



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 ABREVIÇÕES E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas	LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
AIS	Agente Indígena de Saúde	LPT	Luz para Todos
AISAN	Agente Indígena de Saneamento	MME	Ministério de Minas e Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica	PV	Photovoltaic (Fotovoltaica)
ATIX	Associação Terra Indígena Xingu	R\$	Reais
BEN	Balanco Energético Nacional	R\$/kWh	Reais por Quilowatt-hora
CCC	Conta de Consumo de Combustíveis	R\$/mês	Reais por Mês
CDE	Conta de Desenvolvimento da Energia	SasiSUS	Subsistema de Atenção à Saúde Indígena do SUS
CO₂	Dióxido de Carbono	SESAI	Secretaria Especial de Saúde Indígena
DSEI	Distrito Sanitário Especial Indígena	SIGFI	Sistemas Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente
FUNAI	Fundação Nacional do Índio	SIN	Sistema Interligado Nacional
h/dia	Horas por Dia	SUS	Sistema Único de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	TI	Terra Indígena
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente	TIX	Território Indígena do Xingu
ISA	Instituto Socioambiental	TSEE	Tarifa Social da Energia Elétrica
kVA	Quilovolt-ampere	TWh	Terawatt-hora
kWh	Quilowatt-hora	UBS	Unidade Básica de Saúde
kWh/ano	Quilowatt-hora por Ano	UC	Unidade Consumidora
kWh/mês	Quilowatt-hora por Mês	USP	Universidade de São Paulo
kWp	Quilowatt-pico	W	Watt
L_{diesel}/ano	Litros de Diesel por Ano	Wp	Watt-pico
L_{diesel}/mês	Litros de Diesel por Mês	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 E 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 OPÇÕES 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	<i>A prestação do serviço público de energia elétrica: tarifa social de energia elétrica</i>	64
5.4.6	<i>Alterações regulatórias principais</i>	65
5.4.7	<i>O papel das comunidades indígenas para o provimento do serviço público de eletricidade</i>	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 DE 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 DA 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:

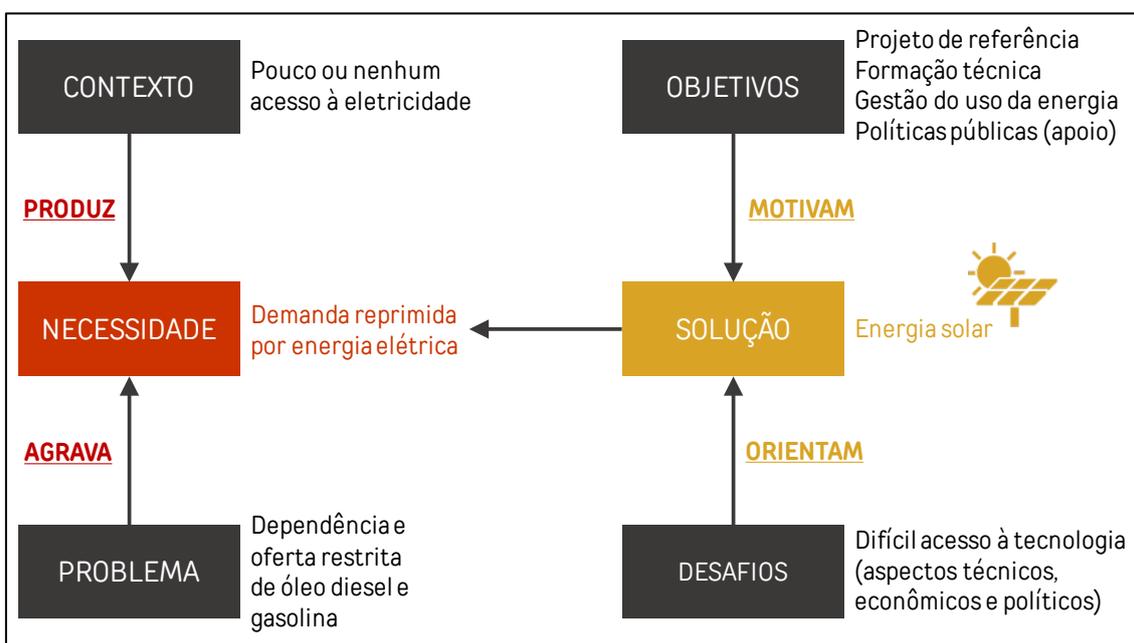
- Motivar o uso consciente da energia;
- Aumentar a segurança energética nas aldeias (garantir oferta mínima de energia).

(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 das 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.

Figura 1: 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, julgaram 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-estruturados¹ direcionados às áreas de atuação da parte entrevistada², 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 registradas³ 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.

Quadro 1: 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-estruturados⁵, 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 funcionamento da tecnologia solar fotovoltaica

(3.2) Conhecimento sobre limites operacionais

(3.3) Conhecimento sobre limites de potência e carga

(3.4) Conhecimento sobre vantagens e desvantagens

(3.5) Conhecimento sobre 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** dão 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.

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 alcance desse objetivo. Além disso, a avaliação 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 auxiliares: (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.

Figura 2 – Sistema solar de pequeno porte instalado em prédio comunitário (posto de saúde) da aldeia Capivara



Figura 3 – 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, em 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.

(2.2) Facilidade de manutenção preventiva: como já comentado, a característica não-mecânica dos sistemas solares faz com que menos cuidados preventivos sejam necessários, facilitando o processo de manutenção. Tarefas como limpeza dos painéis, aperto de conexões, medição de baterias e verificação geral de funcionamento estão sendo executadas pelos responsáveis de cada aldeia e, durante as entrevistas, nenhuma dificuldade importante foi citada.

(2.3) Facilidade de manutenção corretiva: mais uma vez, a característica não-mecânica dos sistemas solares faz com que falhas sejam menos recorrentes. As falhas mais comuns foram solucionadas sem grandes dificuldades até agora: troca de fusível, falha nas baterias, travamento de aparelhos como o inversor. Os entrevistados citaram que, muitas vezes, a própria comunidade foi capaz de solucionar os defeitos, mas há casos em que foi necessário solicitar apoio ao ISA, o que indica que não há pleno domínio dos processos de manutenção corretiva. Pela natureza da tecnologia, a ocorrência de problemas, por mais simples que sejam, pode exigir a troca de placas ou equipamentos inteiros, o que, pela distância em relação a fornecedores, evidencia um ponto de atenção em relação a facilidade de manutenção corretiva dos sistemas solares.

(2.4) Início e desligamento do sistema: não há nenhuma observação importante a ser feita sobre os processos de início e desligamento dos sistemas. A definição de pelo menos uma pessoa responsável por aldeia mostrou-se uma estratégia eficaz e isso tem garantido que os sistemas sejam operados, iniciados e desligados de maneira correta na maioria das vezes.

(2.5) Limites de uso e proteção: a definição de um responsável por aldeia facilita o controle sobre o bom uso dos sistemas, mas, durante as entrevistas, vários exemplos de sobrecarga foram citados. Criou-se a impressão de que nem todos os moradores das aldeias têm total clareza sobre os limites de uso dos sistemas solares. Quanto à proteção, todos os sistemas estão equipados com os dispositivos protetivos necessários: fusíveis, controladores de carga, disjuntores.

