iema
Instituto de Energia
e Meio Ambiente

Aprendizados e desafios da inserção de tecnologia solar fotovoltaica no Território Indígena do Xingu

Março de 2019

Aprendizados e desafios da inserção de tecnologia solar fotovoltaica no Território Indígena do Xingu

RESUMO

O projeto Xingu Solar, desenvolvido pelo Instituto Socioambiental, instalou 70 sistemas fotovoltaicos em 65 comunidades do Território Indígena do Xingu até o início de 2019. Como forma de contribuir com essa iniciativa, este documento apresenta uma análise dos resultados, aprendizados e desafios do projeto, além de discutir as vantagens e desvantagens técnico-econômicas da aplicação de três tipos de tecnologias de geração de eletricidade (diesel, solar e uma combinação das duas) para diferentes cenários de demanda de energia elétrica no Xingu.

EQUIPE TÉCNICA IEMA

Camila Cardoso Leite

Felipe Barcellos e Silva

Munir Younes Soares

Vinicius de Sousa

COORDENAÇÃO TÉCNICA ISA

Marcelo Silva Martins

Paulo Junqueira

REALIZAÇÃO

Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)

APOIO

Instituto Socioambiental (ISA)

CONTATO

energiaeambiente.org.br

contato@energiaeambiente.org.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do contexto e plano de ação do projeto [1] 7
Figura 2 – Sistema solar de pequeno porte instalado em prédio comunitário (posto de saúde) da aldeia Capivara 20
Figura 3 – Sistema solar de grande porte instalado na aldeia Diauarum 20
Figura 4 – Celulares sendo carregados em prédio onde os painéis foram instalados, em Samaúma 21
Figura 5 – Baterias instaladas em Samaúma, aumentando a confiabilidade na obtenção de eletricidade 24
Figura 6: Custos e subsídios referentes ao consumo residencial de energia no Cenário Ideal com geração solar 57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo do tópico sobre entrevistas 11
Quadro 2: Resumo do tópico sobre abordagem metodológica das entrevistas e avaliações 19
Quadro 3: Resumo do tópico sobre análise técnico-econômica 38
Quadro 4: Resumo do tópico sobre indicadores de análise 42
Quadro 5: Resumo do tópico sobre metodologia da análise técnico-econômica 52
Quadro 6: Resumo do tópico sobre resultados 60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Mapeamento de partes interessadas para realização de entrevistas sobre uso de eletricidade no Xingu 13
Tabela 2: Pontos de destaque acumulados até o momento a partir dos critérios de gestão e planejamento (item 4.2.2) 30
Tabela 3: Pilares e macro ações de planejamento e gestão do projeto 31
Tabela 4: Mapeamento dos principais riscos 36
Tabela 5: Categorias de prédios consideradas no estudo 45
Tabela 6: Configuração padrão para prédios da categoria “Casa” no Cenário Atual 46
Tabela 7: Possibilidade de configuração para prédios da categoria “Casa” no Cenário Regulatório 47
Tabela 8: Configuração padrão para prédios da categoria “Casa” no Cenário Ideal 47
Tabela 9: Possíveis combinações de sistemas tecnológicos e cenários 48
Tabela 10: Quantidade aproximada de cada categoria de prédio em Diauarum 49
Tabela 11: Quantidade aproximada de cada categoria de prédio no Território Indígena do Xingu 49
Tabela 12: Resultados para o indicador (1) Consumo de Eletricidade – Diauarum 53
Tabela 13: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia solar – Diauarum 54
Tabela 14: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia diesel – Diauarum 54
Tabela 15: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia híbrida – Diauarum 55

Tabela 16: Resultados para o indicador (7) Valor por Quilowatt-hora – Diauarum 55
Tabela 17: Resultados para (8) Custo de Atendimento, (9) Preço para Consumidores, e (10) Subsídios - Diauarum..... 57
Tabela 18: Resultados para o indicador (1) Consumo de Eletricidade - TIX 58
Tabela 19: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia solar – TIX..... 58
Tabela 20: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia diesel – TIX..... 58
Tabela 21: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia híbrida – TIX 59
Tabela 22: Resultados para o indicador (7) Valor por Quilowatt-hora – TIX 59
Tabela 23: Resultados para (8) Custo Real de Atendimento, (9) Preço para Consumidores Finais, e (10) Subsídios – TIX 59
Tabela 24: Indicativos de alterações regulatórias..... 66

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIS	Agente Indígena de Saúde
AISAN	Agente Indígena de Saneamento
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ATIX	Associação Terra Indígena Xingu
BEN	Balanço Energético Nacional
CCC	Conta de Consumo de Combustíveis
CDE	Conta de Desenvolvimento da Energia
CO_2	Dióxido de Carbono
DSEI	Distrito Sanitário Especial Indígena
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
h/dia	Horas por Dia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
ISA	Instituto Socioambiental
kVA	Quilovolt-ampere
kWh	Quilowatt-hora
kWh/ano	Quilowatt-hora por Ano
kWh/mês	Quilowatt-hora por Mês
kWp	Quilowatt-pico
L_{diesel}/ano	Litros de Diesel por Ano
L_{diesel}/mês	Litros de Diesel por Mês
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
LPT	Luz para Todos
MME	Ministério de Minas e Energia
PV	Photovoltaic (Fotovoltaica)
R$	Reais
R$/kWh	Reais por Quilowatt-hora
R$/mês	Reais por Mês
SasiSUS	Subsistema de Atenção à Saúde Indígena do SUS
SESAI	Secretaria Especial de Saúde Indígena
SIGFI	Sistemas Individual de Geração de Energia Elétrico com Fonte Intermitente
SIN	Sistema Interligado Nacional
SUS	Sistema Único de Saúde
TI	Terra Indígena
TIX	Território Indígena do Xingu
TSEE	Tarifa Social da Energia Elétrica
TWh	Terawatt-hora
UBS	Unidade Básica de Saúde
UC	Unidade Consumidora
USP	Universidade de São Paulo
W	Watt
Wp	Watt-pico
Wh/dia	Watt-hora por dia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO ... 6

