



ANDREA LOPES VILLAÇA

**A IMPLANTAÇÃO DE MINI-REDES DE
ENERGIA SOLAR EM COMUNIDADES
ISOLADAS DO AMAZONAS**

**LAVRAS - MG
2011**

ANDREA LOPES VILLAÇA

**A IMPLANTAÇÃO DE MINI-REDES DE ENERGIA SOLAR EM
COMUNIDADES ISOLADAS DO AMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado
ao Departamento de Engenharia da
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Pós Graduação
Lato Sensu Formas Alternativas de Energia
para obtenção do título de Especialista em
Formas Alternativas de Energia.

Prof. Gilmar Tavares

Orientador

**LAVRAS - MG
2011**

ANDREA LOPES VILLAÇA

**A IMPLANTAÇÃO DE MINI-REDES DE ENERGIA SOLAR EM
COMUNIDADES ISOLADAS DO AMAZONAS**

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado
ao Departamento de Engenharia da
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Pós Graduação
Lato Sensu Formas Alternativas de Energia
para obtenção do título de Especialista em
Formas Alternativas de Energia.

APROVADA em 15 de dezembro de 2011

Prof. Vitor Hugo Teixeira

Prof. Luciano Mendes dos Santos

Prof. Gilmar Tavares
Orientador

**LAVRAS – MG
2011**

Ao meu pai, a primeira pessoa que acreditou em mim desde que eu era bem pequena e que tenho certeza de que onde quer que ele esteja estará torcendo por mim.

À Jéssica, minha filha amada, anjo de luz que Deus mandou para iluminar a minha vida e que é a responsável por eu ser o que sou e chegar aonde cheguei.
À Luisa, minha mãe, que com seu pouco estudo e seu jeito simples de ser me deu muitas aulas de sabedoria através de suas sábias palavras.

Ao Edmilson, meu marido, que me ajudou muitas vezes com a interpretação e resolução dos exercícios.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e aos professores do curso FAE – Formas Alternativas de Energia, pelo curso ministrado.

Ao Professor Gilmar Tavares, pelas orientações, ensinamentos, atenção e pelo apoio no trabalho desenvolvido.

Ao Engenheiro Geraldo Vasconcelos Arruda Neto, da Amazonas Energia, pessoa fundamental para realização do meu projeto, pois além de disponibilizar a maior parte do material, ainda esclareceu todas as minhas dúvidas que não foram poucas.

À amiga Maria do Rosário Paranhos Gordaliza, que dedicou parte do seu tempo para corrigir o meu trabalho e que só o enriqueceu.

Aos colegas de trabalho e amigos Otávio Ferreira e Sabrina Macedo que contribuíram com seus conhecimentos.

Ao amigo Hércio Camarinha, a quem devo a escolha da minha profissão e a quem serei eternamente grata.

RESUMO

Estamos vivendo a Era do Aquecimento Global, onde a ação do Homem em nome do ‘desenvolvimento’ destrói a cada dia mais o planeta em que vivemos. Porém, esse ‘desenvolvimento’ ainda não é para todos. O Brasil é um país rico em recursos naturais, mas ainda há muitas pessoas que vivem sem energia elétrica, às margens da inclusão social. A utilização das formas alternativas de energia pode ser uma solução para tirar diversas famílias do escuro sem agredir o meio-ambiente. A utilização da energia solar, recurso abundante e renovável, torna-se uma importante aliada para atingirmos o objetivo de levar a energia elétrica a comunidades que vivem isoladas, onde não é possível levar a energia convencional, devido aos altos custos com linhas de transmissão. O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência da ELETROBRÁS Amazonas Energia e Consórcio Guascor/Kyocera na implantação de mini-redes de energia solar para atendimento às comunidades isoladas da região do Amazonas.

Palavras chave: Energia solar. Comunidades isoladas. Formas alternativas de energia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Sistema Solar <i>off-grid</i>	19
Figura 2	Mapa de localização das Comunidades.....	24
Figura 3	Visão geral mini-rede da Comunidade de Novo Airão em Sobrado.....	25
Figura 4	Artesão da Comunidade de Novo Airão.....	26
Figura 5	Tupé de Fibra de Arumã.....	27
Figura 6	Morador da Comunidade de Terra Nova montando feixes de cipó-timbé.....	28
Figura 7	Ilustração da Configuração do Sistema.....	31
Figura 8	Tela do Sistema de Monitoramento das Mini-redes.....	32
Figura 9	Rede de Distribuição das Mini-redes.....	33
Figura 10	Medidor Interno.....	34
Figura 11	Medidor Externo.....	34
Figura 12	Máquina de Emissão do Cupom de Créditos.....	35
Figura 13	Mini-usina Comunidade São Sebastião do Rio Preto – Autazes.....	38
Figura 14	Mini-usina Comunidade Nossa Senhora de Nazaré – Maués.....	38

LISTA DE TABELAS

Figura 1	Dados Básicos do Projeto.....	29
Figura 2	Investimento por Comunidade.....	30
Figura 3	Relação de Equipamentos que o Sistema Comporta	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Conceitos de Comunidades Isoladas	14
2.2 A Energia Elétrica no Estado do Amazonas	15
2.3 Célula Solar	19
2.4 Sistemas Solares Fotovoltaicos Isolados (<i>off-grid</i>)	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Projeto Piloto de Instalação de Mini-redes de Energia Solar	20
3.1.1 Histórico do Projeto.....	20
3.2 Características da Contratação	23
3.2.1 Pessoal Envolvido	24
3.3 Localizações das Comunidades	24
3.4 Principais Atividades Econômicas e Características Sociais	26
3.5 Dados Básicos do Projeto	29
3.5.1 Custo de Implantação das Mini-usinas.....	30
3.6 Configuração do Sistema	31
3.6.1 Como Funciona a Operação	32
3.7 Distribuição da Energia Elétrica.....	33
3.8 Medidores – Sistema de Pré-pagamento.....	34
3.9 Consumo Residencial Previsto.....	36
3.10 Vantagens da Configuração do Sistema de Geração	37
3.11 Informações Gerais sobre o Projeto.....	37

3.12 Capacitação dos Moradores das Comunidades	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1 As Mini-usina da Comunidade de Sobrado-Novo Airão em Operação	40
4.2 Benefícios às Famílias Atendidas pelo Projeto.....	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
6 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Apesar de o Brasil ser um dos países mais ricos em recursos naturais do mundo, principalmente em recursos hídricos, ainda há diversas famílias vivendo à margem da inclusão social, sem acesso a recursos básicos, principalmente a energia elétrica. O estado do Amazonas, na região Norte do país possui grande número de comunidades nesta situação, formadas por pequenos grupos de pessoas, com baixa atividade comercial, em áreas de difícil acesso e que pelas características geográficas dos locais onde vivem torna inviável o transporte da energia através de fontes convencionais.