(3) Conhecimento sobre opções de tecnologias de geração de energia elétrica: as entrevistas mostraram que há um bom conhecimento sobre as opções tecnológicas de geração de eletricidade: de painéis solares, passando por geradores diesel, biomassa, até linhas de transmissão ligadas a grandes hidrelétricas. De forma geral, também há familiaridade com as vantagens e desvantagens de cada uma delas, com clara preferência pela tecnologia solar. Esse conhecimento é compartilhado em discussões comunitárias.

SUBCRITÉRIOS:

(3.1) Conhecimento sobre funcionamento da tecnologia solar fotovoltaica: há representantes com conhecimento do funcionamento geral da tecnologia solar fotovoltaica. Sabe-se que os painéis utilizam energia proveniente do sol para gerar eletricidade e que as baterias armazenam parte dessa energia. Não há nenhuma familiaridade com a eletrônica envolvida nesse processo, mas isso não impede que os sistemas sejam operados corretamente, apesar de tornar a capacidade de resolução de defeitos de funcionamento mais frágil.

(3.2) Conhecimento sobre limites operacionais: os responsáveis pelos sistemas ou alunos que participaram dos cursos estão cientes da existência de limites de operação e buscam garantir seu cumprimento junto aos demais moradores das aldeias, apesar de aparentarem não entender completamente as motivações desses limites. No entanto, muitas pessoas permanecem sem total clareza de tais limites e utilizam os sistemas solares por meio de tentativa e erro, chegando a ligar equipamentos com potências maiores que as especificadas.

(3.3) Conhecimento sobre limites de potência e carga: idem ao item anterior.

(3.4) Conhecimento sobre vantagens e desvantagens: há bom conhecimento sobre as vantagens da tecnologia solar, com destaque para a economia de recursos a longo prazo, não necessidade de abastecimento com combustível, não emissão de poluentes e gases de efeito estufa, não produção de ruído, além da sustentabilidade ambiental. Porém, não há total conhecimento sobre as desvantagens dessa tecnologia, como a dificuldade de utilização de equipamentos que possuem motores de médio e grande porte ou a necessidade de troca periódica das baterias, após término de sua vida útil.

Um aspecto que deve ser mais bem avaliado e trabalhado é o entendimento, por parte da maioria dos indígenas, de que a tecnologia PV é gratuita e que com ela é possível ter energia sem custo. Avalia-se que esta suposta vantagem deve ser mais bem discutida com os líderes comunitários, pois, apesar de não ser necessário o emprego de desembolsos financeiros periódicos, a sustentabilidade da tecnologia depende da composição de fundos de reserva que deveriam ser formados o quanto antes.

(3.5) Conhecimento sobre viabilidade para uso nas casas: o projeto despertou interesse dos xinguanos em instalar sistemas solares em suas casas, mas há pouca clareza sobre como acessar essa tecnologia, quais as especificações técnicas necessárias e quais os custos financeiros inerentes. Ademais, a ideia de instalar sistemas solares nas casas ainda não está consolidada entre as lideranças, e praticamente todos os entrevistados comentaram que é preciso discutir comunitariamente a cerca dessa questão.

(4) Ampliação da confiabilidade e disponibilidade: mesmo que os sistemas instalados tenham pequeno porte e, portanto, capacidade de suprir apenas baixas demandas (com exceção de Diauarum, onde os sistemas possuem maior potência instalada), pode-se afirmar que o projeto aumentou a disponibilidade de eletricidade nas aldeias. Como já citado, essa maior disponibilidade tem suprido necessidades como carregamento de aparelhos portáteis ou mesmo o uso de computadores. As entrevistas indicam que a confiabilidade desse fornecimento, sobretudo considerando que os sistemas solares são novos e recém instalados, é elevada, e não foram citados problemas que causassem a interrupção do funcionamento dos sistemas.

SUBCRITÉRIOS:

(4.1) Horas de disponibilidade: na maioria das aldeias visitadas, o sistema a diesel, quando disponível, era ligado no começo da noite, permanecendo ativo por cerca de quatro horas, gerando, portanto, quatro horas de disponibilidade de eletricidade. Os painéis solares complementam essa disponibilidade uma vez que geram energia durante o dia, período em que, anteriormente, não havia eletricidade. Por meio das baterias, a

disponibilidade de eletricidade durante a noite também poderia ser acrescida da energia gerada pelos painéis, mas as aldeias, juntamente com o ISA, estipularam que os sistemas instalados só devem ser usados durante o dia, a não ser em casos de emergência. Além de evitar que as baterias sejam sobrecarregadas ou sejam utilizadas de maneira incorreta, por exemplo por meio de seu descarregamento total, isso garante que sempre haja certa reserva de energia, aumentando a confiabilidade na obtenção de eletricidade.

Figura 5 – Baterias instaladas em Samaúma, aumentando a confiabilidade na obtenção de eletricidade



(4.2) Interrupções: como o projeto atende o fornecimento de energia apenas a um prédio comunitário, não suprimindo toda a demanda energética das aldeias, as comunidades permanecem vulneráveis a interrupções.

(4.3) Redução de horas interrompidas não previstas: pelo mesmo motivo do item (4.2), as comunidades permanecem vulneráveis a interrupções não previstas.

(5) Ampliação do senso de resiliência: o aumento da disponibilidade de eletricidade por meio dos sistemas solares e, principalmente, a reserva de energia por meio do armazenamento em baterias ampliou o senso de resiliência das comunidades.

SUBCRITÉRIOS:

(5.1) Comunicação: nas entrevistas, não houve relatos de necessidades de comunicação que foram solucionadas graças aos sistemas solares instalados. Todavia, a sensação de segurança criada por mais essa forma de acesso à eletricidade foi citada com bastante ênfase por diversos atores entrevistados.

(5.2) Saúde: análogo ao item anterior.

(5.3) Imprevistos: análogo ao item (5.1).

(6) Infraestrutura comunitária: avalia-se que não aconteceram mudanças significativas nas atividades já desempenhadas nas infraestruturas comunitárias onde os sistemas solares foram instalados. No entanto, houve, sim, aumento das perspectivas de uso de equipamentos, por enquanto supridas principalmente com celulares e lanternas, havendo casos de uso dos sistemas solares para alimentação de aparelhos de som, como microfones e amplificadores, utilizados em reuniões comunitárias ou mesmo em cultos evangélicos (aldeia Moitará).

SUBCRITÉRIOS:

(6.1) Escolas: a descrição geral do item (6) contempla esse subcritério.

(6.2) Postos de saúde: a descrição geral do item (6) contempla esse subcritério.

(6.3) Locais de produção: a descrição geral do item (6) contempla esse subcritério.

4.2.2 *Gestão e planejamento*

(7) Projeto e instalação: avalia-se que a etapa de projeto foi bem-sucedida, sendo que nenhum entrevistado citou qualquer ponto de atenção em relação a esse quesito. Sobre as instalações, destaca-se os mutirões, quando os alunos dos cursos de formação puderam participar ativamente das etapas de instalação dos sistemas, potencializando o processo de aprendizado e apropriação do conhecimento. Muitos entrevistados comentaram que tais mutirões configuraram etapa importante do processo de formação. O único porém citado refere-se ao fato da grande quantidade de pessoas envolvidas e a distância entre formação e instalação ter prejudicado a participação de todos de uma forma mais ativa.