2. OBJETIVOS ... 8

2.1 OBJETIVO GERAL ... 8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ... 8

3. ESTRUTURA DO RELATÓRIO ... 9

4. ENTREVISTAS ... 10

4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA ... 12
4.1.1 Questionários e partes interessadas ... 12
4.1.2 Dimensões e critérios de avaliação ... 13
4.1.2.1 Impactos positivos e negativos ... 13
4.1.2.2 Gestão e planejamento ... 16
4.1.3 Limitações ... 18
4.2 RESULTADOS ... 19
4.2.1 Impactos positivos e negativos ... 19
4.2.2 Gestão e planejamento ... 25
4.3 RECOMENDAÇÕES PARA CONTINUIDADE DE GESTÃO DO PROJETO ... 29
4.3.1 Resultados alcançados no projeto ... 29
4.3.2 Aspectos a serem priorizados para a perenidade do projeto ... 30
4.3.2.1 Curto prazo e consolidação: Operar e manter o sistema ... 31
4.3.2.2 Médio prazo e habilitação: Preparar a ampliação ... 35
4.3.2.3 Longo prazo: Ampliação sustentada ... 35
4.3.3 Riscos e medidas de mitigação ... 36
4.4 CONCLUSÃO PARCIAL ... 37

5. CENÁRIOS DE DEMANDA E PERSPECTIVAS DE OFERTA ... 38

5.1 INDICADORES DESENVOLVIDOS PARA ANÁLISE DOS CENÁRIOS ... 39
5.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA ... 43
5.2.1 Premissas ... 43
5.2.1.1 Descrição dos cenários ... 43
5.2.1.2 Configuração dos prédios em cada cenário ... 45
5.2.1.3 Número de prédios simulados: Aldeia x Território Inteiro ... 47
5.2.2 Limitações ... 50
5.2.3 Aviso de precaução ... 51
5.3 RESULTADOS ... 52
5.3.1 Estimativas para Diauarum ... 52
5.3.1.1 Consumo de eletricidade ... 52
5.3.1.2 Investimento inicial necessário ... 54
5.3.1.3 Valor por quilowatt-hora ... 55
5.3.1.4 Custos de atendimento e subsídios ... 56
5.3.2 Resultados para todo o Território Indígena do Xingu ... 57
5.3.2.1 Consumo de eletricidade ... 58
5.3.2.2 Investimento inicial necessário ... 58
5.3.2.3 Valor por quilowatt-hora ... 59
5.3.2.4 Custos de atendimento e subsídios ... 59
5.4 RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICAS PÚBLICAS ... 61
5.4.1 O acesso ao serviço público de energia elétrica: caminho da distribuidora ... 61
5.4.1.1 Plano de universalização ... 61
5.4.1.2 O programa Luz para Todos ... 62
5.4.2 O acesso ao serviço público de energia elétrica: criação de permissionárias ... 63
5.4.3 O acesso ao serviço público de energia elétrica: recursos de fundações, multilaterais etc. ... 64
5.4.4 O acesso ao serviço público de energia elétrica: organização das comunidades ... 64

5.4.5 A prestação do serviço público de energia elétrica e a tarifa social de energia elétrica 64
5.4.6 Alterações regulatórias principais 65
5.4.7 O papel das comunidades indígenas para o provimento do serviço público de eletricidade 66

6. CONCLUSÕES 67

REFERÊNCIAS 69

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS COMO BASE PARA AS ENTREVISTAS DE ANÁLISE DO PROJETO COM ATORES ENVOLVIDOS 70

APÊNDICE B – TRANSCRIÇÕES DAS ENTREVISTAS REALIZADAS COM ATORES ENVOLVIDOS 76

APÊNDICE C – FÓRMULAS MATEMÁTICAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA 106

APÊNDICE D – CONFIGURAÇÕES PADRÃO ADOTADAS PARA CADA PRÉDIO E CENÁRIO DE DEMANDA 114

APÊNDICE E – LISTA E RESULTADOS DA ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA PARA CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA 120

ANEXO A – POLÍTICAS PÚBLICAS DO SETOR ELÉTRICO: PROGRAMA LUZ PARA TODOS, CONTA DE DESENVOLVIMENTO DE ENERGIA (CDE), CONTA DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS (CCC), TARIFA SOCIAL DA ENERGIA ELÉTRICA (TSEE) 132

1. INTRODUÇÃO

No Território Indígena do Xingu (TIX), as comunidades ali presentes vivem em um contexto de pouco ou nenhum acesso à eletricidade, impossibilitando mesmo o uso mais básico que se faz da energia elétrica, como iluminação ou refrigeração de alimentos. Quando há acesso à eletricidade, ele se faz por meio de geradores movidos a combustível fóssil, o que é um problema primeiramente devido as condições um tanto ruins de manutenção desses equipamentos, deixando as aldeias vulneráveis a interrupções imprevistas e até a acidentes, e, sobretudo, devido à dependência e à oferta restrita de óleo diesel ou gasolina, combustíveis de difícil acesso para as comunidades xinguanas (elevados custos; grandes distâncias; falta de armazenamento adequado).

