



GPT/006

21 a 26 de Outubro de 2001  
Campinas - São Paulo - Brasil

## GRUPO II

### GRUPO DE ESTUDO DE PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS (GPT)

#### SISTEMAS PILOTO DE ELETRIFICAÇÃO DE LOCALIDADES RIBEIRINHAS DA AMAZÔNIA COM APROVEITAMENTO DE ENERGÉTICOS LOCAIS

Marcos V. Nascimento Gusmão \*  
Guilherme Fleury W. Soares

Ana Paula C. Guimarães  
Afonso Vianna

Wagner Barrozo

CEPEL

Fundação Padre Leonel Franca

ELETROBRÁS

#### RESUMO

Este trabalho apresenta o planejamento e as avaliações preliminares do projeto Ribeirinhas, o qual se constitui em uma ação estratégica do Programa Nacional de Eletrificação Rural "Luz no Campo" e tem como objetivo a implantação de micro sistemas baseados em fontes alternativas para atendimento energético de localidades ribeirinhas no Estado do Amazonas. O projeto é coordenado pelo CEPEL e ELETROBRÁS em colaboração com a Universidade do Amazonas (UA). Trata-se de um projeto piloto que busca avaliar, adequar e implantar tecnologias de geração elétrica alternativa em comunidades ribeirinhas, produzindo casos de sucesso que conduzam à replicação em outras localidades por agentes privados ou públicos.

**PALAVRAS-CHAVE** : comunidades ribeirinhas, energia solar fotovoltaica, energia de biomassa, micro-centrais hidrelétricas

#### 1.0 – INTRODUÇÃO

O projeto Ribeirinhas se constitui em uma ação estratégica do Programa Nacional de Eletrificação Rural "Luz no Campo" e tem como objetivo a implantação, em localidades ribeirinhas na região Amazônica, de sistemas baseados em fontes alternativas para geração de energia elétrica. O projeto é conduzido pelo CEPEL e ELETROBRÁS, em colaboração com a Universidade do Amazonas. Trata-se de um projeto piloto que busca avaliar, adequar e implantar tecnologias alternativas de geração elétrica em comunidades ribeirinhas, produzindo casos de sucesso que levem à replicação em outras localidades, por agentes privados ou públicos.

A região amazônica tem alguns fatores específicos que a diferenciam significativamente das demais regiões do país. Devido à baixa densidade populacional, grande dimensão e às características

geográficas, a extensão da rede elétrica para comunidades isoladas na Amazônia enfrenta maiores dificuldades do que nas demais regiões. As comunidades são bastante dispersas e se constituem, em média, por cerca de 15 a 25 residências por muitas vezes distantes entre si. Este fator impossibilita ganhos de escala e economia por *quilowatt* instalado tornando assim, mais importante, a aplicação de energéticos disponíveis localmente.

No entanto, as avaliações já realizadas têm mostrado dificuldades em termos de disponibilidade de alguns recursos energéticos alternativos nas localidades a serem atendidas. Um vez que o projeto foi focalizado no Estado do Amazonas, a opção eólica é raramente aplicável. Também, a opção hidráulica exige uma procura rigorosa de locais adequados, dado que, de uma maneira geral, os rios da Amazônia são caracterizados pela baixa velocidade e por apresentarem poucas situações de quedas d'água. Por outro lado, há oportunidades de emprego de biomassa, principalmente resíduos agrícolas e de madeiras e óleos vegetais. Os sistemas fotovoltaicos também têm mostrado grande potencial na eletrificação rural devido às facilidades de implantação, baixa manutenção e custos compatíveis se comparados com a extensão de uma rede ou utilização de um sistema de geração diesel convencional onde existem graves dificuldades de logística de suprimento.

