

## **A APROPRIAÇÃO TECNOLÓGICA POR COMUNIDADES TRADICIONAIS EM APLICAÇÕES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DOMICILIARES**

**Paulo Serpa<sup>1</sup>**

Fundação Prefeito Faria Lima – Centro de Estudos e Pesquisas em Administração Municipal - CEPAM. Avenida Prof. Lineu Prestes, 913 Cidade Universitária - São Paulo-SP. CEP: 05508-000 Fax: (11) 3813-5969 Tel. (11) 3811-0354  
E-mail: [serpapaulo@hotmail.com](mailto:serpapaulo@hotmail.com) ou [pserpa@cepam.sp.gov.br](mailto:pserpa@cepam.sp.gov.br)

**RESUMEN:** El trabajo presenta una evaluación de proyectos de la difusión de la tecnología fotovoltaica, en términos de acciones innovadoras de políticas públicas de la electrificación rural de las comunidades tradicionales de la región del Lagamar, en la frontera de São Paulo con el Paraná. Este análisis, dirigido para los resultados de la evaluación del grado de satisfacción de los usuarios, tenía como referencia tres acciones de la electrificación rural: el proyecto ECOWATT desarrollado para el CESP en el Parque de Estado de la Isla del Cardoso, el proyecto COPEL desarrollado para la Compañía Paranaense de Electricidad en la comunidad del Barra do Ararapira y el proyecto AEDENAT, desarrollado en dos comunidades rurales de Cananéia para el IEE/USP en sociedad con la Cooperación Española.

**Palabras Clave:** Sistemas Fotovoltaicos, Difusión Tecnológica, Comunidades Tradicionales.

### **INTRODUÇÃO**

A difusão de sistemas fotovoltaicos para a eletrificação de domicílios em comunidades rurais do litoral sul de São Paulo, é o tema do estudo desenvolvido por SERPA (2001)<sup>2</sup>, intitulado “Eletrificação Fotovoltaica em Comunidades Caiçaras e seus Impactos Socioculturais” que compreende a análise e avaliação do processo de difusão de tecnologia de eletrificação baseada em recursos renováveis e, dos impactos que essa inovação tecnológica vem produzindo no contexto das comunidades tradicionais da região do Lagamar.

Este estudo é uma análise multidisciplinar de um processo de mudança sociocultural, que incorpora os preceitos do planejamento energético local à contribuição da antropologia no contexto da mudança dirigida. Assim, orienta-se no instrumental metodológico da antropologia aplicada proposta por Roger Bastide (1979).

A análise da mudança sociocultural teve como paradigma o projeto AEDENAT que compreende a ação prática do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo – LSF/IEE-USP, nas comunidades do Retiro e do Varadouro, na área rural de Cananéia (SP). Como contraponto, o projeto ECOWATT, desenvolvido pela CESP/ELEKTRO na Ilha do Cardoso (Cananéia) e o projeto COPEL, implementado pela Companhia Paranaense de Electricidade na comunidade da Barra do Ararapira.

O presente artigo aborda um aspecto deste estudo de mudança tecnológica e apresenta uma avaliação, baseada em atributos relevantes, de projetos de eletrificação fotovoltaica, em termos de inovação de políticas públicas de eletrificação rural. Essa avaliação teve como referências as observações de campo e, principalmente, os resultados da aplicação de um instrumento de avaliação comparativa do grau de satisfação dos usuários das três experiências de difusão analisadas. Nesta perspectiva, os atributos relevantes analisados revelaram as principais características dos projetos e forneceram as bases para a análise dessas experiências de difusão enquanto ações inovadoras de políticas públicas.

### **OS PROJETOS DE ELETRIFICAÇÃO FOTOVOLTAICA NO LAGAMAR**

As aplicações analisadas correspondem às ações de implementação de três projetos incidentes na região do Lagamar. Estes projetos têm por objetivo geral dotar as comunidades caiçaras de recursos tecnológicos de energia renovável, de modo a satisfazer, principalmente suas necessidades de iluminação domiciliar, até então baseada no consumo de recursos fósseis (querosene, diesel, parafina, entre outros), considerando as restrições econômicas, geográficas e legais. Essas últimas visam impedir os impactos ambientais que a extensão de rede convencional pode provocar em áreas de conservação ambiental.

#### **Projeto ECOWATT**

O projeto ECOWATT, primeira experiência comercial brasileira de eletrificação rural fotovoltaica, foi iniciado em 1997, nos municípios paulistas de Cananéia, Iguape e Iporanga, localizados no Vale do Ribeira. Nesse programa, mais de 60% dos sistemas foram instalados em seis comunidades localizadas no Parque Estadual da Ilha do Cardoso. No presente artigo, a avaliação da implementação terá como foco as comunidades do Pontal do Leste, Enseada da Baleia, Vila Rápida e Marujá, assentadas ao longo do Canal do Ararapira.

<sup>1</sup> Pesquisador Colaborador do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos - Instituto de Eletrotécnica e Energia - Universidade de São Paulo. Avenida Prof. Luciano Gualberto 1289, CEP 05508-900, São Paulo, SP. Fax: (11) 38167828

<sup>2</sup> Tese de Doutorado defendida em 2001 junto ao Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo.

O projeto ECOWATT desenvolvido pela CESP, hoje ELEKTRO, propunha, como sintetiza o seu próprio nome, conciliar o fornecimento de energia elétrica com a proteção ambiental, atendendo aos consumidores que apresentavam baixa renda, pequena demanda de energia e ocupavam áreas de preservação ambiental, o que não justificava elevados investimentos com linhas elétricas convencionais (ZILLES et al., 1997). A alternativa fotovoltaica foi a escolhida por que não existiam estudos mais aprofundados sobre outras alternativas, como a eólica ou sistemas híbridos, que poderiam atender os diferentes níveis de demanda energética em algumas dessas comunidades, principalmente aquelas com atividades de ecoturismo e pesca comercial.

