

# **Aspectos sociais do uso da iluminação solar fotovoltaica domiciliar em comunidade rural no Estado do Amazonas/Brasil**

Resultado de investigação finalizada

GT 15- Meio Ambiente, sociedade e desenvolvimento sustentável

Ana Claudeise do Nascimento, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, IDSM  
Edila Arnaud Ferreira Moura, Universidade Federal do Pará, UFPA  
Dávila Suelen de Souza Corrêa, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, IDSM  
Otacílio Soares Brito, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, IDSM

## **Resumo**

Estudo sobre a implementação de projetos de difusão de tecnologia solar fotovoltaica em comunidades ribeirinhas de várzea, localizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), região do médio Solimões, estado do Amazonas, na Amazônia Brasileira. Os resultados apresentados são reflexões de sete anos de implantação de 23 sistemas fotovoltaicos domiciliares em uma comunidade rural chamada São Francisco de Aiucá. A partir de sua instalação, em 2005, foi possível analisar sociologicamente os processos de aceitação, mudanças sociais e utilização dessa tecnologia por parte das famílias beneficiadas. Os principais resultados foram o envolvimento dos comunitários nas etapas de instalação e manutenção; 87% dos sistemas funcionando em 2011; taxa de inadimplência em torno de 30% e a gestão totalmente realizada pela Associação da comunidade.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação, Populações Ribeirinhas, Energia Solar Fotovoltaica

## **Introdução**

A difusão do uso de energias renováveis no mundo ganhou força após os movimentos ambientalistas a partir da década de 70. O modelo econômico adotado por países em desenvolvimento possui padrões intensos e crescentes no consumo de energia, gerando grandes impactos ambientais como poluição do ar, lixo industriais e desmatamentos. Na contramão do modelo de desenvolvimento econômico vigente, países como a Alemanha investiram milhões de dólares em pesquisas que desenvolvessem outras matrizes energéticas. Atualmente esse país é considerado como o mais desenvolvido no uso de energia solar no mundo.

No Brasil os investimentos econômicos destinados à geração de energia elétrica foram intensivos com a construção de hidrelétricas. O uso da energia solar não foi muito difundido devido à relação custo/benefício para o setor produtivo. Na zona rural o processo de eletrificação ficou a cargo de ações de políticas públicas e o papel do Estado foi fundamental para garantir a extensão de energia elétrica. Os governos, federal e estadual, vêm desenvolvendo desde 2000, através do Programa Luz no Campo e depois Luz para Todos (2003), a nova fase do programa compreende o período de 2011-2014 foi instituída por decreto federal em 2011, com o foco na população incluída no "Brasil Sem Miséria" e programas de "Cidadão da terra". São programas de eletrificação rural destinado às regiões distantes de centros urbanos e de pouco interesse pelas concessionárias devido ao baixo retorno financeiro do investimento, pois, essas áreas são normalmente são habitadas por populações de baixa renda e com baixo consumo de energia. Em 2010 os dados do IBGE mostravam que 1% da população rural brasileira ainda está sem acesso à energia elétrica, enquanto que no estado do Amazonas essa proporção era de 6% (IBGE, 2012).

Na tentativa de encontrar soluções alternativas para essas áreas “isoladas” o governo federal vem investindo em Pesquisa e Desenvolvimento no intuito de normatizar o fornecimento de energia elétrica para zona rural.

Essas populações se localizam em áreas consideradas inviáveis economicamente de serem atendidas pela expansão do sistema de distribuição de energia elétrica, pelo fato de se situarem em área de difícil acesso e por serem populações distribuídas em pequenos agrupamentos populacionais ao longo de rios tortuosos. A solução para essa demanda requer uma readequação das fontes de geração de energia elétrica, conhecimento das características socioeconômicas dessas populações e envolvimento político local para a gestão do sistema.

A experiência apresentada neste trabalho é resultado de um projeto financiado por fundos setoriais, CT-Energ/MME/CNPq, para atendimento de comunidades isoladas na região Norte, proposto pelo Instituto de Energias Renováveis/IEE da Universidade de São Paulo/USP em parceria com o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Essa experiência ficou caracterizada por seu efeito demonstrativo de uma experiência que pode ser utilizada em sistemas isolados de geração de energia.