Segundo Suarez (1995 citado por MEINECKE, 2005, p.1), a energia é vista como um recurso fundamental para garantir um mínimo de qualidade de vida, e as atividades providas com a energia elétrica são os reais determinantes da pobreza que forçam as populações que não têm acesso a energia nem a tecnologias eficientes de uso das fontes energéticas disponíveis, a utilizar sua própria energia, a de animais, e da biomassa, para sua sobrevivência. Batliwala, (MEINECKE, 2005, p.1) diz que “Pobreza e serviços de energia escassos caminham de mãos dadas, e mantêm uma relação sinérgica.”

“A energia é essencial para que se atinjam os objetivos econômicos, sociais e ambientais inter-relacionados do desenvolvimento sustentável. Mas para alcançar essa importante meta, os tipos de energia que produzimos e as formas como os utilizamos terão de mudar. Caso contrário, danos ao meio ambiente ocorrerão mais rapidamente, a desigualdade aumentará e o crescimento econômico global será prejudicado” undp World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability (RAMPINELLI, 2007, p. 3)

Em entrevista ao Jornal *O Estado de São Paulo*, Al Gore fez algumas observações a respeito do Brasil e das energias renováveis:

“O Brasil pode oferecer liderança para o mundo nas questões de meio ambiente. O país já é líder em áreas como a dos combustíveis renováveis, com o etanol, mas pode fazer muito mais”. O Estado de São Paulo (2007). “Al Gore cobra liderança do Brasil em temas ambientais”, 12 de maio, c.2, p.5.

“O Brasil não pode dar munição aos inimigos dos combustíveis renováveis.” O Estado de São Paulo (2007). “Al Gore cobra liderança do Brasil em temas ambientais”, 12 de maio, c.2, p.5.

Al Gore é o produtor do filme “Uma Verdade Inconveniente”, que é um documentário sobre os danos causados pelo crescimento e desenvolvimento do mundo ao meio ambiente que incentiva e apóia a utilização das fontes alternativas de energia. O ex-vice-presidente de um dos maiores poluidores do mundo (Estados Unidos), visa esclarecer às nações através de palestras que ministra pelo mundo todo, sobre os danos que causamos em nosso planeta e alerta para que façamos algo para mudarmos os nossos costumes, pois a vida do planeta depende do comportamento dos seres humanos.¹

¹ Referências: Filme “Uma Verdade Inconveniente” (An Inconvenient Truth), EUA, 2006.

O programa “Luz para Todos” instituído pelo Governo Federal em 2004, vem buscando minimizar a exclusão elétrica, buscando alternativas para levar energia elétrica às famílias que vivem isoladas, com baixo impacto ambiental e que possam proporcionar condições mínimas de vida às famílias.

A criação da Portaria MME (Ministério das Minas e Energia) nº 60/2009 – Manual de Projetos Especiais do Programa Luz para Todos, propiciou a elaboração de projetos de eletrificação com utilização de recursos renováveis e uso de novas tecnologias.

Pensando nas comunidades isoladas do Amazonas, a partir da criação da referida Portaria, o Ministério das Minas e Energia – MME, dispendo do levantamento de algumas comunidades rurais sem eletrificação selecionou 30 comunidades, para verificar a possibilidade de implantação do projeto que consistia na implantação de mini-redes de painéis solares, sendo ao final observada a impossibilidade da implantação em virtude de características técnicas.

A Amazonas Energia, que havia participado com o MME da visita a 15 daquelas comunidades, sugeriu uma nova listagem ao MME para verificação da implantação de projetos especiais, dentre os quais definiu 13 comunidades, distribuídas em seis municípios amazonenses a serem contempladas com tais projetos.

Após a seleção das comunidades a serem contempladas com o possível projeto piloto, foram encaminhadas ao MME informações necessárias para o desenvolvimento dos projetos especiais que foram autorizados pelo MME o desenvolvimento do projeto.

A Amazonas Energia fez solicitações formais ao agente financiador do Programa “Luz para Todos”, ELETROBRÁS, e encaminhou os documentos necessários, obtendo em novembro de 2009 a aprovação de financiamento. Naquele mesmo período a ELETROBRÁS obteve na ANEEL através da

Resolução nº 2.150/2009, autorização para implantação em caráter piloto de atendimento as 13 comunidades isoladas com a adoção de faturamento no sistema pré-pagamento de mini-redes solares de energia elétrica.

O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência da ELETROBRÁS, Amazonas Energia e Consórcio Guascor/Kyocera na implantação do projeto piloto de mini-redes de painéis solares em comunidades isoladas no estado do Amazonas, tornando-se projeto modelo para levar energia elétrica a outras comunidades do Amazonas e de outros estados do país, que possam melhorar a qualidade de vida das pessoas que vivem isoladas e tornar o caminho mais fácil para incluí-las socialmente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos de Comunidades Isoladas

Os autores Athayde, Martins Filho e Brasil Jr. (2001), qualificaram de “comunidades remotas” as comunidades e a utilizaram a qualificação de isoladas para a população, mas ambas com significados semelhantes: agrupamentos humanos de baixa densidade populacional, com restrições ao uso de fontes de energia convencionais, com infra-estrutura urbana deficiente, baixo nível de atividade econômica, difícil acesso e distantes dos centros de consumo. Como exemplo de comunidades isoladas citam aquelas estabelecidas fora das sedes dos municípios, muitas vezes distantes de rodovias, comunidades estabelecidas em ilhas, outras assentadas pelos projetos de reforma agrária ou assentadas em reservas extrativistas, bem como comunidades indígenas.

O isolamento de comunidades pode ser descrito sob diversos aspectos:

- a) o isolamento do serviço de fornecimento regular de energia elétrica;
- b) a composição de distância, vias, meios e custos de transporte, que se conjugam para dificultar tanto o trânsito de pessoas quanto de mercadorias entre estas populações e o mercado consumidor e fornecedor;
- c) o isolamento dos serviços públicos indutores do desenvolvimento – aqueles considerados direitos sociais pela Constituição: a Educação, a Saúde, o Trabalho, o Lazer, a Segurança, a Previdência Social, a Proteção à maternidade e à Infância, e Assistência aos desempregados. (Constituição Federal, art. 6º.);
- d) o isolamento dos meios de comunicação, que tanto impede os membros da comunidade a se comunicarem com outras regiões do país e do mundo, quanto lhes dificulta o acesso às fontes de informação disponíveis nas demais regiões “não isoladas”.

Estes fatores de isolamento atuam de diferentes formas, sobre os diversos processos formadores dos recursos necessários à ocorrência do desenvolvimento sustentável, e redundam, para os membros da comunidade, em mais tempo despendido para obter um produto ou serviço se comparado com o tempo necessário para obter o mesmo produto ou serviço em uma comunidade não isolada.

Na Amazônia, tais parâmetros costumam ser característicos de comunidades não atendidas pelo sistema de energia elétrica, localizados em áreas isoladas.

2.2 A Energia Elétrica no Estado do Amazonas

O Estado do Amazonas é o maior do Brasil e a região possui grande concentração de comunidades isoladas, sem acesso a energia elétrica.