SUBCRITÉRIOS:

(7.1) Planejamento: a instalação seriada de várias unidades de sistemas solares em aldeias relativamente distantes e com acesso apenas via rio exigiria grande planejamento de aquisição de equipamentos em tempos corretos (as baterias, por exemplo, não poderiam permanecer estocadas, pois isso comprometeria suas capacidades de armazenamento de energia), logística de transporte e estoque, além de relação com terceiros (fornecedores, prestadores de serviço etc.). Mesmo nesse contexto delicado, os entrevistados não citaram nenhum acontecimento que comprometesse o processo de projeto e instalação de maneira relevante. Destaca-se como ponto de atenção o fato das atividades contarem fortemente com mutirões espontâneos. Não foi o caso, mas isso deixou as atividades vulneráveis a imprevistos circunstanciais.

(7.2) Dimensionamento e configurações (aderentes a regulação): segundo entrevista realizada com a equipe do Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da USP, os sistemas projetados e instalados já contemplam as exigências regulatórias da ANEEL.

(7.3) Aquisição: vide texto referente ao subcritério (7.1).

(7.4) Logística: vide texto referente ao subcritério (7.1).

(7.5) Contratação de serviços: vide texto referente ao subcritério (7.1).

(8) Operação e manutenção: percebe-se que os cursos de formação foram bastante eficazes em preparar pessoas responsáveis pela operação dos sistemas; objetivo esse que foi facilitado também por algum conhecimento prévio que os alunos tinham devido ao contato com a tecnologia solar empregada em iniciativas anteriores ou paralelas, como a instalação, pela SESAI, de bombas d'água alimentadas por painéis solares. Todas as aldeias possuem pelo menos um responsável pela operação dos sistemas solares. Destaca-se como ponto de atenção o fato dessa operação e, conseqüentemente, do conhecimento em si parecer estar concentrado em um número pequeno de pessoas.

Quanto aos processos de manutenção, as comunidades se atêm a cuidados básicos, como limpeza dos painéis. Todos os entrevistados citaram com elevada ênfase a necessidade de maior capacitação para que seja possível planejar a gestão e a manutenção dos equipamentos, bem como para se capacitarem mais sobre tecnologia solar de uma forma geral (sente-se que o conhecimento ainda é muito superficial).

Nas aldeias onde os sistemas solares ainda não foram instalados, os alunos dos cursos de formação afirmam que o elevado intervalo de tempo entre aulas e a disponibilidade da tecnologia na aldeia fez com que o conhecimento tenha sido perdido, uma vez que não foi possível colocar em prática os novos aprendizados. Esses alunos não transparecem segurança para operação e manutenção dos sistemas, o que configura um ponto de atenção importante.

Nota-se que, devido ao curto espaço de tempo entre a instalação e uso dos painéis e a aplicação dessa avaliação, não foi possível identificar se a operação no médio e longo prazo se sustentará. Recomenda-se avaliações contínuas durante as próximas etapas do projeto.

SUBCRITÉRIOS:

(8.1) Acionamento dos sistemas: o acionamento tem sido feito da maneira adequada; sem pontos de atenção para esse subcritério.

(8.2) Respeito a limites operacionais acordados: de forma geral, os acordos são respeitados, mas, como já citado, há casos de desrespeito aos limites, o que indica que conversas em comunidade ainda se fazem necessárias para conscientizar todos sobre a maneira adequada de uso dos sistemas.

(8.3) Manutenção periódica: ainda não há um planejamento bem estruturado de manutenção.

(8.4) Disponibilidade de peças: alguns alunos dos cursos receberam kits de ferramentas e medidores⁷, mas o número fornecido pode não ter sido suficiente, pois, nas entrevistas, houve citações de falta de ferramentas de trabalho.

(8.5) Resolução de problemas: não há uma estratégia estruturada de resolução de problemas; defeitos são tratados caso a caso. Para problemas de maior complexidade, conta-se com o auxílio dos alunos do curso de formação que mais tiveram destaque ou, em último caso, com a ajuda da equipe de campo do ISA.

⁷ Receberam o kit os alunos que participaram da segunda formação, patrocinada pela Schneider Electric.

(9) Saúde e segurança: não foi observado nenhum ponto de risco em relação ao quesito saúde e segurança. Destaque para o cabeamento enterrado e para o acesso relativamente controlado às salas onde estão instaladas as baterias, inversores, controladores de carga etc., diminuindo as chances de acidente. Todos os sistemas foram projetados considerando dispositivos de proteção contra falhas elétricas (disjuntores, fusíveis etc.).

Deve-se ressaltar que há necessidade de capacitação junto aos indígenas sobre essa dimensão.

SUBCRITÉRIOS:

(9.1) Normas de instalação e proteção: os sistemas seguem as normas de segurança.

(9.2) Estabelecimento de padrões de segurança e descarte: não há padrões bem definidos.

(9.3) Gestão de resíduos: não há padrão de gestão de resíduos bem definido ainda. O descarte de equipamentos fora de uso, sobretudo baterias, pode se tornar um problema bastante relevante a médio prazo (as baterias têm vida útil de cerca de cinco anos). Durante as entrevistas, as lideranças indígenas demonstraram não estarem completamente cientes que chegará um momento em que as baterias, por exemplo, terão de ser trocadas.

(10) Modelo de gestão: quesito ainda um tanto incipiente; não há um modelo de gestão consolidado. Em praticamente todas as entrevistas, comentou-se que é necessário discutir comunitariamente com o objetivo de desenhar tal modelo. As comunidades transparecem não saber como poderiam agir de maneira a promover a formalização do fornecimento de eletricidade ao Xingu. Talvez seja interessante fomentar palestras ou cursos que abordem aspectos administrativos e institucionais relacionados a gestão formal da operação dos sistemas de geração de eletricidade.

SUBCRITÉRIOS:

(10.1) Organização das comunidades: por enquanto, as comunidades têm se organizado apenas como consumidores de energia. Ainda é preciso desenhar a organização comunitária que transforme esses consumidores também em administradores dos processos de geração e oferta de eletricidade.

(10.2) Operação regional: não há operação regional estruturada. As comunidades se organizam de forma relativamente independente e descentralizada, em que cada aldeia é responsável pelos sistemas ali instalados. Talvez seja interessante a formalização de equipes regionais, responsáveis pelo funcionamento dos sistemas dentro de um determinado raio de atuação.

(10.3) Pessoas responsáveis pelos sistemas: as entrevistas apontam que há um bom número de pessoas capacitadas para serem responsáveis pelos sistemas.

(10.4) Definição de estrutura associativa: ainda não houve nenhuma mobilização nessa direção.

(11) Sustentabilidade econômica: esse é um critério que representa um ponto de atenção em direção a continuidade do projeto, pois ainda não há estratégias consolidadas para expansão e perenidade do projeto para além do recurso filantrópico.

SUBCRITÉRIOS:

(11.1) Cotas para manutenção e baterias: não há.

(11.2) Remuneração pelos serviços prestados: não há.