Os resultados apresentados refletem sobre a implantação de 23 sistemas fotovoltaicos instalados em 2005 em uma comunidade rural chamada São Francisco de Aiucá, localizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM), região do médio Solimões, estado do Amazonas. A partir de sua instalação foi possível conhecer mecanismos sócio-culturais de aceitação e utilização dessa tecnologia por parte das famílias beneficiadas.

Desta forma, esta pesquisa visa gerar reflexões sobre a implementação de projetos de difusão de tecnologia solar fotovoltaica em comunidades ribeirinhas, analisando os processos de mudanças sociais e tecnológicas nesta comunidade rural.



**Figura 1: Localização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá-RDSM-Amazonas-Brasil**

**Usos sociais de fontes de energia em comunidades ribeirinhas**

Em 2012, todos os 1.978 domicílios localizados na reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá, abrigando cerca de 11 mil moradores, não tinham acesso regular à energia elétrica. Em geral, o fornecimento de energia elétrica é feito por mini-usinas termelétricas a diesel, com funcionamento variando de duas a quatro horas por dia dependendo do fornecimento do diesel pela prefeitura e/ou compra do diesel pela comunidade. Em povoados com menos de quatro moradias, que correspondem a 6% do total das localidades (n=105) a escuridão é total (Moura et al, 2011).

A produção da energia elétrica atende apenas à iluminação domiciliar e uso de aparelhos eletrodomésticos. Não há nenhuma atividade produtiva diretamente dependente dessa forma de geração de energia elétrica. Os maquinários são entregues pelas prefeituras locais como “doação” aos moradores das localidades e somente para aquelas localidades com mais de cinco moradias. Em muitas situações o fornecimento do diesel favorece aos partidários políticos das lideranças locais.

Nessas condições, ou seja, nos povoados com ou sem as mini-usinas, a iluminação noturna é feita com uso de lamparinas a querosene e/ou diesel, velas e arranjos bastante criativos feitos com o auxílio de pilhas, conforme podem ser visualizados nas fotos abaixo (Figura 1 e 2). Aqueles que têm uma melhor renda, compram grandes quantidades de pilha. Na comunidade do Aiucá em 2012 das 35 famílias entrevistadas, nove não possuíam lanternas e 26 famílias possuíam 44 lanternas com um consumo médio mensal de 101 pilhas. Usam principalmente para atividades produtivas como por exemplo na iluminação para a pesca, além do uso doméstico para iluminação. O descarte da pilha é feito principalmente no lixo comum da família, no quintal, queimada e/ou enterradas em buracos próximas as casas da comunidade. Outro uso identificado das pilhas descarregadas é a abertura do invólucro da pilha para retirada do cloreto de amônio e/ou hidróxido de potássio ou sódio, que a população chama de *breu* usada como uma espécie de cola na corda da fecha durante a pescaria. Essas substâncias possuem um agente cáustico que pode causar irritação na pele e nos olhos, além de problemas respiratórios. Ainda existem outros tipos de pilhas que são compostas de metais pesados e tóxicos, como o mercúrio, chumbo e o cádmio, altamente danoso à saúde e ao meio ambiente.

Outra fonte de iluminação identificada, em menor quantidade (12 famílias) no Aiucá, mas muito comum em toda RDSM, foi o querosene ou diesel para uso em lamparinas, entretanto, o armazenamento destes produtos é feitos no interior do domicílio, colocando a família em risco. O uso das lamparinas, ainda bastante comum, além dos prejuízos à saúde respiratória também causa incêndios e queimaduras nos moradores.



Figura 2: Lanterna adaptada para uso na pesca



Figura 3: Lamparina doméstica. Fotos: Bruno Mousinho, Géssica Miranda

## Comunidade São Francisco do Aiucá-RDSM – estudo de caso

Está localizada à margem esquerda do rio Solimões, na Amazônia brasileira, no Estado do Amazonas, totalmente em ambiente de várzea, ou seja, em áreas que todos os anos permanecem inundadas por um período que varia entre três a quatro meses ao ano. Devido principalmente a esses fatores ambientais de subida e descida das águas as terras são consideradas férteis para o plantio, e quanto maior a oferta de recursos naturais, maiores as chances das famílias permanecerem no local por mais tempo ou se deslocarem com maior facilidade à procura dessa abundância de recursos.