Segundo Correia (2005, p.31) “só no Estado do Amazonas, de aproximadamente 4.600 comunidades contabilizadas, apenas 32 (0,7%) são supridas com energia elétrica da concessionária local, a Amazonas Energia”. Segundo o autor, este é um dos Estados brasileiros com maior índice de propriedades rurais não eletrificadas: 73%, ou cerca de 75 mil domicílios, com base em dados do MME (Ministério das Minas e Energia).

As comunidades da Região Norte se distribuem de forma dispersa, normalmente acompanhando a calha de rios que propiciam aos habitantes possibilidade de locomoção e alimentação. Esta elevada dispersão e a baixa demanda por energia fazem com que o atendimento por extensão de rede se torne muito pouco atrativo, para as concessionárias de energia, e em muitos casos acaba por inviabilizar o atendimento, devido ao elevado custo da linha de transmissão para transportar a energia.

O atendimento destes excluídos via extensão de rede raramente é viável, quer seja devido ao custo da linha, em função das grandes distâncias envolvidas, quer seja pelas dificuldades e impacto ambiental para transposição de obstáculos naturais como grandes rios e densas áreas de floresta.

Para atender algumas comunidades isoladas, a Amazonas Energia, concessionária do Estado do Amazonas, utiliza a energia térmica que tem como principal combustível o óleo combustível. Entretanto, para o transporte de combustível até essas comunidades, por via fluvial que é feito através de embarcações, leva-se em média 45 dias, muitas vezes interrompendo o fornecimento da energia elétrica antes que as térmicas sejam abastecidas.

A opção, portanto, é o atendimento via geração descentralizada, preferencialmente através de fontes de energia renováveis.

Em porcentagem, o maior número de pessoas que não têm acesso à energia elétrica no meio rural reside na Região Norte. É nesta região que serão encontrados os maiores desafios para a universalização, devido às dimensões da região, à dificuldade de utilização de rede de transmissão e pelo alto índice de pulverização das comunidades, cerca de 2,5 milhões de pessoas, o que corresponde a 62,5% da população rural.

Em termos comparativos, no Nordeste o índice chega a 39,3% (em torno de 5,8 milhões de pessoas, o maior em números absolutos); no Centro-Oeste, a 27,6% (cerca de, 367 mil pessoas); no Sudeste, a 11,9% (em torno de 807 mil); e no Sul, a 8,2% (cerca de, 484 mil pessoas).

Os sistemas isolados brasileiros são predominantemente térmicos e a maioria localizados na região Norte do Brasil. As tarifas resultantes desses sistemas abastecidos na sua maioria por óleo diesel seriam bastante altas, inviáveis para os consumidores finais. Com a finalidade de subsidiar esses sistemas foi criada a Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis (CCC), que transfere recursos financeiros dos concessionários de todo o país (inclusive do

próprio sistema isolado) para cobertura da diferença entre o custo de geração hidráulica e térmica. Atualmente, a regulação determina que a CCC remunere a diferença entre o custo da energia térmica e o custo do SIN (Sistema Interligado Nacional).

As grandes e médias cidades da região Norte, não-interligadas ao SIN (Sistema Interligado Nacional), recebem o subsídio que mantém a tarifa equilibrada em relação a outras regiões do país. Porém, este benefício só atende geradores (termoelétricas) com capacidade mínima de 2MW. Assim, somente cidades com mais de 4.000 habitantes usufruem desse mecanismo.

As pequenas cidades, vilas e comunidades que não necessitariam de uma usina com a capacidade mínima (2MW), não recebem o subsídio. Segundo Brasil Júnior, Els, Rosário, (2005), para ter acesso a energia, essas pequenas cidades, vilas e comunidades adquirem pequenos grupos geradores com recursos dos moradores ou da Prefeitura. Existe a alternativa encontrada pelas Prefeituras para atendimento às comunidades isoladas que é o sistema de quotas mensais de óleo diesel, distribuídos entre os moradores. Porém, quando se ultrapassa a cota, os moradores assumem os custos adicionais, elevando o custo da tarifa, que acaba ficando maior que a energia média praticada pelas concessionárias de energia.

No âmbito do Governo Federal, são considerados quatro importantes inserções em comunidades isoladas para atendimento à exclusão energética, realizadas nas últimas duas décadas:

- 1) O primeiro momento se inicia em meados dos anos 1990, com a implementação de diversos projetos de pesquisa tecnológica, caracterizados pela introdução de tecnologias de geração não convencionais pelos centros de pesquisas e universidades da região;
- 2) O segundo momento se inicia em 2002, com a implantação de sistemas alternativos fomentados pelo Poder Público Federal;

- 3) O terceiro momento, em 2004, com a universalização do acesso e uso da energia elétrica por meio do Programa “Luz para Todos”;
- 4) O quarto momento, em 2009, com a criação do Manual de Projetos Especiais, através da Portaria MME nº 60/2009.

Foi a partir da criação do PROINFA, em 2002 (Lei n 10.438/2002, alterada pela Lei nº 10.762/2003) que o Estado passou a ser responsável pela eletrificação das comunidades excluídas do sistema de energia elétrica. O artigo 15 da lei 10.438/2002 introduz a possibilidade de universalização ser realizada mediante o uso de fontes alternativas de energia, como a eólica, a solar, a biomassa e pequenas centrais hidrelétricas:

“Art. 15 - Visando a universalização do serviço público de energia elétrica, a ANEEL poderá promover licitações para outorga de permissões de serviço público de energia elétrica, em áreas já concedidas cujos contratos não contenham cláusula de exclusividade.

§ 3º - A permissionária será contratada para prestar serviço público de energia elétrica utilizando-se da forma convencional de distribuição, podendo, simultaneamente, também prestar o serviço mediante associação ou contratação com agentes detentores de tecnologia ou titulares de autorização para fontes solar, eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas. Lei 10.438/2002.

2.3 Célula Solar

A célula solar é um dispositivo eletrônico semicondutor, que utiliza o efeito fotovoltaico para produzir a eletricidade a partir da energia solar. O silício é o material mais utilizado ultimamente na fabricação das células.

2.4 Sistemas Solares Fotovoltaicos Isolados (*off-grid*)

O sistema solar fotovoltaico chamado *off-grid* é aquele que não está conectado à rede elétrica convencional. Pode abastecer locais remotos, como propriedades rurais e embarcações, e equipamentos isolados, como radares de estradas. Atualmente, é o mais utilizado no Brasil.