No processo de introdução da tecnologia não estava prevista nenhuma participação dos usuários nas etapas de instalação dos sistemas, nenhuma atividade prático-demonstrativa do seu funcionamento, nem mesmo qualquer organização local para gestão e manutenção dos sistemas (ZILLES et al., 2000). Em março de 2001, a atividade de campo registrou a falência do programa: ninguém pagava a tarifa, a ELEKTRO não tinha fornecido nenhuma assistência técnica e a quantidade de geradores a óleo diesel aumentava a cada dia.

### Projeto COPEL

No Brasil, as primeiras aplicações da tecnologia fotovoltaica, em comunidades isoladas, foram realizadas na região do Lagamar paranaense. O epicentro dessa experiência foi a comunidade da Barra do Ararapira, localizada na divisa com o Estado de São Paulo.

Em 1996, a COPEL, em colaboração com o PRODEEM<sup>3</sup>, instalou na comunidade da Barra do Ararapira um Centro Fotovoltaico de Carga de Bateria – CFGB, de 1.000Wp, para atender 35 famílias. O centro de carga funcionou por quase dois anos, sendo abandonado em favor de sistemas fotovoltaicos domiciliares – SFD. Problemas técnicos, financeiros, políticos e socioculturais podem explicar esse insucesso inicial, mas a questão principal, segundo alegam os usuários, estava na quantidade de energia diária disponibilizada por domicílio. O SFD veio resolver essa insatisfação, oferecendo um serviço contínuo, sem os problemas de transporte, frequência de recargas e custos de tarifas.

Entretanto, a gestão dos SFD é ainda um desafio para os moradores da Barra do Ararapira. O surgimento da figura de um empresário-gestor, prevista no contexto do CFGB, não logrou os resultados esperados e, a substituição do CFGB pela geração domiciliar não garantiu a autonomia da gestão do usuário, que ainda é dependente da assistência técnica. A solução indicada pela COPEL, capacitando um técnico local, que é pago com contribuição dos moradores, é considerada insuficiente pelos usuários.

### Projeto AEDENAT

O projeto AEDENAT desenvolvido com apoio da Cooperação Espanhola<sup>4</sup> foi aplicado pelo LSF-IEE/USP, em parceria com o CEPAM<sup>5</sup> e a Prefeitura Municipal de Cananéia nas comunidades caiçaras do Retiro e do Varadouro. Esta ação objetivava a satisfação de necessidades de energia elétrica, com base na tecnologia fotovoltaica, e a auto-gestão dos sistemas elétricos pelas associações comunitárias, como uma estratégia para a (re) construção de uma identidade sociocultural, que assegurasse os meios e instrumentos de uma sociedade sustentável, numa relação harmoniosa entre o homem e a natureza (IEE-USP & CEPAM, 1996).

O que diferencia esse projeto dos outros, anteriormente descritos, foi a constituição de uma equipe multidisciplinar (engenheiros e cientista social); a realização de estudos prévios sobre a demanda de energia; a caracterização socioeconômica e cultural das comunidades; a construção de uma etnografia aplicada ao contexto da mudança tecnológica; a aplicação das técnicas e dinâmicas do planejamento participativo em todas as etapas de implementação do projeto; a construção de estratégias pedagógicas para a introdução da tecnologia; a constituição de uma poupança comunitária para garantir a reposição de componentes do sistema; a capacitação técnica dos usuários e, a capacitação gerencial das associações.

O Quadro 1 apresenta um resumo dos principais aspectos dos projetos analisados.

PRINCIPAIS ASPECTOS	ECOWATT	COPEL	AEDENAT
Número de Comunidades	05	01	02
Nº. de SFD	69	35	13
Agente promotor	CESP/ELEKTRO	COPEL	CEPAM/ IEE-USP
Planejamento	Sem participação	Sem participação	participativo
Capacitação	Não houve	01 usuário capacitado	Aulas práticas e demonstração
Órgão de gestão	Não há	Associação de usuários	Associação de usuários
Assistência técnica	Não há	Emergencial	Periódica

Quadro 1 - Resumo dos principais aspectos dos Projetos Fotovoltaicos na Região do Lagamar, Sudeste, Brasil.

<sup>3</sup> PRODEEM - Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia – MME.

<sup>4</sup> A Cooperação Espanhola compreendeu os recursos financeiros disponibilizados pela Entidade Riojana Ambientalista - ERA, vinculada à Associação Espanhola de Defesa da Natureza – AEDENAT, como também os recursos técnicos do Instituto de Energia Solar – IES, da Universidade Politécnica de Madri - UPM.

<sup>5</sup> CEPAM - Centro de Estudos e Pesquisas em Administração Municipal, Fundação Pública vinculada a Secretaria Estadual de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo, Brasil.

## **A AVALIAÇÃO DA DIFUSÃO E DA APROPRIAÇÃO TECNOLÓGICA**

A avaliação da difusão tecnológica nos três projetos descritos, orientou-se pela matriz analítica proposta por Lorenzo (1999), para avaliação de projetos de eletrificação rural fotovoltaica. O instrumento desenhado, sob a forma de um questionário, visou a coleta de dados qualitativos que poderiam ser valorados e, de certa forma, quantificados para possibilitar um estudo comparativo dos projetos em desenvolvimento na região. Esse instrumento visava ampliar a análise qualitativa dos projetos, delineada nas entrevistas com as lideranças locais, aprofundar a própria avaliação do usuário e definir de um denominador comum para orientar a análise de um processo de difusão tecnológica fotovoltaica.

A pesquisa compreendeu a aplicação de 20 questionários, perfazendo uma amostragem de 80% para o projeto AEDENAT, 13% para o projeto ECOWATT e 6% para o projeto COPEL. No universo total dos entrevistados, os questionários foram respondidos por 13 homens e 7 mulheres, indivíduos na faixa de 20 a 70 anos, sendo 14 alfabetizados. A atividade principal, a maior renda, compreendeu 8 pescadores, 4 aposentados e/ou pensionistas, 3 agricultores, 2 funcionários públicos, 2 donas de casa e um artesão.