Segundo relatos de moradores, a localidade de São Francisco de Aiucá existe desde 1965. Inicialmente foi composta por uma família extensa que identificou na área um *lugar bom para se viver*, devido a grande presença de lagos piscosos. Em anos posteriores vieram outras duas famílias, constituindo assim três grandes famílias na localidade. Segundo Maria das Graças Rodrigues, os moradores escolheram o nome de São Francisco porque na comunidade havia apenas uma imagem de santo, justamente de São Francisco. O nome Aiucá, de acordo com os narradores, significa macaxeira no dialeto Tikuna. [...]. (Alencar, 2010).

Em 2011 a população da comunidade era de 184 pessoas e 32 domicílios (Moura, et al., 2012), um ano depois, o número de domicílios aumentou para 38, com uma média de seis pessoas por domicílio, ligadas por laços de parentesco. A permanência dessa população no local ocorre principalmente por conseguirem manter seus níveis de satisfações básicas atendidos com a oferta de recursos naturais na área e também com a disponibilidade de terra para trabalhar, permitindo que suas atividades produtivas, principalmente a agricultura e a pesca, rendam recursos financeiros suficientes para manter a subsistência da família. As principais reivindicações feitas pelas famílias são de ordem política e da organização moderna, como demandas por escola, transporte rápido para busca de atendimento médico e posto de saúde.



Figura 4: São Francisco do Aiucá no período de cheia dos rios (janeiro a junho)



Figura 5: São Francisco do Aiucá no período de seca dos rios (agosto a dezembro)

### O Sistema de Iluminação solar fotovoltaica

O acesso à energia elétrica é associado ao bem estar humano pelas facilidades que proporciona com a redução do esforço físico nas atividades produtivas, além de outras possibilidades relacionadas à segurança alimentar, saúde, educação e ao lazer. De uma forma geral, contribui para promover o desenvolvimento econômico e social. Assim, as preocupações deste século se evidenciam em assegurar que mais populações possam ter acesso à energia elétrica. As inquietações ecológicas orientam para a ampliação do uso de fontes limpas e renováveis para a produção dessa energia.

A energia solar apresenta-se como uma alternativa viável para essas populações que não são consideradas “interessantes economicamente”, se estabelecendo como um novo conceito horizontal de eletrificação, onde a produção de energia está onde se necessita. Suas principais vantagens estão

associadas ao não prejuízo ao ecossistema, por ser renovável e não poluente. Entretanto, sua desvantagem ainda é o alto custo para produção de energia através das células fotovoltaicas, responsável pelo processo de conversão da luz em eletricidade, sendo esse um grande desafio para difusão dos sistemas fotovoltaicos. Como não existem condições ideais de mercado, não há escala de produção e os custos, conseqüentemente, acabam não diminuindo. Para que haja mudanças nesse ciclo são necessários estímulos governamentais, através de fomentos e regulamentação para as fontes renováveis de energia no meio rural.

No ano de 2003 foi estabelecida uma parceria entre a Sociedade Civil Mamirauá, o Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo/ Instituto Winrock para a execução de projeto, financiado pelo edital CT-Energ MME CNPq 03, com a finalidade de um estudo experimental sobre uso de sistemas fotovoltaicos domiciliares na comunidade de São Francisco do Aiucá, Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.

Os sistemas fotovoltaicos domiciliares foram instalados segundo as diretrizes da Resolução Normativa ANEEL 83, Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes (SIGFIs), de 20 de setembro de 2004. Dos 23 sistemas instalados, 19 entraram em funcionamento em agosto de 2005 e posteriormente 4 novos sistemas foram instalados em maio de 2007. A comunidade continuou também a receber energia elétrica da mini-usina termelétrica em sistemas desconectados.