(11.3) Cobertura pela concessionária responsável: não há.

(12) Financiamento: assim como o critério (11) Sustentabilidade econômica, esse é um critério que representa um ponto de atenção em direção a continuidade do projeto, pois ainda não há estratégias consolidadas para expansão e perenidade do projeto para além do recurso filantrópico.

SUBCRITÉRIOS:

(12.1) Recursos próprios das comunidades indígenas: não se identificou organização nesse sentido. Ver critério 3.4.

(12.2) Recursos filantrópicos: atualmente, trata-se da principal fonte de recurso para o projeto.

(12.3) Fundo Amazônia: não foram citados projetos que busquem incluir a iniciativa de geração fotovoltaica de eletricidade dentro daquelas a serem contempladas pelo Fundo Amazônia.

(12.4) Concessionárias: não há planos de atendimento para o Xingu.

(12.5) Políticas públicas: não foi possível identificar políticas públicas sendo implementadas no TIX, apesar dos programas Luz para Todos e Tarifa Social da Energia Elétrica⁸ contemplarem terras indígenas. As entrevistas evidenciaram bastante resistência por parte das comunidades indígenas em relação ao Luz para Todos, por conta de experiências anteriores ruins. Seria preciso pensar, juntamente com as comunidades, um modelo ideal de atendimento do TIX por meio do Luz para Todos e outras políticas públicas.

⁸ Vide ANEXO A – POLÍTICAS PÚBLICAS DO SETOR ELÉTRICO: PROGRAMA LUZ PARA TODOS, CONTA DE DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA (CDE), CONTA DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS (CCC), TARIFA SOCIAL DA ENERGIA ELÉTRICA (TSEE).

4.3 RECOMENDAÇÕES PARA CONTINUIDADE E GESTÃO DO PROJETO

A análise das entrevistas, bem como dos dados prévios e resultados do projeto até o momento indicaram ações que devem ser priorizadas no curto prazo e outras que devem ser desenvolvidas em um horizonte de tempo maior.

Foram identificados três pilares que podem orientar as ações em função dos objetivos do ISA e da Associação Terra Indígena Xingu (ATIX). Estes são:

1. **Operação e Manutenção:** operação e manutenção do sistema do Xingu;
2. **Preparação para ampliação:** construção de bases para ampliação da eletrificação com painéis solares;
3. **Ampliação sustentada:** ampliação da eletrificação com painéis solares para maior atendimento das demandas presentes nas comunidades.

Notadamente, o primeiro aspecto é o que possui maior impacto no curto prazo e é onde os indígenas, tanto nas aldeias contempladas com os sistemas fotovoltaicos quanto nas que ainda aguardavam a instalação, solicitaram mais atenção.

Nos itens seguintes, objetiva-se a proposição de orientações gerais acerca dos próximos passos a serem desenvolvidos.

4.3.1 Resultados alcançados no projeto

Dentre os resultados alcançados no projeto, o que mais se destacou, a partir da abordagem metodológica estabelecida, foi a percepção dos benefícios da tecnologia solar frente aos sistemas de geração a combustível fóssil (diesel ou gasolina). Esses benefícios foram percebidos a partir de diferentes dimensões: ambiental, manutenção, grau de independência, entre outras. Nesse sentido, a abordagem prática proposta pelo ISA demonstrou-se efetiva na medida em que possibilitou alteração das preferências tecnológicas das comunidades.

Esse resultado permite ao ISA e à ATIX a continuidade de seus esforços na ampliação do fornecimento de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos e assim, futuramente, romper com o histórico do uso de diesel no TIX.

Dentre os pontos de destaque acumulados até o momento pelo projeto, podemos destacar três principais aspectos associados a cada um dos itens de análise, conforme Tabela 2. Destaca-se aqui que há outros resultados também significativos alcançados pelo projeto, porém estes são os aspectos que mais se destacam e que permitem a consolidação do projeto e sua decorrente alavancagem.

Tabela 2: Pontos de destaque acumulados até o momento a partir dos critérios de gestão e planejamento (item 4.2.2)

Dimensão	Pontos Fortes
Projeto e Instalação (critério 7)	<i>Grande número de comunidades com painéis solares.</i>
Operação e manutenção (critério 8)	<i>Grande número de indígenas que já conhecem a tecnologia. Pequeno número de indígenas com conhecimentos mais avançados - especialistas.</i>
Saúde e segurança (critério 9)	
Modelo de Gestão (critério 10)	
Sustentabilidade Econômica (critério 11)	
Financiamento (critério 12)	

Fonte: Elaboração própria.

A partir do estágio atual do projeto e dos aspectos acima listados, deve-se refletir sobre quais podem ser os próximos passos para o projeto e quais ações precisariam de priorização.

4.3.2 Aspectos a serem priorizados para a perenidade do projeto

Conforme citado acima, foram definidos três pilares para orientação das ações de gestão e planejamento do projeto. A partir deles, foram identificadas macroações que devem ser priorizadas para o bom andamento do projeto ou que habilitam o desenvolvimento de outros objetivos.

Entre os três pilares estabelecidos, há um encadeamento temporal lógico, em que o primeiro pode ser atendido com ações de curto-prazo (1-2 anos) e os demais com ações de médio (2-3 anos) e longo prazo (+3 anos). Estes prazos são apenas sugeridos e podem ser alongados em função da realidade do projeto. Entretanto, deve-se considerar que o programa Luz para Todos foi renovado de 2018 até 2022. Após esse período, há riscos de que o programa possa não ser continuado, portanto seria adequada a consideração deste calendário político para as ações no TIX.

A Tabela 3 apresenta os pilares e as ações associadas a cada um deles. A terceira coluna indica se ação habilita outros resultados para o projeto. Ou seja, uma vez que a ação é realizada e os resultados a ela associados são capturados no projeto, avalia-se se eles habilitam outras ações associadas ao pilares e objetivos do projeto.

Tabela 3: Pilares e macro ações de planejamento e gestão do projeto

Pilares	Macroações	Resultados habilitam outros objetivos no âmbito do projeto?
Operar e Manter	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar novos sistemas em outras aldeias e para outros usos 	Não
	<ul style="list-style-type: none"> • Assegurar o funcionamento dos sistemas existentes 	Sim
	<ul style="list-style-type: none"> • Definir com a ATIX o modelo para atendimento do serviço de eletricidade no TIX 	Sim
	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver modelo de operação e manutenção 	Sim
	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar e formar especialista e lideranças comunitárias para operar e manter os sistemas instalados 	Sim
	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar os usos e o desenvolvimento dos sistemas 	Não
	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar o entendimento das necessidades energéticas e seu desenvolvimento 	Não
	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar articulações com outras instituições 	Sim
Preparar Ampliação	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir formas de viabilizar o atendimento com a ATIX 	Sim
	<ul style="list-style-type: none"> • Avançar na articulação com instituições do setor elétrico e organizações da sociedade civil 	Sim
	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar proposta de atendimento do TIX 	Não
Ampliação Sustentada	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar protocolo de consulta contendo desenho da proposta de eletrificação do TIX 	Não
	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar a ampliação do projeto 	Não

Fonte: Elaboração própria.