### **Avaliação do grau de satisfação dos usuários**

A avaliação do sistema energético pelo usuário, já aplicada na avaliação do sistema de iluminação preexistente (SERPA, 2001), foi adequada para analisar os três projetos. Assim, foram avaliados os atributos: Facilidade de Uso, Funcionalidade, Manutenção, Segurança, Salubridade, Grau de Dispendio (investimento) e Grau de Ampliação (capacidade de ampliação do SFD). Este instrumento de avaliação qualitativa apoiou-se na adaptação feita por Klering et al. (1998), da técnica de análise conjunta usada especificamente para compreender como os entrevistados desenvolvem preferências por produtos ou serviços.

Essa análise presume que os usuários avaliam o valor ou utilidade de produtos ou serviços, reais ou ideais, combinando partes ou frações de utilidades de diferentes atributos. Para Klering et al. (1998), essa é uma técnica estatística que possui vantagens em relação a outras técnicas tradicionais, como a escala de Likert. Nesta última, o entrevistado atribui valores, dentre as opções de uma escala discreta, intervalar e paramétrica, que vai de um valor mínimo, a pior situação ou opção, até um máximo, a melhor situação. Ao responder, focaliza somente uma questão ou atributo específico, sem se preocupar em compará-lo com os outros. Resulta daí dificuldades para efetivamente mensurar a real importância do atributo, que faz parte de um conjunto de características de produtos e serviços.

Na avaliação desenvolvida, a idéia central é apreender a direção das respectivas preferências, com base nos comportamentos observados, quando vários atributos são considerados ao mesmo tempo, comparativamente. Assim, a importância de um atributo é avaliada tendo em vista o seu valor no conjunto e não considerado individualmente. Para descobrir as importâncias dos atributos, foram conferidos os níveis de baixa, média e alta para a presença de cada um, nos projetos em análise. As questões apresentadas buscaram conduzir o usuário a comparar o SFD com o sistema preexistente com referência aos atributos selecionados. Essas avaliações indicaram que:

- 1- A facilidade de uso foi um atributo qualificado como alta importância por todos os usuários, nos três projetos analisados;
- 2- Em termos de desenvolvimento da tecnologia, a sua funcionalidade correspondeu satisfatoriamente às expectativas dos seus usuários. Entretanto, a indicação de importância média para a fidelidade, observada no projeto ECOWATT refletiu os problemas registrados no processo de introdução da tecnologia, principalmente, com relação à qualidade dos equipamentos de controle de carga, os efeitos do sobredimensionamento dos sistemas e a falta de assistência técnica e de capacitação do usuário;
- 3- A avaliação de alta facilidade de manutenção, nos projetos ECOWATT e COPEL, deveu-se às baterias de baixa manutenção instaladas. No projeto AEDENAT, que usa as baterias abertas, registrou-se a necessidade de continuidade da capacitação<sup>6</sup> técnica de alguns usuários;
- 4- O fator segurança é fundamental no processo de apropriação da tecnologia de iluminação fotovoltaica e os resultados da pesquisa indicaram uma satisfação parcial dessa condição;
- 5- A salubridade é reconhecida pelos usuários como fundamental para sua satisfação. O aumento de insetos, apenas observado nas comunidades do projeto AEDENAT, pode ser explicado pelo padrão de ocupação dessas comunidades que estão localizadas nas imediações de áreas de transição entre mangues, restingas e mata de encosta. No caso das comunidades dos projetos ECOWATT e COPEL, a menor incidência de insetos parece estar relacionada ao uso de inseticidas para o conforto dos moradores e turistas;
- 6- Os custos de manutenção, desde que o equipamento básico seja subsidiado, foram considerados baixos por mais da metade dos usuários, nos três projetos analisados. As outras avaliações refletiram situações particulares, e principalmente, o descrédito da tecnologia, no caso do ECOWATT. Em situações normais, a avaliação de baixo custo seria muito maior;
- 7- A difusão da tecnologia sob bases participativas garante a ampliação dos SFD. A compreensão dos aspectos básicos da tecnologia incentiva novos usos da eletricidade e desperta a busca por parcerias. Quando o processo de difusão assume aspectos comerciais ou assistencialistas, a capacidade de ampliação do SFD pelos usuários fica reprimida.

### **Avaliação da Capacitação técnica**

A avaliação da capacidade de resolver problemas técnicos simples é outro tema apreciado pela pesquisa. Este questionamento refere-se aos problemas técnicos, observados pelo usuário, ao longo dos anos de funcionamento dos SFD.

---

<sup>6</sup> A capacitação continuada foi uma estratégia pedagógica que o projeto AEDENAT desenvolveu nos primeiros anos de implantação dos SFD e, esporadicamente, quando das visitas técnicas trimestrais. A capacitação foi reforçada logo que se completaram três anos e meio de uso e iniciada a reposição das baterias.

O primeiro problema, presente nos três projetos analisados, refere-se ao controlador de carga, componente eletrônico relacionado ao desempenho da bateria e a garantia de sua durabilidade. Este componente da tecnologia fotovoltaica necessita de controle de qualidade, o que nem sempre é feito pelos implementadores dos projetos. Além do desempenho técnico devem-se escolher as marcas comerciais que apresentam no painel frontal um dispositivo didático adequado à realidade educacional do usuário.

A experiência tem demonstrado que os recursos didáticos, como as lâmpadas de significados e cores de orientação de trânsito ou as explicações escritas, não são compreendidos, ou porque as cores das luzes não têm significados referentes no mundo rural, ou porque a grande maioria dos usuários é analfabeta. Os melhores resultados são obtidos pelas marcas comerciais, que têm inserido, abaixo das lâmpadas de sinalização, um desenho correspondente ao nível da carga sugerida.