Como forma de solucionar as necessidades por obtenção de eletricidade no Xingu, avista-se a geração fotovoltaica como uma tecnologia de grande potencial, principalmente devido a sua fácil operação e a não necessidade de abastecimento periódico com combustível. Nesse sentido, o Instituto Socioambiental tem executado, juntamente com os indígenas, o projeto de inserção da tecnologia solar fotovoltaica para geração de eletricidade no Território Indígena do Xingu com quatro objetivos principais:

(i) Projeto de referência: implementar sistemas de geração solar em escolas, postos de saúde, associações indígenas e centros comunitários
   Resultados esperados:
   - Demonstrar viabilidade técnica e incentivar reprodução do modelo solar (respeitando as particularidades de cada comunidade);
   - Aumentar a oferta de eletricidade para uso em prédios de interesse comunitário (associações, casas comunitárias, casas de sementes, escolas, postos de saúde, UBS);
   - Diminuir dependência de óleo diesel e gasolina, que possuem oferta restrita.

(ii) Formação técnica: treinar comunidades indígenas para operar, instalar e realizar manutenção dos sistemas solares implementados
   Resultados esperados:
   - Formação técnica geral para representantes locais;
   - Motivar interesse pela tecnologia solar;
   - Autonomia tecnológica à comunidade, que deve estar habilitada para operar, instalar e realizar manutenção nos sistemas;
   - Eliminar os riscos inerentes ao uso de eletricidade (ex. choque elétrico, curto-circuito).

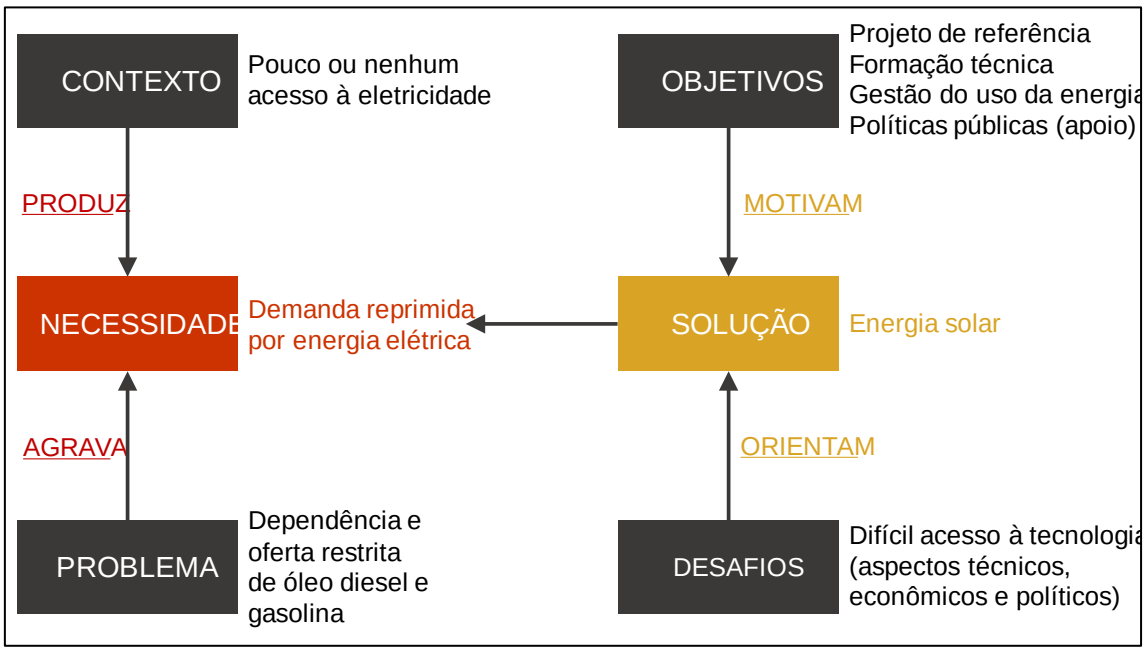
(iii) Gestão do uso da energia: desenvolver estratégias comunitárias em relação ao uso e à administração da oferta de energia.
   Resultados esperados:
   - Motivar o uso consciente da energia;
   - Aumentar a segurança energética nas aldeias (garantir oferta mínima de energia).

(iv) Políticas públicas: contribuir na formulação de políticas públicas que atendam a demanda por energia elétrica de comunidades isoladas da rede de distribuição considerando as especificidades culturais dos povos indígenas e populações tradicionais.

Resultados esperados:

- Projeto demonstrativo das lacunas de políticas públicas relacionadas à demanda energética de comunidades isoladas, assim como o potencial de ganhos socioambientais provenientes da implementação de tais políticas;
- Demonstração de viabilidade e ganhos (no viés das políticas públicas);
- Pressão por políticas públicas.

Figura1: Fluxograma do contexto e plano de ação do projeto [1]



De maneira a contribuir com o alcance dos objetivos elencados e fomentar a reflexão sobre o projeto em si e o uso de energia no Xingu, esse relatório analítico visa mapear e avaliar as lições aprendidas no projeto de inserção da tecnologia solar fotovoltaica para geração de eletricidade no Território Indígena do Xingu, desenvolvido pelo Instituto Socioambiental (ISA) no âmbito do Programa Xingu. Além disso, ele também objetiva indicar caminhos para a integração do projeto junto a políticas públicas já existentes, bem como indica ações de alteração dessas mesmas para a realidade do TIX.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo geral mapear e sistematizar as lições aprendidas do projeto de inserção da tecnologia de geração descentralizada com painéis solares fotovoltaicos, desenvolvido pelo Instituto Socioambiental no âmbito do Programa Xingu.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentre os objetivos específicos pode-se citar:

- Identificação das contribuições aportadas pelo projeto nas dimensões de formação dos indígenas em eletricidade e manutenção, gestão dos sistemas, fornecimento de energia e impactos econômicos.

- Identificação de metodologias e abordagens inovadoras no processo de formação e perenidade do projeto.