A discussão aqui proposta consiste em construir um paradigma de transformação, com ações de consolidação, ações que habilitam e ações que irão promover a transformação desejada. Esses três passos estão associados aos três pilares acima definidos. Neste sentido, a expectativa que se identifica como transformação é o provimento do serviço público de energia elétrica que atenda às necessidades e anseios dos xinguanos.

4.3.2.1 Curto prazo e consolidação: Operar e manter o sistema

A **primeira ação** recomendada, e que já está prevista pelo ISA, é a **instalação dos sistemas previstos em aldeias que tinham sido mapeadas para recebimento dos sistemas fotovoltaicos**. Essa ação é importante para evitar assimetria de benefícios e assegurar que as expectativas geradas inicialmente sejam atendidas. Além disso, a conclusão dessa ação permitirá à ATIX e ao

ISA o entendimento acerca dos reais desafios associados à operação e manutenção dos sistemas.

É provável que o uso e o respeito aos limites dos equipamentos variem em função de cada aldeia, mas também da aplicação definida. Aqui haverá um desafio associado ao processo de manutenção, pois a ampliação da cobertura do programa elevará a necessidade de estoque de peças de reposição e atendimento a problemas que não possam ser resolvidos nas próprias aldeias. Nesse sentido, torna-se necessário e basilar que os sistemas **continuem operando e com níveis de confiabilidade aceitáveis (segunda ação)**.

A terceira ação prioritária seria a ATIX e o ISA definirem um modelo de atendimento conceitual para o sistema de eletrificação do Xingu. Algumas respostas poderiam ser determinadas em discussões entre as instituições, seriam elas:

1. A ATIX centralizará as atividades?
2. Qual a relação entre ISA e ATIX nesse caso do projeto?
3. Até onde vai a atuação do ISA e da ATIX e quais as responsabilidades de cada aldeia?
4. O modelo será centralizado pela ATIX ou as aldeias irão se organizar de maneira independente?
5. Quais as vantagens e desvantagens de cada abordagem?
6. Qual o modelo que permitirá a replicação tanto do escopo do projeto quanto para o atendimento das casas?

Na avaliação do IEMA, a dita terceira ação é fundamental, pois habilitará outras ações e proporcionará maior eficiência de investimento de recursos por parte do ISA. Ou seja, ao definir uma visão de mais curto prazo que habilite uma visão de mais longo prazo, as definições decorrentes ficam mais fáceis de serem aplicadas, com a certeza de que estão alinhadas a um projeto maior que está sendo construído. Ademais, essas discussões e criação de uma visão de mais curto prazo permite alinhar investimentos e esforços necessários ao projeto.

A título de exemplo, a definição do processo de treinamento pode ser facilitada se houver uma discussão sobre o modelo de operação que se espera para o sistema do Xingu.

A quarta ação é o desenvolvimento de um modelo de operação e manutenção, alinhado às discussões prévias associadas a terceira ação. Esse modelo deverá responder a todos os aspectos associados a operação e manutenção dos sistemas, bem como uma avaliação acerca de custos associados aos mesmos:

1. Teremos especialistas por aldeias ou por polos?
2. Quais os níveis de treinamento para os especialistas? Que tipo de atividades desejamos que sejam realizadas por eles? Qual o papel deles na transferência de conhecimentos simples às aldeias? Quais os treinamentos necessários? Eles poderão realizar ou prover esses treinamentos?
3. Teremos dois níveis de almoxarifado, um na aldeia e outro por polo?
4. Onde armazenaremos os registros de cada sistema, bem como seu histórico de manutenção, na aldeia ou em um local central?
5. Como se dará o sistema de reposição de peças?

6. Quais serviços de manutenção serão assegurados às aldeias? Há previsão de custos para a formação dos indígenas e para compra de peças? Quais as fichas de controle que necessitam de desenvolvimento?

A quinta ação é a definição de um processo de capacitação específico para especialistas e um segundo para lideranças nas comunidades. Os especialistas poderiam passar por treinamentos intensos em universidades e retornarem ao TIX. Após essa fase, eles (os especialistas) poderiam capacitar as lideranças responsáveis pela manutenção básica dos painéis e por explicar as regras para a comunidade. Segundo a avaliação do IEMA a partir das entrevistas, o processo de capacitação dos indígenas foi muito rápido e com muitas pessoas ao mesmo tempo, além de, para o caso de aldeias que não receberam os sistemas, existir um grande intervalo de tempo entre formação e oportunidade de colocar o aprendizado em prática. Seria necessário o investimento em mais treinamento dos indígenas. No entanto, avalia-se que este processo poderia ocorrer após a definição das ações 3 e 4.

Outro aspecto a ser discutido refere-se à remuneração dos indígenas que serão especialistas. Aqui é importante avaliar qual a melhor abordagem a ser utilizada⁹.

A sexta ação é o monitoramento do uso e o desenvolvimento dos sistemas fotovoltaicos. Esta ação consiste na implantação de dispositivos de monitoramento e mensuração para levantamento de evidências acerca do incremento do consumo de energia por parte dos indígenas, bem como quanto a definição de sistema de tarifação e métodos para melhor organização das comunidades. Essas ações são importantes para facilitar o diálogo entre ISA, ATIX e agentes do setor elétrico. As evidências empíricas reunidas podem ser importante material de discussão junto ao setor quanto à adequação de políticas públicas de universalização do acesso à energia para a realidade indígena.

Além disso, essas mensurações podem fornecer insumo para discussões acerca de pagamento de energia elétrica por parte dos indígenas. Há evidências relevantes encontradas em campo de que as comunidades indígenas do Xingu teriam economia de recursos proporcionalmente significativa caso fossem tarifadas a partir de patamares de tarifa social. Os gastos associados à gasolina ou diesel podem ser significativamente maiores do que esse sistema.

Um dos desafios de projetos como os que o ISA desenvolveu no TIX é o entendimento acerca das necessidades energéticas atuais e futuras das comunidades indígenas. Devido ao baixo acesso à energia elétrica os projetos tendem a subestimar as rápidas alterações nos padrões de consumo e cultura que o maior acesso à eletricidade pode propiciar. Aqui há desafios tanto para o dimensionamento físico dos sistemas de oferta energética, quanto também para um entendimento acerca dos impactos culturais e conflitos geracionais que podem ocorrer. Reforça-se a necessidade do monitoramento de indicadores de consumo para favorecer o diálogo a partir de evidências tanto com as comunidades, quanto com o setor elétrico.

⁹ A remuneração dos especialistas, apesar de importante, pode representar um desafio significativo para o ISA, pois seria necessário levantamento de recursos específicos com doações ou contato direto com a distribuidora de energia. Essa última atuação pode não ser adequada, ao menos no estágio atual de desenvolvimento do projeto. Nesse sentido, a troca do gerador diesel por bombas fotovoltaicas pode permitir que os recursos dispendidos ao diesel sejam investidos em pagamento de especialista e compra de peças de reposição, porém há que se avaliar a possibilidade desta realocação com a SESAI (órgão responsável por tal recurso).