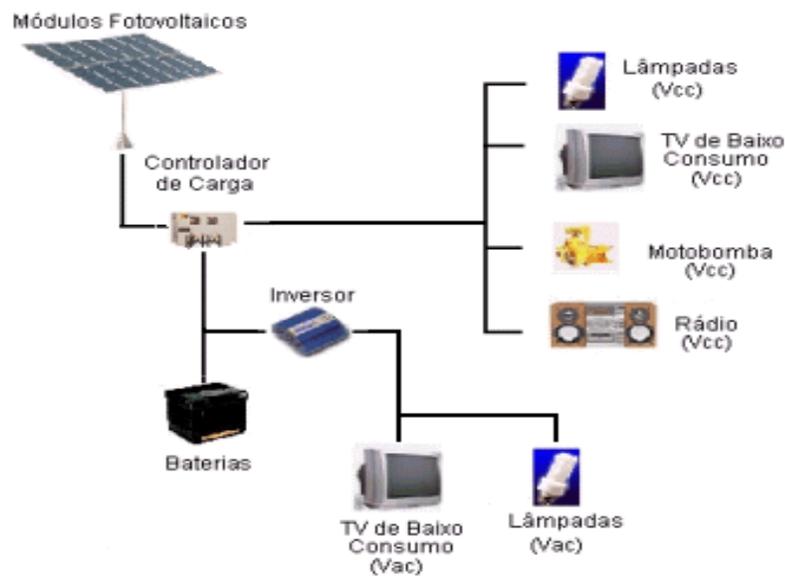


Figura 1 Sistema solar *off-grid*

Fonte: Kyocera (2011)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Projeto Piloto de Instalação de Mini-redes de Energia Solar

Neste trabalho será apresentado o projeto piloto da ELETROBRÁS Amazonas Energia, em parceria com o consórcio Guascor Solar/Kyocera, denominado **Mini-redes de Energia Solar** para atender doze comunidades isoladas de seis municípios do Estado do Amazonas.

3.1.1 Histórico do Projeto

A criação da portaria 60/2009 – Manual de Projetos Especiais do Programa Luz para Todos, propiciou a elaboração de projetos de eletrificação com utilização de recursos renováveis e uso de novas tecnologias.

“Art. 1º Aprovar o Manual de Projetos Especiais que estabelece os critérios técnicos e financeiros, os procedimentos e as prioridades que serão aplicados no atendimento das comunidades isoladas, preferencialmente com o uso de fontes alternativas de energia, no âmbito do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - “LUZ PARA TODOS”, na forma do Anexo divulgado na página do Ministério de Minas e Energia, na Rede Mundial de Computadores, no sítio www.mme.gov.br.”

Critérios de atendimento:

- Uso de tecnologias que melhor aproveite os potenciais energéticos locais ou regionais;

- Sistemas de geração descentralizada, com pequenos trechos de redes de distribuição (mini-redes) em tensão primária e/ou secundária, com monitoramento à distância e sistema de faturamento pré-pago para diminuição dos custos de O&M;
- Colocar a disposição potência mínima capaz de atender às necessidades básicas dos domicílios (iluminação, comunicação e refrigeração).

O Ministério das Minas e Energia – MME, dispondo do levantamento de algumas comunidades rurais sem eletrificação selecionou 30 comunidades, para verificar a possibilidade de implantação do projeto que consistia na implantação de mini-redes de painéis solares, sendo ao final observada a impossibilidade da implantação em virtude de características técnicas.

A Amazonas Energia, que havia participado com o MME da visita a 15 daquelas comunidades, sugeriu uma nova listagem ao MME para verificação da implantação de projetos especiais, dentre os quais definiu 13 comunidades, distribuídas em seis municípios amazonenses a serem contempladas com tais projetos.

Após a seleção das comunidades a serem contempladas com o possível projeto piloto, foram encaminhadas ao MME informações necessárias para o desenvolvimento dos projetos especiais, sendo autorizado pelo MME o desenvolvimento do projeto.

A Amazonas Energia fez solicitações formais ao agente financiador do Programa “Luz para Todos”, ELETROBRÁS, e encaminhou os documentos necessários, obtendo em novembro de 2009 a aprovação de financiamento. Naquele mesmo período a ELETROBRÁS obteve na ANEEL através da Resolução Autorizativa nº 2.150/2009, autorização para implantação em caráter piloto de atendimento as 13 comunidades isoladas com a adoção de faturamento tipo pré-pagamento de mini-redes solares de energia elétrica.

“Art. 1º Autorizar a Amazonas Energia a implantar projeto piloto, conforme os prazos e condições estabelecidas nesta Resolução.

Parágrafo único. A autorização de que trata esta Resolução aplica-se somente ao atendimento das comunidades de:

- a) São Sebastião do Rio Preto, no Município de Autazes;
- b) Democracia, no Município de Barcelos;
- c) Terra Nova, no Município de Barcelos;
- d) Nossa Senhora do Carmo, no Município de Beruri;
- e) Mourão, no Município de Eirunepé;
- f) Santo Antônio, no Município de Eirunepé;
- g) Nossa Senhora de Nazaré, no Município de Maués;
- h) Santa Luzia, no Município de Maués;
- i) Santa Maria, no Município de Maués;
- j) São José, no Município de Maués;
- k) Aracari, no Município de Novo Airão;
- l) Bom Jesus do Puduari, no Município de Novo Airão; e
- m) Sobrado, no Município de Novo Airão.

Art. 2º A Amazonas Energia, observadas as disposições estabelecidas na legislação metrológica, poderá adotar sistema de pré-pagamento nas comunidades previstas no art. 1o.

§ 1º O sistema de pré-pagamento deve possibilitar a informação visual da energia consumida, assim como sinalização que alerte previamente o consumidor sobre a proximidade do fim de seu crédito de energia.

§ 2º O valor da tarifa aplicada na cobrança com pré-pagamento deve observar os limites de valores máximos, estabelecidos em resolução homologatória específica, para cada classe de consumo.

§ 3º O sistema de pré-pagamento deve possibilitar a aplicação diferenciada da tarifa prevista para os consumidores classificados na subclasse residencial baixa renda.

§ 4º A Amazonas Energia deve viabilizar a venda de crédito de energia na própria comunidade.

Art. 3º Os cartões a serem utilizados para a carga dos créditos devem ser fornecidos sem ônus ao consumidor.

Parágrafo único. Excetuando-se as situações de defeitos de fabricação ou mau funcionamento, não-motivados pelo

consumidor, faculta-se a distribuidora a cobrança de até R\$ 5,00 (cinco reais) para a substituição ou reposição do cartão utilizado para a carga dos créditos.

Art. 4º Todas as unidades consumidoras devem possuir medição individualizada, independentemente do modelo de gestão comercial a ser adotado”. (Resolução Autorizativa 2.150/2009)

Dentre as comunidades selecionadas, a comunidade Democracia, situada no município de Barcelos, foi excluída do Projeto em função de estar em processo de mobilização de área, sendo transferida para outra região remota, por determinação do IBAMA.

Dispondo de autorização do agente regulador ANEEL e de financiamento, a ELETROBRÁS/Amazonas Energia, deu início a elaboração dos projetos para implantação dos 13 sistemas de geração fotovoltaica com mini-redes de distribuição, procedendo em julho/2010 à contratação de empresa executora, vencedora do processo licitatório, o Consórcio Guascor/Kyocera.

3.2 Características da Contratação

O contrato consiste na instalação de sistemas de geração descentralizada com energia solar fotovoltaico e distribuição em baixa tensão em 12 mini-redes, compreendendo o fornecimento integral dos materiais e equipamentos, em regime *turn key* (pacote fechado) além dos serviços de treinamento dos futuros usuários e das futuras equipes de operação e manutenção, bem como serviços de operação assistida.