- Identificação dos principais desafios tecnológicos presentes e futuros no contexto amazônico e das populações localizadas em regiões remotas com especial atenção aos enfrentados especificamente pelo projeto.

- Discussão acerca de:
  - Experiência do projeto e sua reprodução no contexto amazônico e das populações indígenas.

  - Integração com as políticas existentes no setor elétrico brasileiro e subsídios existentes no âmbito setorial.

  - Análise da regulação e legislação pertinente – mapeamento de barreiras e desafios.

  - Modelo para formalização dos sistemas informais utilizados em comunidades indígenas.

3. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este Relatório Analítico está dividido em dois grandes blocos de análises e resultados: (i) ENTREVISTAS e (ii) CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA.

Por meio das ENTREVISTAS, qualificou-se os benefícios do projeto a partir de dimensões críticas, com a intenção de gerar uma avaliação que oriente as ações do presente e do futuro, bem como amplie os benefícios do projeto.

Já por meio dos CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA, levantou-se os investimentos, custos operacionais e tarifas a serem pagas para eletrificação de todo o Território Indígena do Xingu (casas e infraestruturas comunitárias), considerando atendimento nos cenários atual, regulatório e de demanda reprimida.

Ambos os blocos de análises contêm ponderações dos resultados, implicações e recomendações. Além disso, os blocos trazem leituras de políticas públicas com foco em: (i) indicar os formatos previstos na legislação; (ii) apontar os caminhos que devem ser considerados para que o projeto possa ser integrado a políticas públicas; (iii) mostrar lacunas que devem ser superadas na legislação para que modelos de base comunitária possam ser implantados; (iv) avaliar as barreiras e ações necessárias; (v) indicar ações prioritárias.

4. ENTREVISTAS

Com o objetivo de promover uma análise qualitativa sobre a iniciativa de inserção de tecnologia solar fotovoltaica para geração de eletricidade no Território Indígena do Xingu, este trabalho propôs uma série de entrevistas com atores envolvidos com o projeto, tanto em sua concepção e execução quanto no usufruto de seus resultados.

Assim, tinha-se como meta identificar os principais benefícios gerados, bem como mapear potenciais de melhoria que direcionem as próximas ações a serem tomadas. Além desses pontos mais especificamente ligados ao projeto de fato, as entrevistas buscaram proporcionar reflexão sobre o que os atores envolvidos, principalmente representantes indígenas, julgam ser ideal em relação ao fornecimento, operação e uso de eletricidade no Xingu.

Essas avaliações são bastante úteis, tanto para orientação do planejamento dos próximos passos do projeto de inserção de tecnologia solar no TIX quanto para fomento da discussão de programas governamentais de universalização do acesso à eletricidade, sobretudo em Terras Indígenas.

O método utilizado consistiu na aplicação de questionários exploratórios pré-estruturados[1] direcionados às áreas de atuação da parte entrevistada[2], sendo elas:

1. Sociedade civil: Instituto Socioambiental (entrevistas com foco socioambiental e estratégico);
2. Academia: Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (entrevistas com foco técnico-científico);
3. Trabalhadores da área de saúde: lideranças indígenas (entrevistas com foco na importância da eletricidade para promoção da saúde e do bem-estar nas comunidades da região);
4. Trabalhadores da área de educação: lideranças indígenas (entrevistas com foco na importância da eletricidade para formação e cultura das comunidades, bem como para as atividades das escolas da região);
5. Pessoas ligadas à FUNAI: lideranças indígenas (entrevistas com foco em gestão das comunidades indígenas);
6. Associações indígenas (ATIX e outras): lideranças indígenas (entrevistas com foco comunitário);
7. Representantes das comunidades: lideranças indígenas (entrevistas com foco na realidade das aldeias e suas necessidades quanto ao uso de eletricidade);
8. Alunos dos cursos promovidos pelo projeto de inserção de geração solar no Xingu: representantes indígenas (entrevistas com foco no processo de formação);

[1] APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS COMO BASE PARA AS ENTREVISTAS DE ANÁLISE DO PROJETO COM ATORES ENVOLVIDOS

[2] Na maioria das vezes, o entrevistado se encaixava em diferentes áreas de atuação.

Todas entrevistas foram registradas[3] e, a partir delas, avaliou-se o projeto segundo dois grandes eixos: (i) Impactos positivos e negativos gerados; e (ii) Gestão e planejamento. Os próximos tópicos detalharão a metodologia e os resultados alcançados, bem como discutirão as percepções dos autores deste trabalho.

As entrevistas com os representantes das comunidades xinguanas foram conduzidas durante visitas às aldeias: Arayo, Boa Esperança, Capivara, Diauarum, Guarujá (Kwaryjá), Khikatxi (nova aldeia do povo Kisedje, após mudança da aldeia Ngojwhere), Moitará, Moygu, Pavuru e Tuiararé, entre 19 e 30 de julho de 2018. Quando da realização das entrevistas, metade dessas comunidades já possuíam painéis solares instalados pelo ISA (Capivara, Diauarum, Guarujá, Moitará e Tuiararé), enquanto as outras estavam com instalações previstas para setembro e outubro de 2018 (Arayo, Boa Esperança, Khikatxi, Moygu e Pavuru). Essa distribuição de visitas a aldeias com e sem sistemas de geração fotovoltaica buscou levantar a realidade de diferentes comunidades, contemplando visões das pessoas que já puderam ter maior contato com a tecnologia solar, bem como daquelas que ainda permanecem usando sistemas mais tradicionais (diesel e gasolina)[4].

A metodologia utilizada caracteriza-se pelo método estruturado com abordagem exploratória, cujo o instrumento de pesquisa é a formulação de questionários semiestruturados.