O objetivo deste trabalho é apresentar a estruturação do projeto, as possibilidades de utilização das diversas fontes alternativas de energia na região em questão e os avanços alcançados na atual fase de desenvolvimento do trabalho. Dentro deste contexto estão descritos a metodologia, os custos da potência instalada e energia produzida dentro das faixas típicas de potência para os sistemas aplicáveis ao projeto, as informações coletadas em registros e pesquisas de campo, discutindo-se a viabilidade de aplicação de alguns sistemas em função da disponibilidade dos recursos energéticos locais. Finalmente são apresentados os resultados obtidos

na implantação de sistemas solar fotovoltaico em duas comunidades selecionadas juntamente com o cálculo preliminar de tarifas a serem pagas pelos usuários.

## 2.0 – METODOLOGIA

O projeto consiste na identificação de localidades ribeirinhas em determinados trechos de diferentes rios da região Amazônica e a implantação de sistemas de geração descentralizada de acordo com a seguinte metodologia: 1) escolha dos rios e dos trechos que contenham, na totalidade, 30 povoados com um número médio de 20 famílias; 2) levantamento da potencialidade de recursos naturais locais com vistas à aplicação de sistemas baseados em fontes alternativas, enfatizando a possibilidade de utilização, principalmente, dos sistemas fotovoltaicos e de micro-centrais hidroelétricas; 3) elaboração de uma agenda comum entre o CEPEL e a concessionária local para estabelecimento de uma sinergia que facilite o desenvolvimento e a implantação do projeto; 4) levantamento das necessidades energéticas para dimensionamento da oferta de energia e dimensionamento dos sistemas; 5) aquisição de sistemas, instalação, treinamento da população local e montagem da micro infra-estrutura empresarial buscando fundamentar as bases de auto-sustentabilidade de longo prazo dos empreendimentos; 6) acompanhamento do funcionamento dos sistemas com análise dos impactos sócio-econômicos e ambientais da eletrificação das localidades; 7) divulgação dos resultados considerando o sucesso do empreendimento e a possibilidade de replicação da iniciativa por empreendedores privados de pequeno e médio porte.

O projeto está dividido em duas fases : a primeira corresponde à implantação dos sistemas piloto em 5 (cinco) localidades englobando todas as etapas descritas anteriormente. A segunda fase envolve somente as etapas 5, 6 e 7 tendo como base os dados da fase 1 e a elaboração de um relatório final de consolidação do trabalho.

## 3.0 – VIABILIDADE DAS FONTES ALTERNATIVAS NA REGIÃO

Neste tópico estão descritos, de forma sucinta, os alcances e limites técnicos dos sistemas de fontes alternativas de energia para aplicação no âmbito do projeto Ribeirinhas.

### 3.1 – Sistema Eólico

Para se planejar projetos de energia eólica de maneira economicamente atrativa são necessários

conhecimentos confiáveis das condições de vento predominantes na área em questão.

A estimativa do potencial do vento está relacionada à posição geográfica local e sobretudo à altura de instalação do equipamento, pois a velocidade do vento perto do chão é fortemente afetada por casas, árvores e outros obstáculos semelhantes. Os melhores lugares para a energia eólica são encontrados no mar e no litoral. É importante ressaltar que há uma velocidade mínima do vento abaixo da qual não se pode gerar energia (aproximadamente 3,0 m/s), por causa das perdas por atritos.

No interior da região Amazônica, os ventos não possuem velocidades suficientes para o aproveitamento da energia eólica. De acordo com as informações disponíveis no Atlas do Potencial Eólico Nacional (1) obtidas pela interpolação de medidas feitas em aproximadamente 20 estações espalhadas na região, incluindo a estação meteorológica de Manaus, o valor médio anual da velocidade do vento é cerca de 1,5 m/s. Dessa forma torna-se inviável a aplicação de sistemas eólicos em localidades ribeirinhas do Estado do Amazonas.

### 3.2 – Sistema Hidrocinético

A teoria básica de funcionamento dos geradores hidrocinéticos é semelhante à teoria dos aerogeradores considerando, contudo, a diferença entre os fluidos responsáveis pela realização de trabalho. Como a água possui maior massa específica do que o ar, tais equipamentos são capazes de gerar potências equivalentes aos aerogeradores com velocidades de escoamento menores.