O segundo refere-se ao funcionamento das luminárias fluorescentes (lâmpadas e reatores eletrônicos). Tal como o controlador, o reator transistorizado oferecido no mercado é, muitas vezes, de baixa qualidade. Além desse aspecto técnico, que escapa ao controle do usuário, alia-se a dificuldade de encontrar esse produto e as lâmpadas de 9W PL do projeto ECOWATT no mercado regional do Lagamar. Essa situação tem, por um lado, provocado dependência dos usuários para com os agentes de difusão e, por outro, inibido o processo de adoção e a apropriação da tecnologia.

O terceiro problema técnico refere-se exclusivamente às baterias<sup>7</sup>. Nos projetos AEDENAT e ECOWATT as baterias com defeito, o excesso de consumo e o esgotamento configuraram o problema e, no projeto COPEL, o excesso de carga e a consequente morte prematura das baterias revela a má qualidade do controlador e os efeitos do sobredimensionamento dos sistemas.

O segundo momento da avaliação apresentou as soluções dos problemas técnicos apontados anteriormente. No projeto AEDENAT, a assistência técnica do IEE/USP correspondeu a metade das demandas e a outra às soluções desenvolvidas pelos próprios usuários.

No projeto ECOWATT, a assistência técnica foi mínima e as soluções por conta própria abrangeram poucos usuários. O que explica o abandono de 90% dos SFD instalados. No COPEL, a assistência técnica continua garantiu um alto grau de satisfação dos usuários.

#### **Avaliação da compreensão, da participação e da organização dos usuários.**

A avaliação da difusão tecnológica é ampliada quando são analisados os temas como, a compreensão de aspectos básicos da tecnologia; o nível de conhecimento para a manutenção do SFD, o grau de participação dos usuários na implementação do projeto e as formas de gestão desenvolvidas.

A compreensão<sup>8</sup> de aspectos básicos da tecnologia fotovoltaica foi mensurada a partir da atribuição das categorias alta, média, baixa e nenhuma para as respostas apresentadas. Essa mensuração orientou-se pela seguinte graduação: 1- Identifica os componentes do SFD; 2- Compreende a função básica de cada componente; 3- Compreende as relações básicas do funcionamento do sistema; 4- Identifica a polaridade da fiação;

No projeto AEDENAT a avaliação do conhecimento foi alta para os domicílios que apresentavam maior número de homens jovens, alfabetizados e conhecedores de mecanismos, como motores de barcos, ou simplesmente homens adultos que freqüentam ou viveram em núcleos urbanos. A avaliação média compreendeu os domicílios onde há dificuldades em compreender o funcionamento do SFD e as relações entre alguns componentes do sistema. A baixa compreensão incluiu aqueles indivíduos que, apesar de identificarem os componentes do sistema, e até mesmo alguns problemas técnicos, ainda não absorveram as idéias básicas do sistema.

No projeto ECOWATT, alguns homens jovens e alfabetizados, geralmente vinculados à atividade de pesca, apresentaram alguma compreensão do SFD. No entanto, o nível baixo de conhecimento, apresentado pela maioria dos domicílios, principalmente, entre os usuários idosos e analfabetos, revela a falta de atividade de capacitação técnica.

No projeto COPEL, a avaliação refletiu o resultado do processo de introdução da tecnologia onde um dos usuários foi capacitado e, na sua prática diária, transmitiu informações, que vieram conferir os níveis alto e médio registrados para os domicílios entrevistados.

A capacitação para uso, cuidados e manutenção da tecnologia fotovoltaica foi avaliada a partir da atribuição das categorias bom, regular e insuficiente para as respostas apresentadas. A avaliação orientou-se pela seguinte graduação de capacitação: 1-Identifica o papel do fusível; 2- Identifica a carga da bateria pela orientação das lâmpadas do regulador; 3- Sabe controlar o consumo pelo nível da carga; 4- Sabe trocar a bateria atentando para a fiação (cor e polaridade); 5- Sabe manter o nível de água da bateria 'clássica'; 6- Sabe trocar luminárias, lâmpadas e reator; 7- Sabe montar e desmontar o SFD; 8- Sabe ler o voltímetro e identificar problemas de carga da bateria; 9- Sabe o grau de inclinação do painel, no período de inverno.

O resultado desse questionamento indicou no projeto AEDENAT, que o nível de capacitação da maioria dos usuários estava entre bom e regular. Entretanto, isso não dispensava a atividade continuada de capacitação técnica, principalmente porque os níveis regular e insuficiente são ainda expressivos, principalmente entre as mulheres.

No projeto ECOWATT, os resultados indicaram uma situação crítica, a grande maioria, apresentava um nível insuficiente de capacitação técnica.

A avaliação indicou os níveis bom e regular, no projeto COPEL. O primeiro nível refletiu o aprendizado de controle de consumo,

---

<sup>7</sup> As diferentes marcas comerciais e os diferentes tipos de baterias, clássica, alterada ou de baixa manutenção, não representam aspectos técnicos que podem criar problemas no funcionamento do SFD, se a capacitação do usuário for satisfatória. No mais, essas diferenças representam apenas pontos de vista técnicos distintos.

<sup>8</sup> A compreensão da tecnologia foi avaliada levando em conta a resposta do inquirido e o grau de percepção adquirido pelos moradores do domicílio, presentes ou não no momento da pesquisa.

exigido pela experiência do centro de carga (CFCB) e a capacitação de um usuário pela COPEL, para a manutenção dos SFD posteriormente instalados. O padrão regular indicou que a capacitação deve ser ampliada e descentralizada, garantindo dessa forma maior responsabilidade do usuário para com a manutenção do SFD.

A participação<sup>9</sup> refere-se a um princípio e a uma estratégia pedagógica desenvolvida no projeto AEDENAT, onde a inclusão dos usuários nas etapas de instalação e implementação dos SFD é vista como um aspecto básico do processo educativo, imprescindível para aperfeiçoar o processo de apropriação da tecnologia. Na visão dos entrevistados vinculados ao projeto AEDENAT, o grau de participação dos usuários nas etapas de instalação e implementação dos SFD foi considerada alta pela maior parte dos entrevistados.