Quadro1: Resumo do tópico sobre entrevistas

QUADRO RESUMO
TÓPICO 4. ENTREVISTAS
Conteúdo:
Análise qualitativa dos impactos positivos e negativos gerados pelo projeto de inserção de geração solar de eletricidade no Xingu, bem como de seus aspectos de gestão e planejamento, a partir de entrevistas pré-estruturadas realizadas com diversos atores envolvidos (ISA, IEE – USP e representantes das comunidades indígenas).
Resultados:
Identificação dos benefícios e pontos de atenção do projeto, favorecendo o planejamento de sua continuidade. As entrevistas também jogam luz sobre o entendimento das próprias comunidades indígenas em relação ao modelo ideal de fornecimento, operação e uso de eletricidade no TIX.
Objetivos:
(i) Qualificar impactos positivos e negativos gerados.
(ii) Avaliar aspectos ligados à gestão e planejamento.

[3] APÊNDICE B TRANSCRIÇÕES DAS ENTREVISTAS REALIZADAS COM ATORES ENVOLVIDOS

[4] A realizações dessas entrevistas foram viabilizadas e apoiadas pela equipe de campo do ISA.

(iii) Levantar o entendimento das comunidades indígenas sobre o uso de eletricidade.

(iv) Discutir, de acordo com os resultados das entrevistas, políticas públicas para fornecimento de eletricidade ao TIX.

Premissas – Questionários:

As entrevistas foram conduzidas tendo como base questionários específicos direcionados às áreas de atuação do ator entrevistado, sendo elas: (1) sociedade civil; (2) academia; (3) trabalhadores da área da saúde; (4) trabalhadores da área de educação; (5) pessoas ligadas à FUNAI; (6) associações indígenas; (7) representantes das comunidades; (8) alunos dos cursos.

Conforme mencionado na parte introdutória deste tópico, as entrevistas possibilitaram maior entendimento do projeto desenvolvido pelo ISA, bem como do contexto geral de uso de energia elétrica no TIX. A partir das reflexões ouvidas, foi possível elaborar análises qualitativas referentes a pontos centrais do projeto de inserção da tecnologia solar para geração de eletricidade no Xingu, sempre olhando para estágios futuros em que haja uma estrutura formal de atendimento das comunidades xinguanas, preferencialmente sob o viés de políticas públicas do setor elétrico. Essas análises serão apresentadas no decorrer deste capítulo.

Vale mencionar que as entrevistas também tiveram grande utilidade como elemento norteador das análises quantitativas de cenários de consumo e custos da energia no TIX, apresentadas no capítulo 5. CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA do presente documento.

Como principal resultado, chegou-se a uma lista de Recomendações para Continuidade e Gestão do Projeto. Essa lista enumera, pondera e discute (i) as percepções dos autores sobre os resultados alcançados no projeto; (ii) aspectos a serem priorizados para a perenidade do projeto; além dos (iii) possíveis riscos e sugestões de medidas de mitigação.

4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

4.1.1 Questionários e partes interessadas

As entrevistas tiveram como premissa a participação de diferentes atores chave, para que o entendimento do projeto e do contexto de uso de eletricidade no Xingu fosse construído de forma estendida, evitando-se que apenas um ponto de vista fosse ouvido.

Além disso, as entrevistas foram realizadas com questionários pré-estruturados[5], relacionados com as diferentes áreas de atuação das seguintes partes interessadas:

- Sociedade Civil
  - Equipe ISA;
- Academia
  - Equipe IEE – USP;

[5] APÊNDICE A – QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS COMO BASE PARA AS ENTREVISTAS DE ANÁLISE DO PROJETO COM ATORES ENVOLVIDOS

- Território Indígena do Xingu
  - Representantes da ATIX, FUNAI, saúde, educação, associações regionais etc.;
  - Lideranças das aldeias visitadas;
  - Alunos e especialistas que participaram dos cursos de formação.

Torna-se importante citar que tanto o instrumento de pesquisa quanto a seleção dos entrevistados contou com participação da equipe do ISA.

A Tabela 1 sistematiza os atores de interesse em questão, bem como o foco das perguntas contidas no questionário de apoio.

ENTREVISTAS		
Parte interessada	Entrevista em campo?	Foco principal do questionário
ISA	Não	Entendimento do projeto.
IEE	Não	Processo de capacitação; sustentabilidade; viabilidade técnica.
Lideranças indígenas	Sim	Instalação; operação e manutenção; saúde e segurança; modelo de gestão; sustentabilidade econômica; financiamento; visão sobre a importância da energia; demandas.
Alunos dos cursos	Sim	Processo de capacitação e organização para manutenção.

Tabela 1: Mapeamento de partes interessadas para realização de entrevistas sobre uso de eletricidade no Xingu

4.1.2 Dimensões e critérios de avaliação

4.1.2.1 Impactos positivos e negativos

A fim de qualificar os impactos positivos e negativos gerados pelo projeto desenvolvido pelo ISA, definiu-se seis critérios que serão avaliados segundo as percepções dos autores do projeto, pautadas, principalmente, nas entrevistas realizadas, mas também em observações de campo e leitura de referências relacionadas: (1) Diminuição da dependência na obtenção de energia; (2) Facilidade de operação e manutenção; (3) Conhecimento sobre opções de tecnologias de geração de energia elétrica; (4) Ampliação da confiabilidade e disponibilidade; (5) Ampliação do senso de resiliência; (6) Infraestrutura comunitária.

Cada critério possui um conjunto de subcritérios que especificam as principais dimensões avaliadas dentro do critério em questão. Tais critérios e subcritérios encontram-se listados a seguir, juntamente com breves explicações, quando necessário.

