio da Conta Consumo de Combustíveis - CCC⁴ - a empreendimentos que venham a ser implantados em sistemas isolados, em substituição, total ou parcial, da geração termoelétrica à base de derivados de petróleo por Pequenas Centrais Hidrelétricas (1 a 30 MW de potência) e outras fontes renováveis de energia. Estes recursos são hoje

superiores a 300 milhões de reais/ano, e se estenderão por mais 13 anos, até maio de 2013. Atualmente, este subsídio pode contribuir com até R\$ 60,00 por MWh, ou seja, reduzindo consideravelmente o custo da geração com fontes renováveis para o consumidor da região Amazônica. Todavia, cumpre destacar que existe, ainda, a necessidade de um aprendizado da forma de como demandar e usar estes recursos pelos projetos de energia renovável.

7. CONCLUSÃO

Considerando as análises precedentes, pode-se concluir que, no caso das comunidades isoladas da Amazônia, situadas nos locais onde a floresta ainda existe, as atuais práticas energéticas facilitam e mesmo encorajam o avanço inexorável do desmatamento.

O diesel é a fonte de energia elétrica mais utilizada na região, mas não tem nenhum vínculo com a floresta, e drena a maior parte da renda das pessoas. São sistemas econômicos e energéticos altamente ineficazes, os quais o governo sempre tem de subvencionar mais da metade do custo operacional e a totalidade do capital investido. O processo de desenvolvimento movido a diesel, pouco a pouco, descarta a floresta e facilita o aparecimento de modelos usuais em regiões com ambientes totalmente diferentes. Logo que o desmatamento

avança, a interação entre o homem e a floresta deixa progressivamente de existir. Ao mesmo tempo, os criadores de gado começam a predominar e a destruição do ambiente natural não pode mais ser contida.

Para tentar impedir o avanço do desmatamento na Amazônia, este trabalho avaliou alguns tipos de fontes energéticas compatíveis com a natureza da região. Para isto, é necessário substituir o diesel por fontes renováveis de energia, principalmente a biomassa não-madeireira e a energia solar. Esta prática dará como resultado o estabelecimento de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável, com melhoria da qualidade de vida e conservação da floresta. O homem poderá então ocupar a floresta sem ser induzido a provocar a sua destruição.

8. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica (CNPq) e à Universidade de Brasília (UnB), pelo apoio financeiro durante esta pesquisa. Aos pes-

quisadores do Instituto de Economia Energética (IDEE), de Bariloche, Argentina, pelas discussões durante a organização desta publicação.

9. NOTAS

- 1 Os nove países da América Latina que compõem o Domínio Amazônico são: Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Suriname, Guayana e Guiana Francesa.
- 2 Cálculos efetuados pelo Projeto Equinócio

(1996), a partir de diversas fontes.

- 3 Cálculo efetuado com base nos dados do Anuário Estatístico do IBGE, de 1997.
- 4 Subsídio dado pelo sistema hidrelétrico à geração térmica de custo mais elevado no Brasil.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1988) *Nosso Futuro Comum*. Rio de Janeiro, RJ. Editora da Fundação Getúlio Vargas. 430 p.
- Demo, Pedro (1998) *Charme da Exclusão Social*. Campinas, SP. Editora Autores Associados. 125 páginas.
- Di Lascio, M.A. (1996) *Energia Renovável para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia: um estudo sobre Riberalta e Guajará*

Mirim. VII Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro, RJ. 22-25 outubro. Vol. 1. pp. 556-570.

- Di Lascio, Marco A. (1999) *Stratégies Énergétiques pour le Développement Soutenable des Régions Isolées de l'Amazonie*. Paris, Fr. Revue de l'Énergie. No. 506, maio. pp. 255-262.
- Fearnside, P.M. (1989) *A Ocupação Humana de Rondônia: Impactos, Limites e Planeja-*

- mento. Brasília, DF. Relatório de Pesquisa sobre o Programa do Pólo Noroeste. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. 76 páginas.
- Paiva, Vanilda (1991) Educação e Bem-Estar Social. Campinas, SP. Educação e Saúde. Revista Publicada pela Papyrus. pp. 161-200.
- Peters, C.M.; Gentry, A.H. & Mendelson, R.O. (1989) Valuation of an Amazonian Rainforest. Nature. n° 339, pp. 655-656.
- Projeto Equinócio (1996) Projeto Experimental de Manejo Sustentado da Floresta Tropical Úmida, com Soluções para o Supri-
mento Energético de Comunidades Isoladas da Amazônia. Depto. de Engenharia Elétrica (ENE). Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF. Coordenação: Prof. Marco Alfredo Di Lascio.
- TCA - Tratado de Cooperacion Amazónica (1992) Amazonia Sin Mitos. Comission Amazónica de Desarrollo y Medio Ambiente. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 111 páginas.
- Veja (1997) A Floresta Sitiada. In: Amazônia, um Tesouro Ameaçado. Revista Veja. No. special, 24 décembre. pp. 20-27.

LOS INVERSIOS
ECOLÓGICOS
APLICACIÓN Y EVALUACIÓN
DE SUS EFECTOS