No contexto dos projetos ECOWATT e COPEL, a avaliação apresentou um resultado de baixa participação. Isso revelou, no caso ECOWATT, a falta de atividade de capacitação técnica, substituída pela distribuição de um manual técnico, e, no caso do COPEL, a opção de capacitar apenas um membro da comunidade, visando a formação de um 'empresário' para a gestão da energia elétrica.

As organizações desenvolvidas ou potencializadas para a gestão da inovação e as avaliações dos usuários sobre essas (re) organizações locais, indicaram, no caso do projeto AEDENAT, que a formação de uma organização local para a gestão dos SFD, condição para a obtenção dos equipamentos e para garantir a sustentabilidade do projeto, despertou as capacidades locais, imprimiu uma nova identidade nas comunidades envolvidas e um novo papel no contexto das suas relações com o mundo urbano. Quando inquiridos sobre o grau de importância da associação de moradores, para a implementação do projeto e para a gestão dos SFD's, as respostas foram unânimes para sua alta importância.

No projeto ECOWATT, não foi formada nenhuma organização. Aliás, a organização comunitária existente, a Associação dos Moradores da Ilha do Cardoso - AMICARD, foi desmobilizada no início da implementação dos SFD's pela interferência de moradores não tradicionais, que exploram o turismo local. Entretanto, o resultado da inquirição indicou que mais da metade dos usuários reconheceu que é alto o grau de importância de uma organização, para a implementação e gestão do sistema.

No projeto COPEL, a associação comunitária, existente desde 1985, foi reconhecida pelos entrevistados como de alta importância para a concretização do processo de implementação e gestão dos SFD's. A associação, personificada pelo seu presidente, negociou com a COPEL as condições de subsídios dos projetos de eletrificação e acompanhou a gestão do centro de cargas (CFCB). Com o abandono dessa experiência, assumiu a gestão dos SFD's instalados, responsabilizando-se pela cobrança das mensalidades para o pagamento do técnico local e interlocutor local junto a COPEL para a reposição de componentes do sistema.

#### **Avaliação da manutenção e da gestão dos sistemas**

A última análise examinou com mais profundidade, a manutenção e a gestão dos SFD. Avaliou-se a habilidade dos usuários em ações básicas (trocar lâmpadas, reatores, e baterias; consertar fiação e abastecer as baterias com água) e as condições econômicas dos usuários para o pagamento de mensalidades, de empréstimos ou taxas de manutenção, estipuladas pelas formas de gestão dos SFD.

O grau de dificuldade em alguns domicílios do projeto AEDENAT compreendeu as ações de troca de reatores e baterias. No projeto ECOWATT, o nível de dificuldade foi considerado alto em todas as ações de manutenção técnica. Já, no projeto COPEL, não foi revelada nenhuma dificuldade, o que indica uma capacitação técnica adquirida na prática, quando do funcionamento do centro de carga (CFCB) e o papel da assistência contínua do técnico local.

Quanto à capacidade financeira para pagamento de mensalidades ou taxas, as respostas indicaram que, no projeto AEDENAT, o fluxo dessa renda era problemático. Na comunidade do Retiro, essa capacidade depende das condições de pesca que é mais problemática no inverno, quando é pouco produtiva. Na comunidade do Varadouro, esse fluxo de renda depende da exploração do palmito, cada vez mais escasso, devido à falta de qualquer manejo. Nestes dois casos, o acúmulo de mensalidades, negociado com a Associação, foi a solução encontrada.

No contexto do projeto ECOWATT, apesar de sustarem o pagamento das mensalidades definidas pelo contrato com a CESP/ELEKTRO, as dificuldades apresentadas foram aquelas dependentes das condições de pesca. O atraso no pagamento da taxa de consumo foi a solução encontrada por uma pequena parcela da população. No projeto COPEL, o pagamento mensal de R\$1,00 não se apresentou como uma dificuldade para os usuários pesquisados.

#### **Aspirações e propostas dos usuários**

As aspirações individuais ou coletivas quanto à ampliação dos usos da eletricidade refletiram desejos variados que vem, em sua maior parte, satisfazer as necessidades de conforto, lazer e o incremento da produção local. No projeto AEDENAT, chamou a atenção a televisão, o liquidificador e o ferro elétrico, nos domicílios, e a necessidade comunitária de um rádio comunicador VHF. Nos projetos ECOWATT e COPEL, a análise apresentou, no nível doméstico, um grande interesse pelas geladeiras para a conservação de pescado, para consumo domiciliar ou venda aos turistas.

As sugestões dos usuários, visando ampliar o grau de satisfação para com os serviços oferecidos pela tecnologia fotovoltaica, compreenderam, no projeto AEDENAT, a continuidade da capacitação técnica, a ampliação dos SFD e a instalação de uma televisão comunitária. No projeto ECOWATT, a sugestão majoritária revelou a necessidade de assistência técnica da ELEKTRO e uma minoria cobrou um papel mais ativo do Comitê de Gestão do Parque. No projeto COPEL, as sugestões foram atribuídas à ampliação dos SFD e o financiamento para a compra de conversores.

---

<sup>9</sup> A participação foi avaliada tendo como referência ao processo educativo denominado, por Paulo Freire (1982), de comunicação verdadeira, onde o ato de apreender não se limita a uma transmissão de conhecimento de um sujeito para outro, mas na sua co-participação no ato de compreender a significação do significado.

## AVALIAÇÃO DO GRAU DE INOVAÇÃO DOS PROJETOS

A avaliação da transferência tecnológica desenvolvida até esse momento, produziu um importante conjunto de informações sobre os impactos socioculturais que vieram afetar as comunidades caiçaras envolvidas. Esse conhecimento possibilitou, a partir de atributos relevantes, avaliar a importância dessas experiências de eletrificação fotovoltaica, em termos das inovações de políticas públicas que, apreciadas e incorporadas por programas de eletrificação rural fotovoltaica, poderão beneficiar outras comunidades. Isso significa que os projetos analisados foram avaliados quanto aos impactos e mudanças positivas produzidas nas comunidades e no seu entorno e quanto à sua importância como exemplos de projetos inovadores de eletrificação de comunidades rurais tradicionais isoladas.