(1) Diminuição da dependência na obtenção de energia: esse critério avalia se o projeto aumentou a autonomia das comunidades quanto a obtenção de energia, em contraste com o contexto anterior ao projeto, em que as aldeias dependiam quase que exclusivamente de cotas mensais de diesel cedidas pelo Distrito de Saúde Indígena. Além disso, esse critério mede se o uso de energia foi facilitado, o que se traduziria em menores gastos com combustível, fim da necessidade de longas viagens para compra de combustível, ampliação dos atuais usos da energia e maior facilidade de operação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos quando comparados com os sistemas a diesel.

SUBCRITÉRIOS:

(1.1) Redução dos desembolsos feitos pelas famílias: pondera se a implantação de geração fotovoltaica produzirá economia de recursos pelas famílias, possibilitando que tais recursos sejam redirecionados a outras atividades.

(1.2) Redução de viagens para compra de combustível: atualmente, um dos principais empecilhos da geração a diesel está ligado às grandes distâncias que devem ser vencidas para obtenção de combustível, o que encarece o custo dessa tecnologia e dificulta o contínuo acesso a eletricidade. Em contraponto, os sistemas solares eliminariam essa necessidade de deslocamentos periódicos em busca de combustível. É esse contraponto que esse subcritério se propõe a avaliar.

(1.3) Ampliação de usos: esse subcritério pondera se o emprego da fonte solar como forma de geração de eletricidade possibilitou que novos aparelhos elétricos fossem instalados ou que novas atividades passassem a ser realizadas.

(2) Facilidade de operação e manutenção: esse critério avalia se a transição tecnológica de diesel (e gasolina) para solar possui potencial de facilitar as atividades de operação e manutenção dos sistemas de geração de eletricidade, evitando que haja sucateamento de recursos por uso incorreto ou falta de manutenção e acesso a peças.

SUBCRITÉRIOS:

(2.1) Facilidade de comissionamento: esse subcritério pondera se há domínio sobre os métodos de projeto de sistemas solares conforme determinada demanda por eletricidade, bem como se esse domínio é maior do que aquele que existe em relação ao projeto de sistemas diesel.

(2.2) Facilidade de manutenção preventiva: avaliação do domínio das comunidades quanto a práticas de manutenção preventiva.

(2.3) Facilidade de manutenção corretiva: avaliação do domínio das comunidades quanto ao conserto e reparo de equipamentos.

(2.4) Início e desligamento do sistema: avaliação do domínio das comunidades quanto aos cuidados necessários para início e desligamento do sistema de geração.

(2.5) Limites de uso e proteção: avalia se os sistemas estão sendo usados dentro de suas especificações, bem como se possuem dispositivos de proteção.

(3) Conhecimento sobre opções de tecnologias de geração de energia elétrica: avalia se as comunidades indígenas possuem representantes que conheçam as opções tecnológicas de geração de eletricidade e se são capazes de diferenciar e ponderar suas vantagens e desvantagens, bem como de compartilhar esse conhecimento com os demais em momentos de discussão comunitária sobre o uso de energia. O foco de avaliação desse critério será, pela natureza do projeto, o conhecimento relacionado a sistemas fotovoltaicos, bem como as diferenças em relação aos geradores diesel (que vêm sendo majoritariamente utilizados no TIX).

SUBCRITÉRIOS:

(3.1) Conhecimento sobre o funcionamento da tecnologia solar fotovoltaica

(3.2) Conhecimento sobre os limites operacionais

(3.3) Conhecimento sobre os limites de potência e carga

(3.4) Conhecimento sobre as vantagens e desvantagens

(3.5) Conhecimento sobre a viabilidade para uso nas casas

(4) Ampliação da confiabilidade e disponibilidade: aqui avalia-se se os sistemas solares serão capazes de aumentar a quantidade de energia elétrica disponível para uso (disponibilidade), bem como se essa tecnologia garantirá que os sistemas de geração de eletricidade estarão sempre funcionando quando exigidos (confiabilidade).

SUBCRITÉRIOS:

(4.1) Horas de disponibilidade

(4.2) Interrupções

(4.3) Redução de horas interrompidas não previstas

(5) Ampliação do senso de resiliência: pondera se a instalação de sistemas solares garante que haja eletricidade disponível para situações de urgência. Além disso, esse critério avalia se as pessoas se sentem mais seguras devido a disponibilidade dessa eletricidade a ser usada em casos urgentes.

SUBCRITÉRIOS:

(5.1) Comunicação: esse subcritério avalia se há reserva de energia sempre disponível para casos de urgência que exijam comunicação entre aldeias ou pessoas.

(5.2) Saúde: esse subcritério avalia se há reserva de energia sempre disponível para casos de urgência relacionados à saúde, como picadas de cobra.

(5.3) Imprevistos: esse subcritério avalia se há reserva de energia sempre disponível para imprevistos no geral (necessidade de iluminação, necessidade de uso de equipamentos em específico etc.).

(6) Infraestrutura comunitária esse critério analisa se a instalação de painéis solares em infraestruturas comunitárias trouxe benefícios ou mudanças positivas nas atividades ali desenvolvidas ou, por outro lado, se trouxe algum tipo de impacto negativo.

SUBCRITÉRIOS:

(6.1) Escolas

(6.2) Postos de saúde

(6.3) Locais de produção

4.1.2.2 Gestão e planejamento

Assim como qualificou-se os Impactos positivos e negativos gerados pelo projeto desenvolvido pelo ISA, esse trabalho propõe avaliar de maneira qualitativa aspectos de Gestão e planejamento relacionados ao uso dos sistemas de geração fotovoltaica instalados. Levando em consideração que se entende como ideal e almejado o cenário em que as próprias comunidades indígenas seriam responsáveis por todo o processo de administração e oferta de eletricidade (instalação, operação, manutenção) de forma independente, é importante garantir que as aldeias possuam auto-organização suficiente para gerir e planejar a geração e o uso de eletricidade em seus territórios. Assim, a partir da avaliação dos métodos de Gestão e planejamento hoje empregados, é possível entender em que ponto estamos e quais os próximos passos necessários em direção a promoção da total apropriação da operação dos sistemas pelas próprias comunidades indígenas.