Além disso, o maior acesso à energia pode habilitar novas atividades produtivas e novos empreendimentos. **Dessa maneira, a sétima ação de recomendação ao planejamento é o monitoramento das alterações dos hábitos de consumo e das novas demandas de energia.** Diferentemente da recomendação anterior, essa tem por objetivo se antecipar a alterações nos padrões de consumo e favorecer discussões quanto a impactos nos sistemas de geração. Esses fatores podem favorecer decisões por parte dos indígenas quanto a limites de consumo, definição de novas regras, entre outros aspectos. Se na sexta recomendação a atenção principal estaria voltada a mensuração de dados de consumo, aqui o foco seria a revisão de regras e acordos que podem se tornar não efetivos em função de alterações dos padrões de consumo e podem, inclusive, gerar problemas para manutenção dos equipamentos¹⁰.

A oitava e última recomendação é a necessidade de articulação entre as diferentes instituições do sistema indígena e instituições do setor elétrico. As políticas públicas existentes no setor elétrico tentam de alguma maneira incorporar a questão indígena e promover o acesso à eletricidade. Porém, há significativo espaço para aprendizado dessas instituições. Além disso, o IEMA identificou o papel fundamental que as distribuidoras de energia elétrica têm no processo de universalização [2].

Outro ponto fundamental é que o desenvolvimento do serviço público de energia elétrica deve ocorrer dentro do sistema formal, pois isso assegurará que os investimentos e a manutenção dos sistemas sejam financiados por meio de encargos setoriais já existentes. O IEMA desencoraja ações que tentem resolver o atendimento apenas com recursos das comunidades indígenas ou com recursos filantrópicos. Em nossa avaliação, instalação, manutenção e operação de sistemas em quantidades mínimas para atendimento de necessidades energéticas são um direito dos povos e devem ser providos pelo setor elétrico. Essas ações paralelas podem, portanto, implicar em abrir mão de direitos previstos na constituição federal [2].

No entanto, há que se ponderar quanto a necessidades de energia elétrica que podem motivar ações individuais das comunidades. Com a redução dos custos da tecnologia fotovoltaica e sua disseminação, será inevitável que ações de indivíduos para ter acesso à energia elétrica ocorram. Porém, deve-se recomendar que o processo de pressão aos comitês estaduais e a distribuidoras seja priorizado.

Os projetos que são desenvolvidos com recursos de doação devem servir de piloto e de demonstração para criação e desenvolvimento de conhecimento para facilitar o diálogo com o setor em busca de modelos sustentáveis de operação.

Além da dimensão do direito, os investimentos em eletrificação e sua manutenção podem significar elevados montantes de recursos, conforme iremos demonstrar mais adiante.

Das oito ações previstas neste primeiro bloco, apenas três são de ordem técnica ou que envolvem a instalação de equipamentos. As demais são o que se pode caracterizar de ações de nível de desenvolvimento organizacional. Em nossa avaliação, esses poderiam ser os esforços para os próximos anos de projeto. Isto porque estas ações, se bem resolvidas, podem alavancar

¹⁰ Há diversas experiências de projetos de eletrificação rural que indicam que as regras e acordos para a manutenção e operação dos sistemas devem ser rediscutidas em função das rápidas alterações nos padrões de consumo da energia elétrica.

os resultados do projeto e dar contribuições efetivas para políticas públicas que envolvam o atendimento do serviço de eletricidade em Terras Indígenas.

4.3.2.2 Médio prazo e habilitação: Preparar a ampliação

Para o médio prazo foram identificadas três ações que seriam importantes de serem avaliadas pela equipe do ISA e da ATIX.

A primeira delas refere-se a discussão quanto a formas de viabilizar o atendimento do serviço público para o TIX. Se no primeiro bloco de ações havia a recomendação de se definir um modelo conceitual e a forma de operação e manutenção. Agora caberá a definição acerca do modelo de financiamento dos sistemas, sua relação com os sistemas formais de serviço público de energia e o modelo de negócio do sistema.

Para tanto, todos os subsídios técnicos, tanto de monitoramento de uso dos sistemas (sexta ação) quanto do desenvolvimento das necessidades energéticas (sétima ação) discutidas no bloco anterior, serão fundamentais para balizar as discussões dessa ação.

Ao final dessa ação, espera-se que tanto o ISA quanto a ATIX tenham clareza de qual a melhor maneira¹¹ de se relacionar com estruturas formais do setor elétrico.

A segunda ação está associada a criação de articulação com instituições do setor elétrico e organizações da sociedade civil. Avalia-se que uma vez que o ISA e a ATIX tenham clareza quanto ao modelo a ser desenvolvido, será fundamental a articulação com organizações da sociedade civil, comitês estaduais do Luz para Todos, Ministério de Minas e Energia (MME), entre outros.

A terceira e última ação proposta nesse bloco é a elaboração de uma proposta detalhada envolvendo: instalação, operação e manutenção, forma de mediação e tarifação, arranjos e flexibilidades, atribuição de responsabilidade entre as partes envolvidas etc.

4.3.2.3 Longo prazo: Ampliação sustentada

A terceira fase está associada a transformação final que se objetiva ver no TIX, conforme citado acima. Nesta fase, há apenas dois pontos a serem considerados. A apresentação da proposta formal pelas instituições envolvidas e a aplicação do protocolo de consulta de maneira formal.

Aqui é importante frisar que o rol de instituições a ser envolvido dependerá da maneira como a ATIX e o ISA irão desenhar o modelo de atendimento. Iremos discutir estes aspectos nos itens seguintes.

Após essa fase, a aprovação da proposta de atendimento e do modelo a ser implantado, o projeto passará por uma fase de implantação e ampliação. Torna-se importante frisar que nesse momento são fundamentais investigações de impacto sociocultural que possam monitorar o desenvolvimento da implantação dos sistemas.

¹¹ O IEMA realizará um estudo dos diferentes formatos de atendimento. Aqui há algumas possibilidades já inicialmente identificadas, são elas: permissionárias, autoprodução, cooperativas de atendimento e prestação de serviço para a distribuidora.

4.3.3 Riscos e medidas de mitigação

Ao longo deste item, foram feitas diversas ressalvas quanto ao desenvolvimento do trabalho. Na avaliação do IEMA, o projeto desenvolvido pela ISA é um importante laboratório com resultados que podem ser importantes fundamentos para alimentação e avaliação das atuais políticas públicas do setor elétrico.

A Tabela 4, apresentada abaixo, indica quais os principais riscos que, na avaliação do IEMA, devem ser monitorados e acompanhados pelo ISA. Torna-se importante citar que muitos deles estão considerados na discussão realizada nos itens acima.