Para esse propósito foi fundamental definir quais são os elementos, critérios ou atributos de um projeto ou programa de eletrificação fotovoltaica mais importante para produzir impactos positivos e mudar qualitativamente as condições de vida de comunidades rurais, privadas do fornecimento convencional de energia elétrica.

Spink e Clemente (1997) enfatizam, na avaliação de diferentes projetos de gestão pública, que a análise de seus atributos relevantes vem revelar aspectos inovadores de gestão pública. Klering et alli. (1998) sugerem que essa forma de avaliação de projetos deve ter por orientação os seguintes atributos: 1- grau de impacto na qualidade de vida do público-alvo; 2- grau de transferibilidade; 3- grau de consolidação e ampliação do diálogo com a sociedade civil e agentes públicos; 4- grau de responsabilidade na utilização de recursos e oportunidades; 5- nível de abrangência e envolvimento do público-alvo alcançado; 6- grau de credibilidade pública alcançado; 7- viabilidade técnica e financeira; 8- grau de auto-sustentabilidade.

A avaliação do grau de inovação dos três projetos analisados orientou-se por referências fornecidas pelos questionários domiciliares, pelas entrevistas com as lideranças das comunidades e pelas observações de campo, ao longo do acompanhamento das ações do LSF-IEE/USP e dos outros programas desenvolvidos na região.

O grau de mudança introduzido foi considerado alto para os projetos AEDENAT e COPEL, e médio para o projeto ECOWATT. Nesses projetos foram mudadas radicalmente as formas e as fontes de iluminação e de entretenimento e, diminuída a dependência do mercado de energéticos fósseis.

Outra mudança introduzida, no caso dos projetos AEDENAT e COPEL, diz respeito ao papel das associações locais, capacitadas para a gestão e administração dos SFD e, no caso do projeto ECOWATT, a relação comercial estabelecida pela CESP/ELEKTRO. Neste sentido, as mudanças produziram, por um lado, o reforço das organizações comunitárias e, por outro, a individualização do consumidor de energia local. No contexto do projeto ECOWATT, a mudança introduzida foi considerada média, porque não teve o mesmo nível de permanência registrado nos outros dois projetos.

O impacto dos projetos na qualidade de vida do público-alvo foi considerado alto, nos projetos AEDENAT e COPEL e médio, para o projeto ECOWATT. Nos dois primeiros, a substituição das fontes fósseis para iluminação garantiu melhores condições de salubridade, além de diminuir os custos, principalmente com as pilhas de rádio. Os impactos são também positivos por proteger o meio ambiente local da contaminação de pilhas, baterias e outros descartes relacionados aos energéticos fósseis. Com relação ao projeto AEDENAT, devem ser destacadas as soluções para melhorar a qualidade dos serviços de iluminação, a ‘luzinha’ e o ‘rabicho’, adaptações desenvolvidas<sup>10</sup> a partir das necessidades cotidianas das famílias.

No projeto ECOWATT, os impactos na qualidade de vida foram considerados médios porque a ação não logrou resultados permanentes. O projeto funcionou precariamente até ser abandonado. Os usuários voltaram a empregar os energéticos fósseis para a iluminação e entretenimento, e houve um aumento do uso de geradores a diesel nas comunidades relacionadas com o ecoturismo. Neste caso, foram potencializados os perigos de contaminação do solo e recursos hídricos, uma vez que as baterias inativas não foram recolhidas pela concessionária, permanecendo depositadas nos quintais dos domicílios.

Quanto à transferibilidade, os projetos apresentaram diferentes níveis de avaliação. O projeto AEDENAT teve alta transferibilidade, porque sua estrutura de execução foi aplicada em comunidades do Alto Rio Solimões, com respostas satisfatórias. Entretanto, muitos aspectos dessa ação devem ser aprimorados, principalmente a ampliação dos estudos de cunho sociocultural e dos processos contínuos de capacitação técnica e gerencial das comunidades envolvidas.

O grau de transferibilidade do projeto COPEL foi considerado médio porque o subsídio integral veio anular a responsabilidade e a participação efetiva e contínua dos usuários na implementação e na manutenção do sistema, condicionando qualquer manifestação de autodeterminação comunitária aos benefícios oferecidos pela concessionária.

A transferibilidade foi considerada baixa, no projeto ECOWATT, porque a experiência comercial introduzida estava profundamente equivocada. A simples transposição de um modelo urbano de fornecimento energético para uma situação rural de base pré-capitalista é impactante e inviável. Isso, sem levar em conta a imprevisão da capacitação técnica e gerencial do projeto que produziu, em última instância, o descrédito na tecnologia.

Quanto ao grau de consolidação e ampliação do diálogo com a sociedade civil e agentes públicos, os projetos AEDENAT e COPEL receberam uma avaliação alta e o projeto ECOWATT, um nível baixo.

No projeto AEDENAT, o princípio estrutural da ação foi a consolidação e ampliação do diálogo. O planejamento participativo, que estruturou todas as etapas de implantação, a relação dialógica, que sustentou todo o processo de capacitação técnica e gerencial e a formação das associações de usuários garantiu a avaliação conferida. Os resultados produzidos, como o aumento da auto-estima, a recuperação da identidade caiçara e a respeitabilidade que as comunidades envolvidas conquistaram nas comunidades vizinhas e com

---

<sup>10</sup> A “luzinha” compreende a instalação de uma lâmpada (2W) ao lado da cama do casal. O “rabicho” é uma extensão elétrica com uma lâmpada fosforescente protegida por um tubo de acrílico adaptada para uso na cozinha externa.

os representantes do poder local, são exemplos que confirmaram a avaliação. Entretanto, no contexto das lideranças locais, há questões ainda não resolvidas como a representatividade baseada nas relações de parentesco e baixa participação das mulheres.