A potência alcançável com um sistema hidrocinético varia fortemente com a velocidade do rio. Dados de velocidades médias dos principais rios do Estado do Amazonas estão sendo coletados junto à CPRM/Manaus. De uma forma geral as velocidades médias registradas na região são muito baixas, da ordem de 0,5m/s a 0,7m/s, apresentando porém alguns sítios que devem ser investigados em maior detalhe. Estes registros servem como uma orientação inicial apenas, visto que os mesmos não foram necessariamente obtidos dos trechos mais velozes dos rios em questão.

Na Tabela 1 estão relacionados alguns valores de potência nominal do equipamento hidrocinético considerado (roda d'água nacional), o custo da potência instalada e o custo da produção de energia, em função da velocidade do rio. O valor de O&M não foi determinado, no entanto, estima-se que para rodas d'água estes custos sejam pequenos (2).

TABELA 1 – Valores de potência típica, velocidade da água, custo da potência instalada e custo da produção de energia.

Potência (kW)	Velocidade (m/s)	Custo Potência Instalada (US\$/kW)	Custo Produção de Energia (US\$/MWh)
4,0	2,5	3 750	76
2,1	2,0	7 143	145
1,5	1,8	10 000	202
1,1	1,6	13 600	276
0,9	1,5	16 700	340

NOTA : Parâmetros considerados : taxa de juros : 15% ao ano, fator de capacidade : 90%, vida útil : 20 anos.

### 3.3 – Sistema de Biomassa

O termo biomassa relaciona-se à matéria vegetal criada pela fotossíntese e seus derivados, tais como resíduos florestais e agrícolas, resíduos animais e a matéria orgânica contida nos resíduos domésticos e municipais. Estes materiais têm em comum a origem direta ou indireta do processo de fotossíntese e por esta razão se apresentam de maneira periódica, de forma renovável e não limitada no tempo.

No escopo deste projeto, os seguintes processos parecem ser os mais promissores para o suprimento de energia elétrica, a partir da biomassa, para pequenas comunidades:

- *Gaseificação* : É a conversão da biomassa ou de qualquer combustível sólido em um gás combustível através da oxidação parcial a temperaturas elevadas. Na geração elétrica de pequena escala, o gás obtido é utilizado juntamente com o Diesel em motores de combustão interna adaptados. A fração de Diesel substituída pelo gás é reportada como sendo de 40 a 80%. Existem vários sistemas deste tipo funcionando na Índia e na China, mas deve-se ressaltar que a sua operação requer um certo grau de especialização da mão-de-obra. Uma das principais dificuldades reside na etapa de limpeza dos gases, a qual, se não for bem controlada, pode levar a contaminações e degradação do desempenho do motor.

- *Óleos Vegetais em Motores Diesel* : Óleos vegetais podem ser utilizados como combustível em grupos geradores diesel adaptados, com consumo praticamente igual ao do óleo diesel. A princípio, os motores empregados com esta finalidade eram os de tecnologia Elsbett. Ultimamente, no entanto, tem sido demonstrado que os motores Diesel convencionais com pré-câmara também podem ser empregados com sucesso, desde que sejam tomadas algumas precauções especiais: a operação deve iniciar e terminar com diesel, e o óleo vegetal deve ser pré-aquecido para diminuir sua viscosidade. Grupos

geradores utilizando motores com pré-câmara são fabricados no Brasil com potência de até ~9kW a 1800rpm. Motores convencionais com injeção direta são mais comuns, porém de resultados mais incertos com óleos vegetais. O consumo específico, para efeito de dimensionamento do sistema, pode ser tomado como sendo por volta de 0,3 - 0,4 litros/kWh.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados dos custos da potência instalada e produção de eletricidade com gaseificação da madeira de acordo com as potências típicas preestabelecidas.