Tabela 4: Mapeamento dos principais riscos

Risco	Descrição do Risco	Classificação	Ação de Mitigação
<i>Indígenas e a tecnologia PV</i>	Como possui um elevado custo e exige restrições de potência, pode existir frustração com a tecnologia.	Baixo	Capacitar representantes locais em cada aldeia para manter o diálogo constante. Monitorar reduções de custo.
<i>Armazenamento ou potência dos painéis</i>	Painéis podem não atender necessidades das comunidades por limitações de potência ou armazenamento de energia (baterias).	Médio	Capacitar representantes locais em cada aldeia para manter o diálogo constante. Monitorar reduções de custo. Discutir modelo de ampliação.
<i>Manutenção dos painéis</i>	Manutenção dos painéis pode ser um desafio na medida em que grande parte das aldeias forem atendidas.	Baixo	Formar especialistas por regiões, capazes de desempenhar tarefas em diferentes níveis de complexidade. Esses especialistas também podem ser formadores de representantes locais das aldeias.
<i>Sustentabilidade no longo prazo</i>	Sustentabilidade no longo prazo. Item associado a recursos para troca de bateria, ampliação e reposição de peças.	Alto	Discutir com a ATIX formas de sustentar o programa de maneira independente do ISA. Avaliação de sistemas comunitários de cotas e políticas públicas.
<i>Impactos Econômicos</i>	Em função de como o modelo é estruturado podem existir problemas associados a capacidade de pagar.	Baixo	Monitorar.
<i>Impactos Culturais</i>	Em função do maior acesso e disponibilidade de energia elétrica podem ocorrer impactos culturais.	Médio	Monitorar e promover reuniões sistemáticas de discussão.

Fonte: Elaboração própria.

Um último aspecto relevante associa-se a oportunidade e o caminho que o ISA precisaria desenhar para sua saída do projeto. Esse é um grande risco que deve ser avaliado pela instituição, pois, apesar da importância e presença do ISA no TIX, deve-se considerar qual deveria ser o papel do ISA ao longo do amadurecimento do projeto e qual a contribuição efetiva da instituição afim de conferir sustentabilidade ao serviço de energia elétrica. Esse aspecto não foi objetivo da avaliação realizada pelo IEMA.

4.4 CONCLUSÃO PARCIAL

A primeira parte do relatório teve por objetivo avaliar os principais aspectos qualitativos identificados a partir da leitura dos documentos, resultados das entrevistas e avaliação dos pesquisadores.

Os resultados permitiram a avaliação dos principais aspectos de gestão e de sustentabilidade do projeto. Esses pontos fundamentaram a discussão e proposição de ações prioritária.

A segunda parte do relatório trata dos aspectos mais quantitativos da avaliação, bem como traz maiores detalhes sobre possibilidades de integração com políticas públicas.

5. CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA

Para realizar avaliações quantitativas e facilitar o entendimento sobre o contexto do uso de eletricidade no Território Indígena do Xingu (TIX), bem como para conhecer os desafios que poderão surgir em ações que visem elevar a quantidade de energia disponível às comunidades locais, essa seção apresenta uma análise técnico-econômica simplificada do consumo de energia elétrica no TIX.

Nos próximos itens, serão apresentadas estimativas de consumo energético e custos econômicos de atendimento, além de emissões de carbono, a partir de cálculos realizados para três diferentes cenários de demanda (atual, regulatório e ideal). Cada cenário leva em consideração duas tecnologias de geração de eletricidade (solar fotovoltaica e diesel), trabalhando isoladamente (sistema dedicado) ou em conjunto (sistema híbrido)¹².

Com os resultados em mãos, será possível avaliar os investimentos e perspectivas de longo prazo para o TIX, além de identificar pontos de atenção e discutir a adoção de ações para que o projeto seja incorporado por políticas públicas brasileiras, com foco no setor elétrico.

Quadro 3: Resumo do tópico sobre análise técnico-econômica

QUADRO RESUMO

TÓPICO 5. CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA

Conteúdo:

Análise técnico-econômica do consumo de energia elétrica no TIX.

Resultados:

Estimativas de consumo de energia e custos econômicos de atendimento, além de emissões de CO₂, para três diferentes cenários de demanda, considerando tecnologias de geração de eletricidade que mais se adequem ao contexto das aldeias do Xingu.

Objetivos:

- (i) Avaliar a demanda por eletricidade, os custos e as perspectivas de longo prazo.
- (ii) Identificar ações e desafios para a garantia da sustentabilidade do projeto.
- (iii) Discutir políticas públicas para fornecimento de eletricidade ao TIX.

Premissas – Cenários e Tecnologias:

Três diferentes cenários de demanda (atual, regulatório e ideal). Cada cenário produz resultados para duas opções tecnológicas de oferta de eletricidade (solar fotovoltaica e diesel), trabalhando isoladamente (sistema dedicado) ou em conjunto (sistema híbrido).

¹² Os cenários e premissas serão explicados com detalhes na sessão 5.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA.

5.1 INDICADORES DESENVOLVIDOS PARA ANÁLISE DOS CENÁRIOS

Os próximos parágrafos listam e definem os principais indicadores desenvolvidos no decorrer da análise técnico-econômica de consumo e custos proposta, além de discutir brevemente a relevância de cada um deles. Esses parâmetros, assim como os resultados intermediários necessários, foram determinados para cada um dos três cenários de consumo (ideal, regulatório e atual) e serão explorados nos tópicos a seguir. Para cálculo de cada um dos valores, utilizou-se um conjunto de fórmulas matemáticas, sistematizadas no Apêndice presente na página 106 deste documento, assim como adotou-se algumas hipóteses simplificadoras, comentadas em 5.2.2 Limitações.

(1) Consumo de eletricidade mensal (kWh/mês) ou anual (kWh/ano): valor mensal ou anual de consumo de energia em uma ou mais unidade consumidora¹³, conforme posse e regime de uso de equipamentos elétricos.

Por meio desse indicador, é possível quantificar o uso atual que as comunidades xinguanas fazem de eletricidade, bem como estimar demandas reprimidas. Assim, pode-se projetar novos cenários tecnológicos que atendam às necessidades básicas por energia, avaliando os desafios técnicos e econômicos que precisarão ser superados.

(2) Consumo anual médio de eletricidade por habitante (kWh/ano/habitante): consumo equivalente de eletricidade por morador de uma aldeia, ou conjunto delas, no decorrer de um ano.

Casas indígenas xinguanas abrigam famílias de, em média, dez integrantes, havendo exemplos de domicílios com cerca de quarenta moradores [3]. Por isso, além de quantificar o consumo de eletricidade com base apenas na figura da unidade consumidora, é preciso estimar a eletricidade disponível para cada habitante do Xingu. Como os níveis de acesso mínimo à energia, estabelecidos em políticas de atendimento a comunidades remotas¹⁴, consideram fornecimento por unidade consumidora e não por habitante, o indicador “Consumo de eletricidade por habitante” busca ponderar se esses níveis de acesso são adequados ao contexto do TIX. Ademais, esse indicador permite comparar a energia per capita no Xingu com aquela disponível em outras regiões do Brasil.

(3) Consumo mensal (L_{diesel} /mês) ou anual (L_{diesel} /ano) de combustível para geração de eletricidade: volume de combustível utilizado no decorrer de um mês ou de um ano para gerar, a partir de tecnologia diesel, a energia elétrica demandada nos diferentes cenários.

A necessidade de abastecimento periódico das aldeias com diesel está no centro dos obstáculos inerentes ao consumo de eletricidade no Xingu. O acesso a esse combustível é bastante custoso, envolvendo grandes distâncias, não existência de transporte e armazenamento adequados,

¹³ Unidade consumidora representa uma casa indígena ou um prédio de uso coletivo.