No projeto COPEL, apesar da diferente forma de execução do projeto, ocorreu a consolidação e ampliação do diálogo com a sociedade civil e agentes públicos, apesar da constante intermediação da liderança local. Já no projeto ECOWATT, esse atributo foi considerado baixo, uma vez que a ação de eletrificação configurou-se como uma relação comercial, o que inibiu o desenvolvimento da relação dialógica, observada nos outros dois projetos.

Quanto ao grau de responsabilidade na utilização de recursos e oportunidades, principalmente em termos da organização e planejamento das várias etapas e ações, a avaliação dos projetos AEDENAT e COPEL apresentou uma alta presença desse atributo e no projeto ECOWATT um nível baixo.

No projeto AEDENAT, essa responsabilidade, garantida pelo planejamento participativo, permeou todas as etapas e ações do projeto. Já no projeto COPEL, apesar da forma diferente de execução e das diferentes experiências de introdução da tecnologia, foi garantida a responsabilidade na utilização de recursos e oportunidades. No projeto ECOWATT, observou-se o descaso para com os recursos e oportunidades apresentadas. Não foi produzida a responsabilidade necessária no desenvolvimento das ações de implantação e monitoramento do processo de difusão da tecnologia. Nenhuma capacitação foi desenvolvida e não foi dada assistência técnica ao longo do tempo de funcionamento dos SFD. Quando as baterias descarregaram e os serviços de iluminação começaram a falhar, a concessionária não respondeu aos apelos dos usuários, o que motivou a suspensão dos pagamentos mensais celebrados pelo contrato.

Quanto a abrangência e envolvimento do público-alvo alcançado, a avaliação foi alta para o projeto AEDENAT, média para o projeto COPEL e baixa para o projeto ECOWATT.

O envolvimento do público-alvo, no projeto AEDENAT, foi a pré-condição para sua execução e funcionamento. A metodologia do planejamento participativo e as ações de valorização das formas de ajuda mútua - mutirão - foram estratégias de convencimento do projeto que, aliadas às estratégias pedagógicas de capacitação técnica dos usuários, vieram garantir a participação dos moradores em todas as etapas de seu desenvolvimento.

No projeto COPEL, o envolvimento do público-alvo foi garantido pelo subsídio integral. Neste caso, o papel da liderança local foi fundamental para que a ação pudesse ser desenvolvida. O público-alvo foi seduzido pela gratuidade e facilidade, uma aceitação sem compromisso, que não produziu nenhuma ação de reforço da solidariedade do grupo. Já no projeto ECOWATT, o entusiasmo criado pela propaganda enganosa do serviço de iluminação fornecido pelo SFD, levou à aceitação incondicional das regras estipuladas pela CESP/ELEKTRO. Não houve qualquer forma de participação, nem era necessária, pois o objetivo comercial do projeto estabelecia uma relação fornecedor-consumidor, dispensando qualquer conscientização participativa do usuário, reforçando sua individualidade enquanto consumidor de um serviço.

Quanto ao grau de credibilidade pública, como a importância interna atribuída ao projeto e sua capacidade de responder com prontidão as demandas do público-alvo, a avaliação conferiu tanto ao projeto AEDENAT quanto ao projeto COPEL uma presença alta desse atributo e, no caso do projeto ECOWATT, uma presença baixa.

No projeto AEDENAT, o nível de credibilidade pública alcançado apresentou, além de sua abrangência interna, uma abrangência de entorno que suplantou o espaço rural, entusiasmando muitas pessoas da zona urbana de Cananéia. O melhor exemplo foi que o projeto passou a ser uma referência de êxito citada nas reuniões da Pastoral Católica, em toda região do Vale do Ribeira. No contexto interno, a credibilidade do projeto reforçou os laços de solidariedade local, consubstanciados na poupança comunitária e provocou um processo de auto-estima, que levou muitas famílias a construir ou reformarem suas casas e no Varadouro motivou a negociação com a prefeitura local para reconstrução do caminho de acesso ao porto do Barranco Alto.

A credibilidade pública foi alta, no projeto COPEL, porque as diferentes aplicações da tecnologia foram internamente absorvidas, apesar dos problemas técnicos. O fato do CFCB ser rejeitado e, posteriormente, substituído pelos SFD's, não provocou o descrédito da tecnologia, porque houve a agilidade da COPEL em resolver o impasse. Além disso, deve ser destacado que a comunidade da Barra do Ararapira, frente às outras comunidades caiçaras atendidas pela COPEL, apresentou respostas que garantiram o sucesso da aplicação, a ponto de ser a referência regional para a continuidade das ações de eletrificação fotovoltaica desenvolvida pela concessionária.

No projeto ECOWATT, a credibilidade pública foi considerada muito baixa. O planejamento, a execução e a assistência técnica do projeto falharam completamente, a ponto de levar a uma situação de descrédito da tecnologia e o abandono dos sistemas instalados.

Quanto à viabilidade técnica e financeira, observou-se que os três projetos dispunham de tecnologia e de recursos para a sua implementação. Os projetos ECOWATT e COPEL, projetos institucionais das maiores empresas de eletricidade do Brasil, apresentaram as melhores condições financeiras e técnicas, como também recursos para divulgação e propaganda. Ao contrário, o projeto AEDENAT dispunha de uma limitada dotação financeira, fornecida pela Cooperação Espanhola, pela contrapartida de trabalho das comunidades, pelo apoio logístico da Prefeitura de Cananéia e pelos trabalhos técnicos do CEPAM e do LSF-IEE/USP.

Os recursos financeiros não garantiram o sucesso das ações de difusão da tecnologia fotovoltaica. A questão técnica foi o aspecto que definiu o processo de implementação dos projetos. A equipe técnica do projeto ECOWATT não estava capacitada para a implantação da tecnologia e, muito menos, para a capacitação dos usuários.