A configuração utilizada consta de um gerador fotovoltaico de 200 Wp composto por dois módulos fotovoltaicos de 100 Wp ISOFOTON I-100/12 conectados em série, um sistema de acumulação composto por duas baterias para aplicações fotovoltaicas Enertec SF175TE 150 Ah C<sub>20</sub> 12V; um controlador de carga e descarga de 20 A e 24 V: Phocos CX20 e um Inversor CC/CA de 60 Hz (senoidal pura) e 127 V: Isoverter250/24. A figura 3 mostra o diagrama unifilar do sistema fotovoltaico domiciliar instalado. Esse sistema abastece quatro pontos de luz e uma tomada, para funcionar equipamentos de necessitem de pequenas cargas elétricas, como liquidificador e ventilador.

Em alguns domicílios que possuíam a casa de farinha próxima à residência da família, foi possível conectar uma extensão do sistema domiciliar, para iluminação do ambiente de trabalho. Esta iniciativa foi proposta pela própria comunidade no momento da instalação do sistema na residência, com a justificativa de que com essa iluminação seria possível fazer farinha na madrugada, quando a temperatura do ambiente é mais agradável e amena e também quando não haveria o incomodo de insetos como a *mutuca*, que prefere ambientes quentes como a *casa de farinha* quando está em funcionamento.



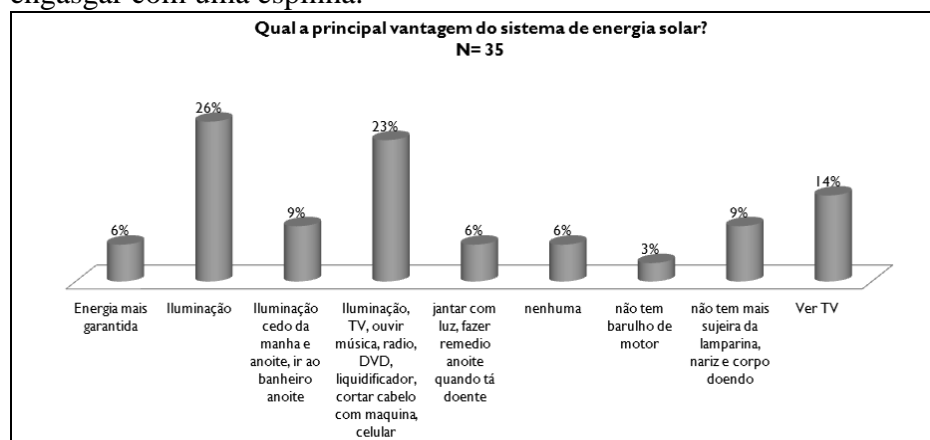
Figura 6: Sistemas de Iluminação domiciliar fotovoltaica

**Sete anos de uso e  
iluminação solar fotovoltaica**

**gestão dos sistemas de**

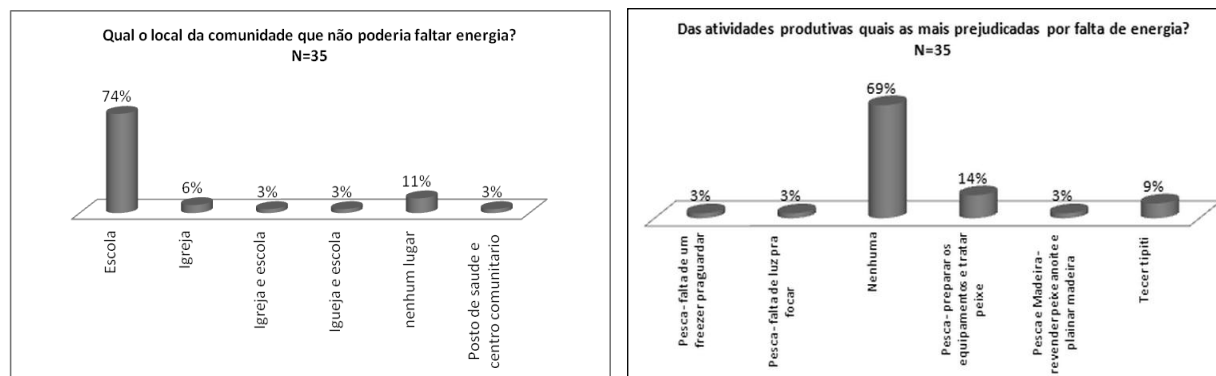
De acordo Valer *et al* (2012) e Moura *et al* (2013), 87 % dos sistemas instalados estavam funcionando e atendendo às necessidades a que foram designados, diminuindo assim principalmente, os gastos que os moradores tinham com o motor de energia, querosene e vela, essa foi uma das principais mudanças identificadas pelos entrevistados após o uso do sistema. No entanto, dentre estes 68% gostariam de aumentar o sistema que possuem muito embora reconheçam que não tem condições financeiras para essa ampliação. Entre os equipamentos que eles gostariam de usar com o sistema, mas não podem pela limitação da potência estão geladeira/freezer (58%) e ventilador de maior capacidade (16%).