TABELA 2 – Custos da potência instalada, combustível e produção de energia com gaseificação da madeira

Potência (kW)	Custo Potência Instalada (US\$/kW)	Custo Combustível (US\$/MWh)	Custo Produção de Energia (US\$/MWh)
10	4 000	0 – 50	130 – 180
40	2 750	0 – 50	94 – 144
100	2 180	0 – 50	76 - 126

NOTA: 1) Para o custo do combustível foram considerados os valores de US\$15/MWh pela utilização de madeira e US\$35/MWh pela utilização de diesel, adotando-se um percentual de substituição de diesel de 70%

2) Parâmetros considerados : taxa de juros : 15% ao ano, fator de capacidade : 60%, vida útil : 20 anos

### 3.4 – Sistema de Micro Centrais Hidrelétricas

As Micro Centrais Hidrelétricas (MCHs) estão classificadas dentro do conceito geral das Pequenas Centrais Hidrelétricas de acordo com as características: a) Potência máxima (100kW), b) Altura máxima de barragem (3m), c) Vazão máxima central (2m<sup>3</sup>/s), d) Potência máxima do grupo gerador (100kW), e) Período máximo para implantação (6 meses).

Os custos para uma MCH se tornam significativamente menores quando comparados aos custos de outras centrais hidrelétricas em decorrência de menores obras civis e ainda da utilização da mão-de-obra local para execução da obra. Como exemplo pode-se citar a recente instalação no Município de Peixoto de Azevedo, Mato Grosso, de um projeto pertencente ao PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios).

Na Tabela 3 estão apresentados os custos da potência instalada, operação e manutenção e produção de energia obtidos a partir da micro usina de Peixoto de Azevedo, mencionada anteriormente. No caso, a queda d'água disponível era bastante elevada, por volta de 35m, o que colabora para a economicidade do projeto.

TABELA 3 – Custos da potência instalada, O&M e produção de energia para uma MCH

Potência (kW)	Custo Potência Instalada (US\$/kW)	O&M (US\$/MWh)	Custo Produção da Energia (US\$/MWh)
40	1.000	10	76

NOTA: Palestra Prof. Amorim "A competitividade das PCHs frente às outras fontes de energia", IME, 1998.

O interior da região Amazônica não apresenta boas condições para instalação de micro centrais hidrelétricas como a descrita acima, uma vez que a topografia local, de uma forma geral, não conduz a grandes quedas d'água. Contudo, há pelo menos duas empresas no Brasil que estão ofertando dispositivos simples, capazes de gerar por volta de 500-1000W com quedas d'água tão baixas quanto 1-2 metros. Estes dispositivos ainda estão, no momento, em fase de testes.

### 3.5 – Sistema Solar Fotovoltaico

Para o dimensionamento de uma instalação fotovoltaica deve-se analisar conjuntamente o período crítico de demanda – período cujo consumo de energia será maior durante o ano – e o período crítico de insolação. Considera-se, no projeto em desenvolvimento, a demanda de carga constante no decorrer do ano já que se trata de atendimento a residências rurais. Nesse caso a análise é obtida em função apenas da variação do potencial solar da região.

Na fase de avaliação do recurso solar é fundamental quantificar a irradiação global incidente sobre o painel fotovoltaico possibilitando, assim, o cálculo da energia gerada. Os dados da energia solar incidente no plano horizontal na região em análise ( região contendo estação meteorológica de Manaus) variam na base temporal diária média mensal de 3,97kWh/m<sup>2</sup> a 5,14kWh/m<sup>2</sup> durante o ano, com a média de 4,5kWh/m<sup>2</sup> de acordo as informações disponibilizadas no Atlas Solarimétrico do Brasil (3). Sob essa perspectiva a região é considerada potencialmente viável para utilização da energia solar.