Dessa maneira, aqui foram estabelecidos mais seis critérios de avaliação: (7) Projeto e instalação; (8) Operação e manutenção; (9) Saúde e segurança; (10) Modelo de gestão; (11) Sustentabilidade econômica; (12) Financiamento[6]. Mais uma vez, todos os critérios possuem subcritérios que delimitam as dimensões avaliadas dentro do critério em questão. Esses critérios e subcritérios são apresentados nos próximos parágrafos.

(7) Projeto e instalação avalia o processo de projeto e instalação dos sistemas de geração solar, bem como o domínio das comunidades sobre tais técnicas.

SUBCRITÉRIOS:

(7.1) Planejamento

(7.2) Dimensionamento e configurações (aderentes a regulação)

(7.3) Aquisição

(7.4) Logística

(7.5) Contratação de serviços

[6] Para melhor compreensão a numeração dos critérios de avaliação de Gestão e planejamento dá continuidade a contagem dos relacionados a Impactos positivos e negativos.

(8) Operação e manutenção avaliação dos processos de operação e manutenção. Esse critério analisa se as comunidades estão aptas para operar e realizar manutenção dos sistemas instalados no âmbito do projeto desenvolvido pelo ISA. Esse é um ponto chave em direção a continuidade e perenidade do projeto, uma vez que, se as aldeias não tiverem segurança na operação e manutenção, há certo risco que os sistemas instalados entrem em desuso ou que necessitem de cuidados permanentes por parte do ISA ou outros terceiros.

SUBCRITÉRIOS:

(8.1) Acionamento dos sistemas

(8.2) Respeito a limites operacionais acordados

(8.3) Manutenção periódica

(8.4) Disponibilidade de peças

(8.5) Resolução de problemas

(9) Saúde e segurança avalia a adoção de práticas de atenção e cuidados necessários ao se lidar com eletricidade para que se evite acidentes (choques elétricos, incêndios etc.).

SUBCRITÉRIOS:

(9.1) Normas de instalação e proteção

(9.2) Estabelecimento de padrões de segurança e descarte

(9.3) Gestão de resíduos

(10) Modelo de gestão avalia a organização das comunidades para gerirem e operarem todas as etapas de geração e uso de energia.

SUBCRITÉRIOS:

(10.1) Organização das comunidades

(10.2) Operação regional

(10.3) Pessoas responsáveis pelos sistemas

(10.4) Definição de estrutura associativa

(11) Sustentabilidade econômica avalia como as comunidades se organizam ou poderiam se organizar para garantir que haja recursos disponíveis para manter os sistemas de geração funcionando.

SUBCRITÉRIOS:

(11.1) Cotas para manutenção e baterias

(11.2) Remuneração pelos serviços prestados

(11.3) Cobertura pela concessionária responsável

(12) Financiamento avalia as possibilidades de financiamento e fontes de recursos que viabilizem a continuidade e a perenidade do projeto.

SUBCRITÉRIOS:

(12.1) Recursos próprios das comunidades indígenas

(12.2) Recursos filantrópicos

(12.3) Fundo Amazônia

(12.4) Concessionárias

(12.5) Políticas públicas

4.1.3 Limitações

As quatro principais limitações que podem ser identificadas nas entrevistas realizadas são:

- Subjetividade presente nas respostas dos entrevistados;
- Seleção dos entrevistados participantes pode não representar toda a complexidade presente;
- A avaliação dos resultados pelos entrevistadores agrega mais subjetividade à análise;
- Para uma avaliação ainda maior da questão da universalização do acesso à eletricidade em Terras Indígenas (TI), seria interessante realizar uma séria mais estendida de entrevistas, contemplando instituições governamentais, executores e formuladores de políticas indigenistas, distribuidoras de energia, órgãos reguladores do setor elétrico, comunidades de outros territórios indígenas etc. No entanto, tal abordagem mais ampla pode se dar a partir dessa primeira avaliação.

Quadro2: Resumo do tópico sobre abordagem metodológica das entrevistas e avaliações

QUADRO RESUMO
TÓPICO 4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA
Conteúdo:
A partir das entrevistas realizadas, além de observações em campo e consulta a referências bibliográficas, o projeto desenvolvido pelo ISA será aqui avaliado segundo duas perspectivas: (i) Impactos positivos e negativos gerados; (ii) Aspectos de gestão e planejamento.
Discussão:
Levando em consideração que se tem como objetivo final de longo prazo promover acesso a eletricidade ao TIX, de forma que os povos ali presentes possam ter autonomia para decidirem as melhores maneiras tanto de operar os sistemas quanto de usufruírem da energia gerada, eliminando qualquer tipo de dependência externa, é importante analisar e desenhar os aspectos de gestão e planejamento que possibilitarão o alcança desse objetivo. Além disso, a avalição de impactos positivos e negativos orienta a continuidade do projeto de maneira a potencializar os pontos altos e eliminar os baixos.
Objetivos:
(i) Avaliação de Impactos positivos e negativos.
(ii) Avaliação de métodos de Gestão e planejamento empregados.
(iii) Avaliar a execução do projeto até aqui, bem como sua continuidade.
Premissas – Questionários:
A avaliação de Impactos positivos e negativos possui seis critérios auxiliadores: (1) Diminuição da dependência na obtenção de energia; (2) Facilidade de operação e manutenção; (3) Conhecimento sobre opções de tecnologias de geração de energia elétrica; (4) Ampliação da confiabilidade e disponibilidade; (5) Ampliação do senso de resiliência; (6) Infraestrutura comunitária. De forma análoga, a avaliação de aspectos de Gestão e planejamento possui outros seis critérios de análise: (7) Projeto e instalação; (8) Operação e manutenção; (9) Saúde e segurança; (10) Modelo de gestão; (11) Sustentabilidade econômica; (12) Financiamento.