Dentre as principais vantagens no uso do sistema de energia solar, 63% dos entrevistados responderam que ter iluminação em casa a qualquer hora, ver TV, ouvir musica, rádio, DVD, poder usar liquidificador para fazer vitamina de frutas, ou uma máquina para cortar cabelo e carregar o celular era o que tinha de mais importante na oferta de energia 24h por dia, enquanto, que 15% associaram as vantagens do uso da energia solar ao conforto domésticos, como iluminação cedo do dia para fazer o café da manhã antes de ir para o roçado ou ao chegar em casa e poder jantar peixe sem correr o risco de engasgar com uma espinha.



**Figura 7: Resultado das entrevistas feitas na comunidade de S. F. do Aiucá em fevereiro de 2012. N=35 domicílios**

Sobre qual o local da comunidade que nunca poderia faltar energia, 77% dos entrevistados responderam que na escola. Com a disponibilidade de energia na escola os professores poderiam utilizar de recursos tecnológicos para melhor desempenhar suas funções, como aparelho de televisão para video-aulas, computadores com internet, vídeos e músicas. Ainda poderia preparar seus planos de aula no período da noite. Em relação as atividades produtivas 69% dos entrevistados disseram não ficarem prejudicados pela falta de energia, entretanto, 32% disseram ficar prejudicados pela falta de energia, principalemnte para: tecer tipiti e cestarias durante a noite; pelo não funcionamento de freezer para conservar o pescado; pela falta de iluminação para preparar os equipamentos de pesca; para focar durante a pescaria e limpeza dos peixes ao retornar para casa (durante a noite); e energia para plainar madeira.



**Figura 8: Resultado das entrevistas feitas na comunidade de S. F. do Aiucá em fevereiro de 2012. N=35 domicílios**

Entre os principais problemas encontrados nos equipamentos em desuso ou com problemas de funcionamento destacam-se: a) falta de cuidados com a manutenção preventiva do sistema, como por exemplo: a reposição da água das baterias, a limpeza dos módulos, dos terminais das baterias e dos abrigos das baterias; b) problemas com os controladores; c) queda da qualidade das novas instalações feita em decorrência da mudança dos domicílios;

Durante os últimos sete anos houve muitas mudanças na comunidade, as principais foram o aumento do número de casas na comunidade, de 26 para 38 domicílios. Ainda houve a troca de sistemas fotovoltaicos entre moradores que resolveram sair da comunidade e moradores que construíram novas casas, ou entre aqueles que resolveram desistir de contribuir com o fundo de manutenção do sistema. Sendo a manutenção e reinstalação feita pelos moradores locais que foram capacitados durante a fase de implementação do projeto. Mesmo as novas religações do sistema terem perdido a qualidade técnica da instalação inicial, essas ações configuraram-se em indicadores de apropriação pela comunidade da nova tecnologia, juntamente com a reposição das baterias e a permanência do fundo de manutenção, que apresentou no mês da pesquisa (fevereiro de 2012) uma taxa de inadimplência de 30%.

Os usuários se mostraram contentes com seu sistema e os moradores das casas que não tem o sistema manifestaram a expectativa de “ganhar” um nos próximos anos. Os usuários destacam como principais benefícios: a possibilidade de ter uma melhor iluminação, de poder assistir a televisão, de escutar música e de diminuir suas despesas com velas, pilhas e combustível para lamparinas. As famílias que fabricam artesanato beneficiaram-se com a ampliação do número de horas de iluminação assim como também as pessoas que precisam pescar à noite ou de madrugada. As mães ressaltam a facilidade da iluminação para o atendimento às crianças durante a noite, a manutenção da casa e das roupas mais limpas, livres agora da fuligem da lamparina ressaltando inclusive a economia com o uso de material de limpeza. Outros mencionaram também a facilidade maior em aparar a água da chuva quando chove à noite com a ajuda da iluminação elétrica, beneficiando assim complementarmente o trabalho doméstico.