No sistema fotovoltaico, para obter o custo total da produção de energia é necessário determinar os custos relacionados às reposições do banco de baterias, inversores e controladores de carga. As baterias, responsáveis pelo processo de armazenamento da energia, devem ser substituídas a cada quatro anos de acordo com a sua vida útil média para um determinado nível de profundidade de descarga projetado, enquanto os outros dois dispositivos devem ser substituídos em um período de 10 anos. Na Tabela 4 estão descritos os custos

da potência instalada e produção de energia para sistemas fotovoltaicos contendo potências variadas.

TABELA 4 – Custos da potência instalada e produção de energia para sistemas fotovoltaicos

Potência (W)	Custo Potência Instalada (US\$/kW)	Custo Produção Energia (US\$/MWh)
75	14 000	1 577
150	10 300	1 082
225	9 800	1 050
525	8 760	923

NOTA: Parâmetros considerados : taxa de juros : 15% ao ano, fator de capacidade ≈ 12% e vida útil : 20 anos.

## 4.0 – FASE 1 – EM DESENVOLVIMENTO

Na primeira fase do projeto Ribeirinhas, já foram atendidos 20 domicílios dispersos em duas comunidades distintas - Sagrado Coração em Silves e Parque Nacional do Jaú -, aplicando sistemas solares fotovoltaicos os quais totalizam uma potência de 3kW. Nas demais localidades cadastradas para serem atendidas ainda no escopo da primeira fase, serão instalados um sistema de biomassa por gaseificação de madeira, uma possível MCH (ainda em estudo) e aproximadamente mais 20 sistemas fotovoltaicos.

### 4.1 – Implantação de Sistemas Fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos têm um fator de capacidade muito reduzido, por isso é importante que sejam analisados tanto do ponto de vista da potência instalada como da demanda total de energia, considerando-se tempos razoáveis de uso das utilidades elétricas.

Dentro desse contexto, tornou-se necessário elaborar algumas configurações de carga que caracterizam a demanda diária de energia, com o intuito de analisar criteriosamente as melhores instalações para a região. Algumas possíveis configurações de carga são apresentadas nas Tabelas 5, 6, 7 e 8. As duas primeiras configurações podem ser consideradas usuais em sistemas PV residenciais. A terceira configuração contempla o uso de uma TV colorida juntamente com um receptor de satélite, cuja demanda é comum no interior. A última configuração apresentada prevê capacidade suficiente para a utilização de um pequeno refrigerador de 80 litros. Este equipamento representa um consumo energético elevado, e dificilmente compatível com sistemas PV individuais. O objetivo do estudo das diversas configurações é estabelecer uma análise de comparação entre a configuração normalmente considerada para

sistemas residenciais isolados e as configurações estruturadas para maiores potências, permitindo, assim, diferentes níveis de conforto. Em todas as tabelas os valores do consumo de energia levam em consideração a eficiência do inversor (85%), dada pelos fabricantes. O valor da tensão de referência das baterias é 12V e a tensão efetiva de operação das diversas cargas elétricas é 110V ou 220V CA.

TABELA 5. – Sistema 1

Cargas	Potência de carga (W)	Horas de uso p/ dia	Energia Diária (kWh)
luminárias (3)	49,5	3,0	174,6
rádio	5,0	5,0	29,4
total	54,5		204,0

NOTA: 1) Consumo total mensal : 6,12 kWh;

2) As potências relacionadas às cargas foram obtidas do Manual de Engenharia p/ Sistemas Fotovoltaicos (4) e Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (5)

TABELA 6. – Sistema 2

Cargas	Potência de carga (W)	Horas de uso p/ dia	Energia Diária (kWh)
luminárias (3)	66,0	3,0	232,9
TV p&b	25,0	4,0	117,6
rádio	5,0	4,0	23,5
total	54,5		374,1

NOTA: Consumo total mensal : 11,22 kWh

TABELA 7. – Sistema 3

Cargas	Potência de carga (W)	Horas de uso p/ dia	Energia Diária (kWh)
luminárias (3)	66,0	3,0	232,9
receptor	25,0	4,0	117,6
TV colorida	45,0	4,0	211,8
rádio	5,0	4,0	23,5
total	141,0		585,9