3.2.1 Pessoal Envolvido

O projeto envolveu 77 pessoas na implantação abrangendo diversas atividades como gestão da implantação, construção, apoio logístico para transporte de pessoal a campo, comissionamento, engenharia, treinamento, gestão de recursos humanos, comunicação e registro audiovisual.

A administração geral envolveu 13 pessoas abrangendo a administração do contrato, comercial, suprimentos, jurídico e financeiro.

3.3 Localizações das Comunidades



Figura 2 Mapa de localização das Comunidades
Fonte: Guascor (2011)

A comunidade São Sebastião do Rio Preto localiza-se no município de Autazes, no centro amazense a aproximadamente 108 km de Manaus, capital

Amazonense. A comunidade Terra Nova localiza-se no município de Barcelos na margem direita do Rio Negro e é o maior município do Estado do Amazonas. As comunidades de Mourão e Santo Antônio localizam-se no município de Eirunepé a sudoeste de Manaus a 1160 km de distância da capital do Amazonas. A comunidade Nossa Senhora do Carmo, localiza-se no município de Beruri. As comunidades Santa Luzia (Lago Grande), Nossa Senhora do Nazaré, São José (Lagoa do Pretinho) e Santa Maria localizam-se no município de Maués na margem direita do Rio Maués Açu, no Estado do Amazonas. As comunidades de Bom Jesus do Paduari, Aracari e Sobrado localizam-se no município de Novo Airão a Oeste de Manaus aproximadamente 115 km de distância da capital amazonense através de estrada totalmente asfaltada.

A comunidade de Sobrado possui 15 famílias e foi a primeira comunidade a receber energia através do projeto.



Figura 3 Vista Geral da Mini-rede da Comunidade de Novo Airão em Sobrado
Fonte: Amazonas Energia (2011)

3.4 Principais Atividades Econômicas e Características Sociais

Cada comunidade tem algumas atividades em destaque, mas geralmente as atividades são a pesca, a produção de farinha de mandioca ou o artesanato. Neste trabalho serão destacadas as principais atividades econômicas de algumas comunidades.

As comunidades do município de Novo Airão localizadas no baixo Rio Negro, vivem do artesanato, de roçado e pesca. Grande parte dos produtos de artesanatos da região, são confeccionados de fibras vegetais como o Arumã Membeca, Arumã Canela, Arumãs de Terra Firme, o Cipó Ambé, o Curuá, a Jacitara e o Tucumã. Na pintura das peças são utilizados os pigmentos da resina da Goiaba de Anta, o Urucum, o Ingá Xixica, o Crajiru, a Castanheira, o Macucuí, o Cumati, Pacuá-catinga, Tintarana e Acafrão, ou seja, toda a matéria prima é retirada da própria natureza.



Figura 4 Artesã da Comunidade de Novo Airão
Fonte: Globo Rural (2010)

Na região existe a AANA (Associação dos Artesãos de Novo Airão) e o seu principal produto é o tupé, um tapete confeccionado com fibra de arumã (arumã membeca) e é muito procurado por turistas de todas as regiões do país.



Figura 5 Tupé de fibra de arumã
Fonte: Ministério da Cultura (2010)

A Maquira-RONA tem se destacado na luta a favor das artesãs e pescadores, pelo direito de uso dos recursos naturais da região de forma organizada e ambientalmente sustentável.

A comunidade Terra Nova no município de Barcelos, que está localizada dentro da reserva extrativista do Rio Unini vive do extrativismo de fibras: cipó-títica, cipó-ambé, piaçavas e fibras derivadas de palmeiras como a arumã e o buriti. A atividade econômica é ecologicamente correta, capaz de trazer sustento aos moradores locais sem agredir a floresta. A colheita do cipó começa na escolha dos fios, os cipós maduros devem ser retirados, enquanto os cipós verdes devem ser mantidos para que estejam maduros para a próxima

colheita, dando tempo á natureza para fazer sua parte, afim de garantir as próximas safras de forma sustentável.

Os coletores de Terra Nova vendem os feixes de cipós para o chamado regatão que é uma espécie de comerciante que vai de barco até as comunidades buscar matéria-prima e trazer o café, o arroz, o açúcar. Ele leva os feixes de cipós até outras comunidades produtoras de artesanato que são basicamente cestos, balaios, painéis e móveis.



Figura 6 Morador da Comunidade de Terra Nova montando feixes de cipó-timbé
Fonte: Globo Rural (2010)

As atividades das comunidades do município de Maués são a agricultura tradicional e o cultivo do guaraná. Maués é conhecida como a Cidade do Guaraná. A maioria das comunidades não possui escolas, não há postos de saúde e nem atendimento médico.

3.5 Dados Básicos do Projeto

Tabela 1 Dados Básicos do Projeto

INFORMAÇÕES POR COMUNIDADE				
Item	Município	Comunidade	Potência por planta (KW)	Extensão rede distribuição (m)
1	Autazes	S Sebastião do Rio Preto	10,8	250
2	Barcelos	Terra Nova	16,2	735
3	Beruri	N. Senhora do Carmo	10,8	267
4	Eirunepé	Mourão	13,50	1.196
5		Santo Antonio	10,80	720
6	Maués	N. Senhora de Nazaré	10,80	631
7		Santa Luzia	16,20	320
8		Santa Maria	16,20	272
9		São José	13,50	380
10	Novo Airão	Aracari	10,80	458
11		Bom Jesus do Paduari	18,90	460
12		Sobrado	13,50	240
		TOTAL	162	5.929

Fonte: Guascor (2011)

3.5.1 Custo de Implantação das Mini-usinas

O investimento total foi de 6,7 milhões de reais e foram financiados pelo Programa “Luz para Todos” do Governo Federal.

Tabela 2 Investimento por Comunidade

Localidade	Município	Domicílios Atendidos	Potência Instalada (kW)	Investimento (R\$)
Santa Luzia	Maués	23	16,2	608.900,06
Santa Maria	Maués	21	16,2	640.944,17
São Jose	Maués	13	13,5	544.061,16
Nossa Senhora de Nazaré	Maués	16	10,8	489.680,35
Sobrado	Novo Airão	15	13,5	552.293,89
Aracari	Novo Airão	14	10,8	464.509,85
Bom Jesus do Puduari	Novo Airão	26	18,9	722.660,29
Santo Antonio	Eirunepé	15	10,8	484.150,94
Mourão	Eirunepé	20	13,5	586.864,29
São Sebastião do Rio Preto	Autazes	11	10,8	463.083,72
Nossa Senhora do Carmo	Beruri	12	10,8	459.782,43
Terra Nova	Barcelos	23	16,2	652.806,16
Total		209	162	6.669.737,31

Observação: Estava previsto para serem ligados através das mini-usinas 222 consumidores, mas até o momento foram ligados 209 UC's.