**Figura 9. Os usos da energia solar fotovoltaica. RDSM, 2012 Foto: Bruno Mouzinho**  
**Considerações finais**

Os dados apresentados revelam que ainda há um longo caminho a ser percorrido para a universalização da energia elétrica nas áreas rurais amazônicas, considerando-se especialmente o caso dos pequenos povoados distantes dos centros urbanos de geração e distribuição de energia.

O Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica que tinha como meta inicial a universalização do atendimento de energia elétrica no meio rural até 2009, foi estendido até 2014 (MME, 2013). A prorrogação decorre de vários fatores, entre eles, a busca por alternativas viáveis econômica e ambientalmente à essas populações ribeirinhas. Há, portanto, a necessidade de uma conjugação de esforços multidisciplinares para o alcance dessa meta. Uma das possibilidades em discussão é o uso de sistemas híbridos, termelétrico e solar fotovoltaico para alimentar as instalações nos pequenos povoados. Ainda precisam ser operacionalizadas as formas de gestão dos sistemas envolvendo as concessionárias e adequadas as legislações às características dos ambientes.

Os sistemas solares fotovoltaicos estão sendo considerados tanto por especialistas como pelo governo federal como o mais adequado para as áreas rurais, pois trata-se de uma energia descentralizada, produzida no mesmo local onde é consumida e sua gestão é feita localmente pelos moradores. O desenvolvimento desse modelo tecnológico e sua forma de gestão comunitária facilita a independência de prefeituras para a compra de óleo diesel e proporciona maior autonomia se comparada com a energia convencional, que dificilmente conseguirá atender essas comunidades rurais, como previsto no Programa Luz para Todos do Governo Federal, que estima atender a todas as comunidades remotas com energia elétrica 24h até 2014.

Entretanto, a inserção dessas tecnologias em comunidades rurais somente é possível quando está associada à realidade local e ao reconhecimento da importância e incorporação na vida cotidiana ou nas atividades produtivas das famílias. Nesse sentido, a satisfação da comunidade é o primeiro passo para o sucesso da inovação, aliado a isso, são necessários o envolvimento das famílias no processo de implementação, nas etapas de instalação e manutenção dos equipamentos, na criação de mecanismos de sustentabilidade dos sistemas como um regulamento interno, fundo de manutenção para reposição dos equipamentos danificados, capacitação continuada para manutenção dos sistemas, acompanhamento das taxas de falhas e interrupções dos serviços e o nível de satisfação dos usuários.

## **Referencia Bibliográfica**

- ALENCAR, Edna F. (2010). Memórias de Mamirauá. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé-Amazonas.
- MOURA, E. A. F. (2007). Práticas socioambientais na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá estado do Amazonas, Brasil. 2007. 314 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém.
- MOURA, Edila; Nascimento, Ana Claudeise; Souza, Dávila C (org). (2012). Sociodemografia das Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã. 2001-2011. IDSM.
- MOURA, Edila; Mouzinho, Bruno C.; Farias Thabata; Nascimento, Ana Claudeise; Corrêa, Dávila; Brito, Otacílio S. et al. (2013). Energia elétrica para os domicílios de populações ribeirinhas em áreas remotas na Amazônia. Relatório técnico.
- ZILLES, Roberto; VALER, Luis Roberto; Moura, Edila. (2012 a). Avaliação do uso de energia em localidades amazônicas. Uso de sistemas fotovoltaicos domiciliares na localidade de São Francisco do Aiucá, Amazonas. Relatório técnico.



ZILLES, Roberto; VALER, Luis Roberto; Moura, Edila. (2012 b). Consumo energético na comunidade do Punã, Amazonas, após a implantação do Programa Luz para todos. Relatório técnico.

[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

[www.luzparatodos.mme.gov.br](http://www.luzparatodos.mme.gov.br)