No projeto COPEL, a questão financeira não foi o problema, mas as diferentes aplicações testadas e, posteriormente, abandonadas, parecem sugerir que a comunidade da Barra do Ararapira estava servindo de laboratório para a experimentação.

O projeto AEDENAT, apesar dos poucos recursos financeiros, detinha uma equipe técnica com prática em eletrificação fotovoltaica, apresentava uma proposta estruturada na participação dos usuários em todas as etapas da implementação do projeto e,

principalmente, a organização em associações para a gestão e administração dos sistemas instalados. Essa proposta diferenciada foi o aspecto técnico mais acertado nos casos analisados.

Quanto ao grau de auto-sustentabilidade, a avaliação indicou que o projeto ECOWATT é insustentável, sendo considerado uma experiência negativa pelas comunidades envolvidas. O COPEL é um projeto assistencialista e não pôde garantir a sustentabilidade da ação em longo prazo, já que não produziu uma organização alicerçada na solidariedade e na efetiva participação dos associados. O projeto AEDENAT, baseado numa proposta de participação, ainda está em andamento. A capacitação técnica dos usuários é contínua. Ainda não é um projeto auto-sustentável, mas apresenta uma base sólida de participação e capacitação que, em médio prazo, poderá superar a dependência da equipe técnica, tornando-se autônomo na sua manutenção e gestão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da difusão dos sistemas fotovoltaicos domiciliares na região do Lagamar possibilitou uma primeira caracterização do processo de difusão tecnológica a partir do ponto de vista do usuário. Nesta perspectiva, tornou-se possível compreender processo de construção do grau de satisfação do usuário nos diferentes projetos analisados e, através dessa análise, identificar as principais questões metodológicas da implementação de um projeto de mudança tecnológica em comunidades tradicionais.

Concomitantemente, essa avaliação, possibilitou uma análise comparativa dos tres projetos quanto aos princípios éticos da ação de mudança sociocultural e estratégias pedagógicas desenvolvidas para a introdução da tecnologia fotovoltaica. Essa forma de avaliação proporcionou uma visão do processo de difusão da tecnologia fotovoltaica até então ausente na literatura. O mérito dessa análise multidisciplinar está, portanto, em apresentar aqueles aspectos críticos de um projeto de aplicação, muitas vezes menosprezados pelo agente da difusão, mas que podem produzir resistências inconciliáveis a ponto de levar ao fracasso do projeto e, desta forma, ao descrédito da tecnologia.

As lições apreendidas descritas na apresentação da aplicação do instrumento, apontam para os aspectos da capacitação técnica dos usuários e as formas de gestão dos sistemas, que levando em conta as características singulares das populações envolvidas, podem substancialmente orientar os futuros programas e projetos de difusão fotovoltaica. Neste sentido, o instrumental antropológico aplicado vem garantir um processo menos impactante ao potencializar positivamente alguns aspectos da mudança tecnológica e, assim, ampliar o grau de sustentabilidade da ação, uma vez que são consideradas as questões socioculturais que geralmente escapam ao controle do técnico da implementação.

Por último, as referências obtidas com a aplicação do instrumento de avaliação, ampliadas com outras observações de campo, forneceram as bases para a análise das três experiências de difusão enquanto ações inovadoras de políticas públicas. Nesta perspectiva, os atributos analisados indicaram as principais características dos projetos e possibilitaram uma avaliação, em termos de inovações de políticas públicas de eletrificação fotovoltaica de comunidades rurais tradicionais isoladas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTIDE, Roger. *Antropologia Aplicada*. São Paulo: Perspectiva, 1979.

FREIRE, Paulo. *Extensão ou Comunicação*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

IEE-USP e CEPAM. *Projeto de Eletrificação Fotovoltaica e Dinamização Social das Comunidades do Retiro e Varadouro, Cananéia*, São Paulo, 1996.

KLERING, Luís R., FACHIN, Roberto C. e MESQUITA, Zilé. "Avaliação da Importância de Atributos de Projetos de Desenvolvimento Inovadores". Cadernos Gestão Pública e Cidadania, Vol.9, São Paulo: EAESP/FGV, 1998.

LORENZO, Eduardo. "Aproximación a una metodologia para abordar proyectos de electrificación rural fotovoltaica". In: *Photovoltaic Support to Non Governmental Organisations Development Projects (CDROM)*. European Commission DGE/DIS-2034-98-IES, Espanha, 1999.

SERPA, Paulo. *Eletrificação Fotovoltaica em Comunidades Caiçaras e seus Impactos Socioculturais (Tese de Doutorado)*. São Paulo: Universidade de São Paulo, PIPGE/IEE, 2001.

SPINK, P. e CLEMENTE, R., org. *20 Experiências de Gestão Pública e Cidadania*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1997.

ZILLES, Roberto, ANDRADE, A. M. de e ALMEIDA PRADO, Fernando. "Solar Home System Programs in São Paulo State, Brazil: Utility and user Associations Experiences". In: *Proceedings of 14<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Conference*. P.931-933. Barcelona, 1997.

ZILLES, Roberto e MORANTE, Federico. Ecowatt Program's Technical Evaluation and User's Satisfaction. In: *Proceedings of 16<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Conference*. Glasgow (UK), 2000.

## ABSTRACT

The work presents an evaluation of projects of diffusion of the photovoltaic technology, in terms of innovative actions of public politics of rural electrification of traditional communities of the region of the Lagamar, in the border of São Paulo with the Paraná. This analysis, guided for results of the evaluation of the degree of satisfaction of the users, had as reference three action of rural electrification: project ECOWATT developed for the CESP in the State Park of the Island of the Cardoso, the project COPEL developed for the Company Paranaense de Electricity in the community of the Barra do Arapira and project AEDENAT, developed in two rural communities of Cananéia for the IEE/USP in partnership with the Spanish Cooperation.

**Keys Word:** Photovoltaics systems, Technological Diffusion, Traditional Villages,