Fonte: Amazonas Energia (2011)

3.6 Configuração do Sistema

O sistema é composto por blocos geradores de geração fotovoltaica, tendo todos os parâmetros elétricos disponíveis em uma casa de força através de um sistema de controle, armazenamento e inversão. Todas essas informações dos parâmetros elétricos de geração, demanda (mini-rede), fluxo de potência, temperatura, umidade, irradiação solar e sensor de presença estão em uma Unidade Terminal Remota – UTR, que transmite estes dados via satélite para o centro de operação das mini-usinas fotovoltaicas localizado em Manaus.

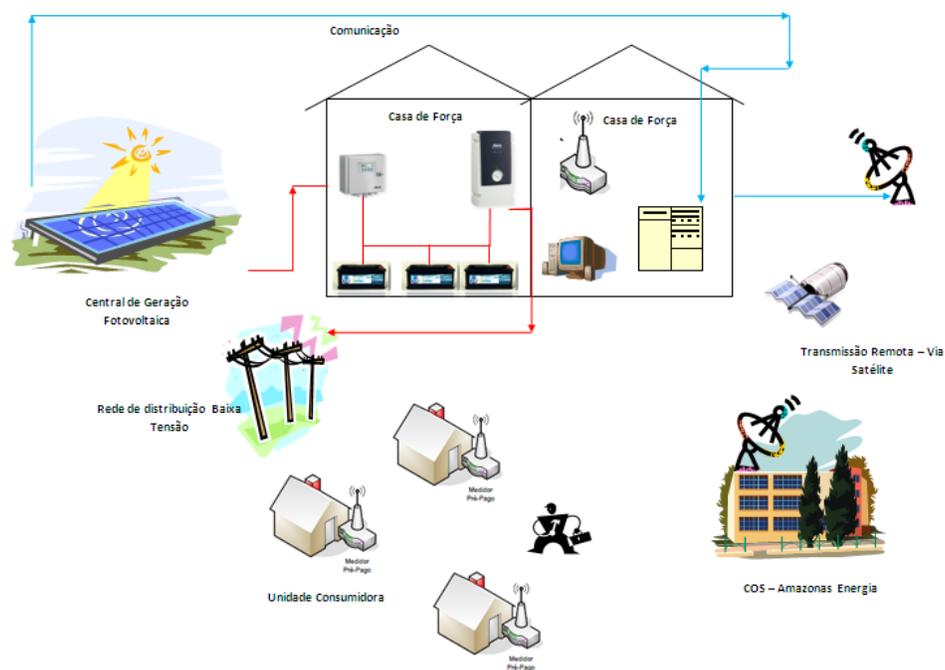


Figura 7 Ilustração da configuração do sistema
Fonte: Amazonas Energia (2011)

3.6.1 Como Funciona a Operação

A operação das usinas é feita remotamente em Manaus, com a utilização do *software* Sage. Esse programa foi elaborado pelo Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (ELETROBRÁS Cepel) para as empresas do Grupo Eletrobrás e é usado em usinas de grande porte.

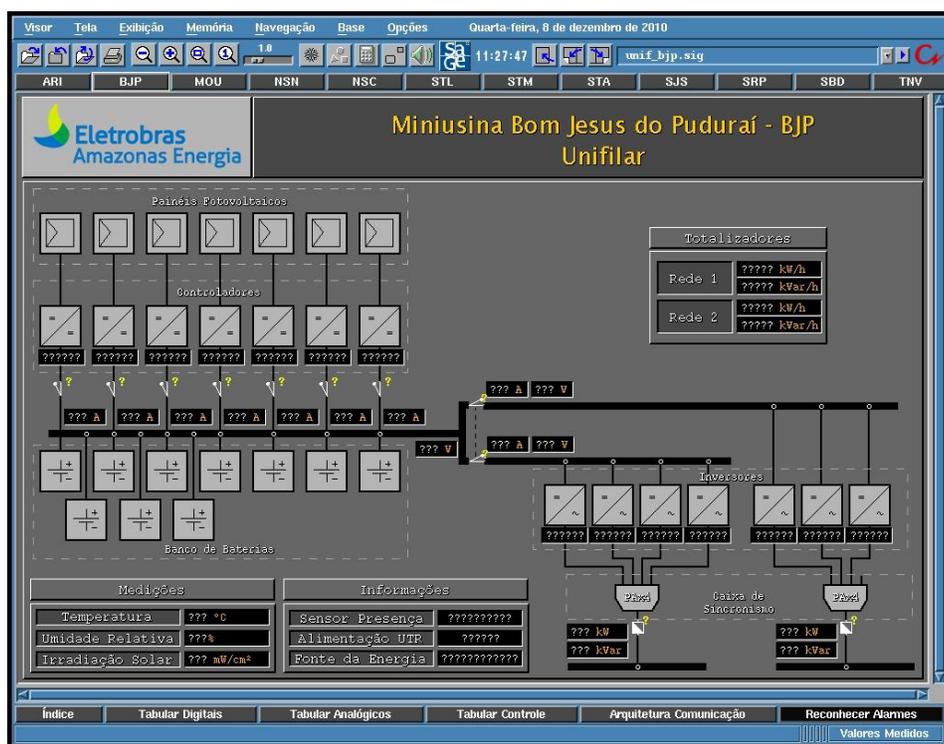


Figura 8 Tela do sistema de monitoramento das mini-redes

Fonte: Amazonas Energia (2011)

3.7 Distribuição da Energia Elétrica

A energia elétrica gerada é distribuída para as unidades consumidoras através de rede de distribuição na tensão de 127 V, monofásica, com cabos de alumínio nu, sustentados por postes em madeira.



Figura 9 Rede de distribuição das mini-redes
Fonte: Amazonas Energia (2011)

3.8 Medidores – Sistema de Pré-pagamento

Uma das principais características do projeto, são os medidores inteligentes que funcionam com o sistema de pré-pagamento e a chegada dessas estruturas representa um grande avanço tecnológico. É o primeiro sistema aprovado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Como se trata de um projeto pioneiro, o Ministério de Minas e Energia e a Eletrobrás elaboraram um manual de operacionalização de projetos especiais, que atendem a necessidade de geração de energia elétrica com o uso de fontes renováveis.



Figura 10 Medidor interno
Fonte: Amazonas Energia (2011)



Figura 11 Medidor externo
Fonte: Amazonas Energia (2011)

O medidor possui dois módulos: um fica dentro da residência e é utilizado para colocar o código para liberação da energia comprada. O outro módulo fica fora da residência, na caixa de medição.

O sistema de pré-pagamento é bem simples, muito similar ao processo de adquirir créditos para celulares pré-pagos; o consumidor compra um tíquete composto por diversos números, na mercearia ou mercado mais próximo de sua residência, que dá direito a 30 kWh por R\$ 5,70. Em seguida consumidor digita

os números no medidor de consumo residencial e tem direito a utilizar os 30 kWh que adquiriu. O número do medidor fica localizado na parte da frente do equipamento que é localizado dentro da residência. É possível também verificar o número do medidor digitando nele próprio o número 100. O código é composto de 20 números que devem ser digitados no medidor interno; os números digitados aparecerão na tela e é possível verificar se estão corretos antes de confirmar a operação. Após confirmação aparecerá na tela do medidor a quantidade de créditos disponível para utilização.