NOTA: Consumo total mensal : 17,58 kWh

TABELA 8. – Sistema 4

Cargas	Potência de carga (W)	Horas de uso p/ dia	Energia Diária (kWh)
luminárias (3)	66,0	3,0	232,9
TV p&b	25,0	4,0	117,6
Refrig. (80l)	85,0	10,0	1000,0
rádio	5,0	4,0	23,5
total	181,0		1374,1

NOTA: Consumo total mensal : 41,22 kWh

As lâmpadas consideradas nos sistemas configurados são fluorescentes comuns de 20W, tubulares, exceto o sistema 1 cujas lâmpadas fluorescentes utilizadas são de 15W. Considerou-se

que os reatores apresentam uma perda por aquecimento de 10%. Embora as lâmpadas fluorescentes compactas PL de 9W sejam muitas vezes utilizadas em sistemas fotovoltaicos, nesta análise elas não foram contempladas pois a experiência de campo tem mostrado que tais dispositivos são dificilmente encontrados em regiões remotas, para reposição.

O procedimento de cálculo utilizado para o dimensionamento dos sistemas fotovoltaicos é clássico e está disponível na literatura. Na Tabela 9 estão apresentados os resultados finais do dimensionamento relativo aos sistemas considerados no estudo e respectivos custos.

TABELA 9 – Dimensionamento e custo total dos sistemas configurados.

Características	Sistemas			
	1	2	3	4
Pot.carga (W)	49,5	96	131	176
Pot.instalada (W)	75	150	225	525
Módulos (75W)	1	2	3	7
Baterias (150Ah)	1	1	2	4
Cont. carga	1	1	1	2
Inversor	1	1	1	1
Custo (US\$)*	1051	1546	2206	4598

NOTA: Está incluído o custo da instalação que, neste caso, foi considerado como sendo 10% do custo dos equipamentos instalados. Esta estimativa é baseada em instalações do PRODEEM, principalmente no Nordeste. As primeiras instalações pelo projeto Ribeirinhas, no Amazonas, sinalizam custos de instalação mais elevados, devido às grandes distâncias e dificuldades de transporte a partir dos principais centros.

#### 4.1.1 – Cobrança Tarifária

Para atender as condições de auto-sustentabilidade dos sistemas fotovoltaicos em aplicação neste projeto, tornou-se necessário estabelecer tarifas mensais a serem pagas pelos usuários, a partir de estudos e análises econômicas baseados em financiamentos especiais. Na Tabela 10 estão descritas as condições mistas de financiamento que foram utilizadas como dados de entrada do programa econômico desenvolvido (6) que se caracteriza por uma cesta de financiamentos considerando 25% dos recursos com condições de empréstimo via Programa "Luz no Campo" e 75% advindo de financiamento especial de uma banco de fomento internacional com linhas para empreendimentos de caráter eminentemente social. Ressalta-se que as condições de cálculo para reposição de equipamentos, nesse caso, são caracterizadas pela aplicação dos valores de taxa de juros de 15% ao ano. Além disso foi considerada uma taxa de retorno interna do projeto e uma taxa de capitalização do saldo das tarifas de serviço ambas em 15%.

TABELA 10 – Parâmetros utilizados de acordo com as condições especiais de financiamento

Parâmetros	Finan.1	Finan.2
Taxa juros %	2,75	5,75
Carência (anos)	10	2
Período (anos)	30	10

Na Tabela 11 estão apresentados os valores tarifários obtidos para os sistemas configurados.