4.2 RESULTADOS

Seguem abaixo as análises resultantes da aplicação do método exposto nos tópicos anteriores.

4.2.1 Impactos positivos e negativos

(1) Diminuição da dependência na obtenção de energia: o projeto desenvolvido pelo ISA está promovendo, em diferentes aldeias xinguanas, a instalação de sistemas de pequeno porte para geração de eletricidade via fonte solar. Tratam-se, em sua maioria, de sistemas de 280 ou 560 Wp de potência nominal. Em cada aldeia, para uso comum dos moradores, instalou-se um desses sistemas em um, e somente um, prédio de interesse comunitário (escolas, postos de saúde, centros de reuniões etc.). Tinha-se, então, o objetivo de demonstrar a tecnologia solar

às comunidades mais do que substituir a tecnologia diesel e resolver os problemas de obtenção de energia que ali existem.

Nesse sentido, nas aldeias onde sistemas de pequeno porte foram instalados, a dificuldade na obtenção de eletricidade, sobretudo devido a dependência do uso de combustíveis como o diesel, permanece presente, uma vez que a oferta de energia solar é restrita frente à demanda. Por outro lado, foi possível observar que o uso de pequenos aparelhos, principalmente lanternas e celulares, foi impulsionado, devido à maior disponibilidade de energia para carregamento desses dispositivos.

Em Diauarum, em especial, foi instalado um sistema de grande porte capaz, dessa vez, de suprir as necessidades básicas de toda a aldeia. Como existia uma forte demanda reprimida, os painéis solares não substituíram completamente o uso de geradores diesel e, atualmente, funciona em Diauarum um sistema híbrido, com a nova tecnologia solar instalada trabalhando em conjunto com os geradores que já estavam ali anteriormente. Isso aumentou a disponibilidade de energia na aldeia e, pelo fato da tecnologia solar ser autônoma e capaz de operar sem o auxílio dos geradores, diminuiu a total dependência de combustível para obtenção de eletricidade. Em uma emergência, em que não haja diesel ou gasolina disponível, os sistemas solares poderão funcionar normalmente, suprindo a demanda da aldeia durante o dia ou enquanto as baterias possuírem carga suficiente.

Figura2 – Sistema solar de pequeno porte instalado em prédio comunitário (posto de saúde) da aldeia Capivara

Figura3 – Sistema solar de grande porte instalado na aldeia Diauarum

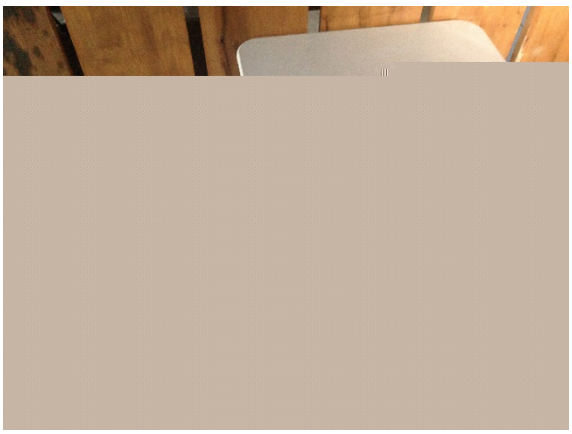
SUBCRITÉRIOS:

(1.1) Redução dos desembolsos feitos pelas famílias: não foi possível medir precisamente esse indicador. No entanto, como os sistemas solares foram empregados com o objetivo de complementar a obtenção de eletricidade, e não de forma a substituir o diesel, as comunidades continuam investindo recursos em combustível. Ou seja, os painéis solares aumentaram a disponibilidade de energia, mas não motivaram o fim do uso que já vinha sendo dado ao diesel nas aldeias.

(1.2) Redução de viagens para compra de combustível: pelos mesmos motivos do item anterior, entende-se que não houve redução de viagens para compra de combustível.

(1.3) Ampliação de usos: como já comentado, percebe-se que a maior disponibilidade de eletricidade proveniente dos sistemas solares motivou maior uso de aparelhos de pequeno porte como celulares e lanternas.

Figura 4 – Celulares sendo carregados em prédio onde os painéis foram instalados, na Samaúma



(2) Facilidade de operação e manutenção: em oposição aos geradores a diesel, a tecnologia solar exige um sistema com menos partes móveis e sem a ocorrência de processos mecânicos, o que garante maior durabilidade de suas peças e diminui a necessidade de manutenções ou mesmo a ocorrência de falhas, bem como dispensa o uso de óleos ou lubrificantes. Fora isso, não é necessário o abastecimento periódico com combustível, como acontece com os geradores. Esses fatos facilitam os processos de operação e manutenção do sistema. Tal facilidade foi citada repetidamente pelas pessoas entrevistadas, indicando que essa característica é vista de forma bastante positiva.

SUBCRITÉRIOS:

(2.1) Facilidade de comissionamento: considera-se que o projeto de sistemas de geração fotovoltaica ou a diesel possuem níveis de complexidade semelhantes. No entanto, o oferecimento de cursos sobre sistemas solares no âmbito do projeto desenvolvido pelo ISA fez com que representantes das aldeias tenham familiaridade com o projeto desses tipos de sistemas, mesmo que de forma ainda inicial. Por outro lado, percebeu-se que não há quase nenhum domínio sobre as etapas necessárias para especificar um sistema a diesel.