Figura 12 Máquina de emissão do cupom de créditos
Fonte: Amazonas Energia (2011)

Quando faltarem 5 kWh para o fim da conta, o sistema alerta com sinais sonoros e uma luz piscando no medidor, possibilitando ao consumidor adquirir mais créditos sem precisar interromper o fornecimento da energia.

3.9 Consumo Residencial Previsto

O sistema suporta o uso de 3 lâmpadas fluorescentes de 9W por 4 horas cada, recomendado das 19h as 22h; um refrigerador com capacidade máxima de 200 lts, com potência de 64 W e consumo máximo de 24 kWh/mês de uso contínuo, 1 TV de no máximo 21 polegadas, 1 rádio, 1 antena parabólica, durante 6 horas por dia em horário diversos.

Tabela 3 Relação de Equipamentos que o Sistema Comporta

Equipamento	Especificação	Cômodo	Horas por dia	Recomendação Horário de Utilização
	Lâmpada Fluorescente compacta de 9W / 115V	Quarto	4,00	Das 19 às 22hs
	Lâmpada Fluorescente compacta de 9W / 115V	Cozinha	4,00	Das 19 às 22hs
	Lâmpada Fluorescente compacta de 9W / 115V	Sala	4,00	Das 18 às 21hs
	Refrigerador Classe A de capacidade máxima 200lts, potencia 64 W e consumo máximo de 24kwh/mês.	Cozinha	Contínuo	-----
  	Kit TV de no máximo 21"/ DVD / Antena 20" e rádio	Sala	6,00	Diversos horários

Fonte: Amazonas Energia (2011)

Neste sistema não é possível utilizar: forno de microondas, ferro de passar roupas, secador e alisador de cabelos, ferramentas elétricas em geral, lâmpadas incandescentes, freezers, micro system, chuveiro elétrico, sanduicheira, máquina de lavar roupas.

3.10 Vantagens da Configuração do Sistema de Geração

O sistema de geração é flexível: caso um controlador ou inversor venha a sofrer alguma avaria, o sistema de geração continua atendendo a demanda da carga com 75% de sua capacidade, em razão do funcionamento ser a partir de 4 blocos geradores. O sistema é modular: havendo o aumento da demanda por energia, instala-se um novo bloco gerador no barramento de distribuição do sistema. Os inversores estarão operando em paralelo no barramento, e o sistema de geração terá uma maior eficiência do que teria caso operasse apenas com 1 inversor;

Todas as 12 Mini-usinas Fotovoltaicas possuem a capacidade do controlador e a potência do inversor, iguais, facilitando ter um centro de sobressalentes, a fim de garantir a continuidade do fornecimento de energia elétrica.

3.11 Informações Gerais sobre o Projeto

O sistema foi projetado para suportar dois dias sem luz solar, ou seja, um período maior que este poderá comprometer a geração.

O projeto de mini-redes inclui uma usina para geração de energia através da energia solar e uma rede de distribuição para residências e demais pontos de consumo.

Segundo a Guascor, empresa responsável pela implantação do projeto a escolha pela energia solar foi uma saída para combater o isolamento dessas comunidades. Mesmo o custo tendo sido elevado ainda foi menor que o custo de um sistema convencional para a região, onde os custos com linhas de transmissão seriam bastante elevados. (AMAZONAS EM TEMPO, 2011)²

Das doze mini-usinas fotovoltaicas que fazem parte do projeto, dez já estão em operação, mas ainda falta serem atendidas as Comunidades de Mourão e Santo Antonio no município de Eirunepê.



Figura 13 Mini-usina Comunidade de São Sebastião do Rio Preto-Autazes
Fonte: Guascor (2011)



Figura 14 Mini-usina Comunidade Nossa Senhora de Nazaré - Maués
Fonte: Guascor (2011)

² Referências: AMAZONAS EM TEMPO. 2011. Disponível em: http://www.guascor.com.br/imprensa/amazonas_em_tempo.pdf Acesso em 28 de junho de 2011.

3.12 Capacitação dos Moradores das Comunidades

A adoção de energias alternativas tem como obstáculos por parte das comunidades isoladas, a informação e a formação educacional. É necessário capacitar pessoas e conscientizá-las sobre a maneira correta de utilizar a energia.

A Guascor Solar, em parceria com a Associação Vaga Lume, preparou os representantes das doze comunidades para receber instruções sobre o funcionamento das mini-redes e atuarem como multiplicadores. Os participantes receberam informações relacionadas ao histórico e ao funcionamento do projeto, geração de energia e orientações sobre como transmitir todo o conteúdo aprendido à comunidade, atuando como multiplicadores. As aulas abordaram as mudanças causadas pela chegada da energia, como devem ser escolhidos e usados os eletrodomésticos e explicações sobre sustentabilidade. Questões relacionadas à segurança também foram abordadas.

Foi elaborada uma cartilha de fácil entendimento para auxiliar no treinamento das equipes, com informações básicas de funcionamento do sistema e do uso consciente da energia elétrica.

A expectativa é que o novo sistema represente uma melhoria importante na qualidade de vida das populações beneficiadas, na medida em que oferecerá aperfeiçoamento nas condições dos serviços de utilidade pública, como o funcionamento das escolas no período noturno e a melhoria no atendimento em postos de saúde, entre outros benefícios.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 As Mini-usina da Comunidade de Sobrado – Novo Airão em Operação

A mini-usina fotovoltaica da Comunidade de Sobrado foi inaugurada no dia 08/07/2011, após nove meses de mobilização e execução/implantação do projeto da mini-usina fotovoltaica com mini-rede de distribuição de energia elétrica e o sistema de pré-pagamento. Este é o primeiro projeto brasileiro em atividade comercial com sistema exclusivamente fotovoltaico, operação desassistida de pré-pagamento na comercialização de energia elétrica.

A quantidade de energia média disponibilizada a cada UC (unidade consumidora) é de 47,43 kWh/mês.

A mini-usina fotovoltaica da Comunidade de Sobrado possui 100 módulos de 135 Wp, perfazendo uma potência instalada de 13,5 KWp.

Para que o projeto atinja os objetivos propostos faz-se necessário as devidas manutenções e acompanhamento periódico da operação. Mesmo a operação sendo desassistida, que reduz o custo com O&M, as manutenções preventivas periódicas devem ser realizadas, pois os equipamentos têm custo elevado e isto poderia inutilizá-los ou encarecer demais a manutenção, o que poderia inviabilizar o projeto e frustrar as pessoas que tiveram acesso a energia elétrica e depois voltaram às escuras, como já aconteceu com outros projetos em outras comunidades. Como as mini-usinas estão em locais de difícil acesso, este talvez seja um grande desafio para a Amazonas Energia, concessionária de energia local, responsável pelo projeto.