TABELA 11 – Tarifas calculadas para cada sistema

Sistemas	Tarifas(R\$)
1	17,73
2	23,15
3	34,55
4	69,51

## 5.0 - CONCLUSÕES

Os sistemas fotovoltaicos apresentaram os custos mais altos entre todos os outros sistemas. Os resultados eram esperados pois, embora tais sistemas já sejam utilizados com uma certa frequência para pré - eletrificação rural, ainda possuem eficiência baixa, fator de capacidade anualizado reduzido pela sua natureza intrínseca e preços elevados. Entretanto, a aplicação do sistema solar fotovoltaico é importante sobretudo quando existem dificuldades locais de recursos para os outros tipos de fontes e os níveis de consumos são extremamente baixos em cargas dispersas. Além disso deve-se considerar a facilidade e a praticidade da instalação desses sistemas embora seja complicado construir uma estratégia de sustentabilidade de longo prazo para um grande número de micro-sistemas localizados de forma dispersa. As tarifas preliminares apresentadas na Tabela 11 são as melhores estimativas que puderam ser obtidas até agora com os dados disponíveis e utilizando-se as taxas de juros consideradas pertinentes. No entanto, há que se considerar, por um lado, as devidas folgas para custos maiores que os previstos nestas primeiras instalações. Além disso, o limite superior a ser estabelecido para as tarifas é determinado pela capacidade de pagamento dos usuários em potencial. As informações recolhidas pela Universidade do Amazonas na execução do Projeto Ribeirinhas indicam que este limite deve ficar por volta de R\$15 a R\$20 mensais. A energia de biomassa apresentou valores viáveis para aplicação se considerarmos a facilidade de obtenção da matéria prima nas proximidades do povoado. Nesse sentido, estão sendo feitas avaliações dos recursos energéticos locais em trabalhos de campo pela equipe da Universidade do Amazonas. A maior dificuldade nesta área é a pouca disponibilidade comercial de equipamentos para o aproveitamento de biomassa em micro escala de produção de energia elétrica.

A aplicação de geradores hidrocínéticos e de micro centrais hidrelétricas requer uma pesquisa cuidadosa de locais viáveis, incluindo coleta de dados em campo. Em princípio, os registros disponíveis indicam que a maior parte dos povoados ribeirinhos fica situada em locais de rios lentos e sem quedas d'água.

É importante destacar ainda algumas dificuldades encontradas como a escassez de informações sistematizadas do potencial de recursos em nível local e regional e das tecnologias maduras de conversão. Os dados, quando existentes, estão dispersos, não facilmente acessíveis e têm baixa confiabilidade.

## 6.0 – BIBLIOGRAFIA

- (1) Atlas do Potencial Eólico Nacional – Fundação Padre Leonel Franca, ELETROBRÁS, 1988
- (2) VIEIRA, L.,S. e NASCIMENTO, M.,V.,G., Hidrocínética : *Uma Alternativa de Geração de Pequenos Blocos de Energia para Comunidades Isoladas na Região Norte*, Relatório DPP/PQG-889/96 – CEPEL, 1996.
- (3) Atlas Solarimétrico do Brasil - Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia (FAE), Companhia Hidroelétrica de São Francisco (CHESF), CEPEL/ELETROBRÁS, 1997.
- (4) Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos – GTES, 1999
- (5) Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, ANEEL, 1999.
- (6) SOARES, G.F.W., GUIMARÃES, A.P.C., PINHEL, A., NASCIMENTO, M.V.G., SIMÃO, L., *Projeto KfW-PV – Atendimento energético de domicílios isolados em comunidades no interior dos Estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima através de sistemas solares fotovoltaicos*. Relatório ADG-A/PER 215/2001 – CEPEL, 2001.
- (7) SOARES, G.F.W., GUIMARÃES, A.P.C., *Projeto Ribeirinhas – Relatório de Avaliação Prospectiva*, Relatório ADG-A/PER 799/2000 – CEPEL, 2000.
- (8) FILHO, X.V., SOBRINHO, E.S., NASCIMENTO, M.V.G., *Strategies for New Renewable Energy Application in Brazil – A Research Center View*, VII Symposium of Specialists in Electric Operational and Expansion Planning, VII SEPOPE,
- (9) Programa de Eletrificação Rural e Energia Renovável PER/CEPEL – [www.cepel.br/~per](http://www.cepel.br/~per)