4.2 Benefícios às Famílias Atendidas pelo Projeto

Com a instalação das mini-redes de energia solar, houve significativa melhora no IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) local. As famílias beneficiadas pelo projeto são agora mais um grupo de pessoas incluídas socialmente. O projeto trouxe diversos benefícios, tanto para as comunidades quanto para o comércio local, pois possibilitou que seus moradores pudessem adquirir equipamentos eletrônicos e conseqüentemente aumentar a atividade econômica dos municípios onde estão situadas. As atividades locais que antes da implantação do projeto eram basicamente a pesca, o artesanato e a produção de farinha de mandioca, hoje podem ser diversificadas, além do fato de que as atividades escolares poderão se estender para o período noturno. A implantação de postos de saúde também é outro benefício, além das atividades sociais que poderão ser realizadas no período noturno. As comunidades juntamente com a Eletrobrás Amazonas Energia definiram de que forma as instalações comunitárias como escola, postos de saúde e sedes sociais seriam atendidas, assim os moradores puderam adequar o uso da energia às necessidades locais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas solares fotovoltaicos isolados (*off-grid – sistemas solares independentes não conectados à rede da concessionária*) foram a melhor opção para atendimento das comunidades isoladas na região do Amazonas, porque além de ecologicamente corretos, custaram menos que os sistemas convencionais, sendo, desta forma economicamente viáveis.

A Kyocera, empresa consorciada responsável pela construção das mini-redes atua em vários projetos do Programa “Luz para Todos” e em diversos países como Camboja, Bangladesh, Kenya, Tunísia levando energia a comunidades isoladas e extremamente carentes, sem atendimento às necessidades básicas humanas.

Com a chegada do Programa do Governo Federal – Programa Nacional do Acesso e Uso de Energia Elétrica as esperanças das populações tradicionais que vivem sem energia elétrica foram renovadas. No entanto, não seria possível levar esta energia às comunidades isoladas sem o emprego de fontes alternativas de energia.

Somente assim foi possível o atendimento as comunidades isoladas, que há anos vêm esperando pela chegada da energia elétrica.

6 CONCLUSÃO

A implantação do Projeto Mini-redes de Energia Solar trouxe benefícios a várias famílias isoladas da região do Amazonas e isso só foi possível com a utilização de fontes alternativas, que propiciou a chegada da energia até essas comunidades. A alternativa de fontes convencionais de energia se mostrou inviável devido ao alto custo e as dificuldades de acesso.

As famílias beneficiadas pelo projeto podem agora utilizar iluminação artificial, adquirir eletrodomésticos, adotar novos hábitos, ter a oportunidade de estudar no período noturno, conservar alimentos, assistir a TV, ouvir música e ter acesso a postos de saúde.

O projeto Mini-redes de Energia Solar da ELETROBRÁS Amazonas Energia e Consórcio Guascor/Kyocera é uma ponte para a inclusão social e para o crescimento econômico e sustentável das comunidades isoladas da região do Amazonas, servindo de modelo para outras concessionárias do Norte e Nordeste do país. O projeto é totalmente inovador do ponto de vista tecnológico e totalmente sustentável.

O acesso à energia elétrica é um direito do cidadão e as fontes alternativas de energia vêm possibilitando que cada vez mais famílias tenham acesso à energia elétrica, permitindo que cada vez mais tenhamos um país, realmente de todos. As fontes alternativas de energia são a garantia do fornecimento da energia elétrica e do futuro do nosso planeta.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução normativa nº 2.150** de 04 de novembro de 2009. Autoriza a Amazonas Energia a implantar projeto piloto com a adoção de pré-faturamento para o atendimento de 13 (treze) comunidades isoladas no Estado do Amazonas. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/rea20092150.pdf>>. Acesso em: 30 de junho de 2011.

ALVARENGA, Carlos Alberto. Energia solar. Lavras: UFLA/FAEPE, 2011.

ATHAYDE, Marcelo R., MARTINS FILHO, José Silvério L., BRASIL Jr, Antonio C.P. **Avaliação da Sustentabilidade de Sistemas de Energia em Comunidades Isoladas**. Artigo submetido para Elsevier Preprint. Brasília, 21 de novembro de 2001.

BRASIL JÚNIOR, C.P.; ELS R.V.; ROSÁRIO, T.R.do; **Alternativas energéticas para comunidades isoladas da Amazônia: a energia hidrocínética no Maracá, sul do Amapá**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, DF/2005.

BRASIL. **Lei 10.438** de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de 1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10438.htm>. Acesso em: 27 de setembro 2011.

BRASIL. **Lei 10.762** de 11 de novembro de 2003. Dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica, altera as Leis nºs 8.631, de 4 de março de 1993, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.762.htm>. Acesso em: 27 de setembro 2011.

BRASIL. Ministério da Cultura. Associação dos Artesão de Novo Airão. **Traçados e Entalhes de Novo Airão**. Disponível em: http://www.cnfcp.gov.br/pdf/CatalogoSAP/CNFcp_sap157.pdf. Acesso em: 30 de setembro 2011.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Programa “Luz para Todos”. **Portaria nº 60** de 12 de fevereiro de 2009. Disponível em: < http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Portaria_n_060-2009.pdf>. Acesso em 28 de setembro 2011.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia – MME. **Programa nacional de universalização do acesso e uso da energia elétrica – Manual de operacionalização**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em 30 de setembro 2011.

CARTAXO, E.F. **Fornecimento de serviço de energia elétrica para comunidades isoladas da Amazônia: um estudo de caso**. Tese de doutorado, UNICAMP/SP, 2000.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS (ELETROBRÁS). Amazonas Energia. **Mini-usinas fotovoltaicas com mini-redes de distribuição**. Amazonas, 2010.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS (ELETROBRÁS). Amazonas Energia. **A Energia Solar: se cuidar bem, ninguém fica sem**. Amazonas, 2011.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS (ELETROBRÁS). Amazonas Energia. **Relatório de Inauguração Mini-usina de Sobrado – Novo Airão**. Amazonas, 2011.

CIPÓ Artístico. **Revista Globo Rural: Extrativismo** Disponível em: < <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,ERT152878-18283,00.html>> . Acesso em 30 de setembro 2011.

CORREIA, J. de C. **Atendimento Energético a Pequenas Comunidades Isoladas: Barreiras e Possibilidades**. T&C Amazônia, Ano III, Número 6, Janeiro de 2005.

GUASCOR, **Mini-usinas Fotovoltaicas com Mini-redes de Distribuição**. São Paulo, maio 2011.

MEINECKE, P.H. **Estudo do impacto da oferta de energia elétrica em comunidades isoladas na Amazônia – uma abordagem usando Dinâmica de Sistemas**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável 136 p. DF/2005.

SISTEMAS Solares *off-grid*. Disponível em < www.fc-solar.com/?page_id=2650>. Acesso em 28 de setembro 2011.

RAMPINELLI, G.A. **Análise da Distribuição de Tensões Elétricas em Uma Associação de Módulos de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Energia Mecânica 120 p. RS/2007.

VIALLI, A. **Al Gore Cobra Liderança do Brasil em Temas Ambientais**. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, c2, p.5. 12 de maio de 2007.