¹⁴ “Na perspectiva do setor elétrico, toda comunidade que não está conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), por razões técnicas ou econômicas, é qualificada como um sistema isolado. Os agrupamentos mais afastados das sedes municipais, com pouca densidade populacional e baixa economia de escala são classificados como regiões remotas dos sistemas isolados.” [2]

elevados preços e grande sensibilidade quanto a variações do mercado, além do risco de acidentes (explosão, intoxicação etc.) ou de contaminação ambiental. O consumo de combustível pode ser considerado, portanto, um indicador do nível de vulnerabilidade de acesso à eletricidade. Quanto maior o consumo e a dependência de diesel, mais custoso tende a ser o uso de energia elétrica na região.

(4) Emissões de CO₂ atreladas ao uso de diesel em geradores elétricos (toneladas/ano): estimativa da massa de dióxido de carbono emitida na atmosfera devido à queima de combustível fóssil (diesel) no processo de geração de eletricidade.

O consumo de diesel também está ligado às mudanças climáticas, pois trata-se de uma fonte de emissão de gases de efeito estufa. Promover a diminuição ou o fim do uso desse combustível é também uma forma de mitigar as causas antropogênicas do aquecimento global. Esse indicador quantifica o potencial de abatimento de emissões de carbono, por meio da opção tecnológica solar fotovoltaica.

(5) Especificação de potência dos sistemas de geração de eletricidade por meio de tecnologia solar fotovoltaica (kWp) ou por grupo gerador movido a diesel (kVA): potência nominal mínima necessária para que o aparato tecnológico (solar ou diesel) possa gerar toda a eletricidade demandada.

Aqui encontra-se um indicador intermediário utilizado para determinar o investimento inicial em tecnologia. Sistemas com maior potência nominal suprem demandas maiores por energia, mas são proporcionalmente mais caros.

(6) Investimento inicial em tecnologia (R\$): investimento para adquirir toda a tecnologia de geração de eletricidade (solar ou diesel) necessária para suprir a demanda projetada em um determinado cenário; vale frisar que aqui não estão contabilizados os custos de manutenção e operação de tais tecnologias.

Com esse indicador é possível comparar a diferença entre os investimentos iniciais referentes às abordagens tecnológicas em análise. A necessidade de investimentos iniciais mais baixos se mostra um ponto atrativo da tecnologia diesel. No entanto, para que se faça uma opção assertiva, é muito importante também considerar todos os outros custos, atrelados à operação e manutenção dos sistemas durante todo seu tempo estimado de uso. Nesse sentido, a tecnologia diesel tem demonstrado menor custo benefício, uma vez que o gasto acumulado com combustível supera a diferença entre investimentos iniciais em aparatos baseados em diesel e em energia solar. Dessa maneira, o indicador “*Investimento inicial*” deve ser analisado em conjunto com o “*Custo nivelado da energia elétrica*”, discutido a seguir.

(7) Custo nivelado da energia elétrica (R\$/kWh): custo de fornecimento de energia em um determinado horizonte temporal, considerando investimentos para aquisição de tecnologia/equipamentos, despesas fixas atreladas à operação e manutenção dos sistemas, compra de combustível ou baterias, além de embutir a taxa de retorno dos investidores.

Conforme citado anteriormente, para uma configuração equivalente de potência e capacidade de geração de energia elétrica, a tecnologia solar ainda apresenta preços de mercado consideravelmente maiores do que aqueles encontrados para grupos geradores a diesel. Porém, a análise do real custo benefício de cada tecnologia deve considerar todo o ciclo de vida do empreendimento, por meio da avaliação do indicador “*Custo nivelado da energia elétrica*”, que determina quanto precisa ser de fato desembolsado para cada quilowatt-hora gerado e consumido. A relevância do indicador “*Custo nivelado da energia*” reside, portanto, na possibilidade de utilizá-lo para demonstrar que, para empreendimentos de médio e longo prazo, a tecnologia solar tende a ser mais econômica, pois exige menores gastos recorrentes com operação e manutenção.

(8) Custo total de operação e fornecimento da energia elétrica (R\$/mês): quantifica o valor necessário para remunerar a geração mensal de eletricidade demandada pelos consumidores, conforme o indicador “*Custo nivelado da energia elétrica*”. Em outras palavras, trata-se da multiplicação do “*Consumo de eletricidade mensal*” pelo “*Custo nivelado da energia elétrica*”¹⁵, resultando na quantia que deve ser efetivamente paga mês a mês para saldar, a longo prazo, o “*Investimento inicial em tecnologia*” de geração, e, a curto prazo, os gastos com operação e manutenção do sistema, como compra de combustível, no caso da geração a diesel.

O custo mensal de operação e fornecimento da energia elétrica pode ser quitado inteiramente por aquele que, diretamente, consumiu a energia gerada, ou dividido em uma parcela de responsabilidade do consumidor final e outra subsidiada pela sociedade, por meio de diferentes políticas. Essa última opção tem sido a mais comumente empregada pelo setor elétrico para atender comunidades remotas com vulnerabilidade de acesso à eletricidade. A apuração desse indicador é, portanto, um passo intermediário que nos permitirá avaliar a grandeza dos subsídios empregados (diferença entre o custo real de operação e o preço que chegará aos consumidores finais). Custos totais de operação e fornecimento de energia muito elevados exigirão subsídios maiores, o que pode dificultar o levantamento de todo recurso necessário e, conseqüentemente, comprometer a sustentabilidade econômica do projeto.

(9) Preço da energia para o consumidor final (R\$/mês): preço que chegaria ao consumidor nos diferentes cenários. A partir do consumo mensal, determina-se a conta que um possível consumidor xingano pagaria pela energia demandada do sistema durante o mês, levando em consideração as políticas de desconto da Tarifa Social¹⁶.

Esse indicador pode servir de insumo para responder duas perguntas chave na tarefa de avaliar se as atuais políticas públicas de atendimento da demanda por energia elétrica em comunidades remotas, em especial indígenas, são adequadas para o contexto do Xingu:

- (i) As comunidades xinganas estariam dispostas e, sobretudo, teriam condições de pagar os valores levantados por meio desse indicador?
- (ii) As políticas atuais garantem acesso apropriado ao uso de eletricidade?

¹⁵ Vide fórmula matemática correspondente no APÊNDICE C – FÓRMULAS MATEMÁTICAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA.

¹⁶ A lógica da Tarifa Social está detalhada no ANEXO A deste documento.

(10) Subsídios (R\$): denota a parcela do custo da energia que seria subsidiada pela sociedade, o que é equivalente a diferença entre o custo real do fornecimento de energia e o valor que seria efetivamente pago pelos consumidores enquadrados como beneficiários das políticas públicas referentes ao Programa Luz para Todos, à Conta de Consumo de Combustíveis (CCC) e aos descontos cumulativos da Tarifa Social¹⁷.

Ao mensurar o valor dos subsídios equivalentes contidos nas políticas públicas do setor elétrico, busca-se avaliar quanto do orçamento público seria comprometido, assim como se seria sustentável economicamente repensar ou elevar tais subsídios, visando melhor atender populações como as do Xingu.

Quadro 4: Resumo do tópico sobre indicadores de análise

QUADRO RESUMO

TÓPICO 5.1 INDICADORES DESENVOLVIDOS PARA ANÁLISE DOS CENÁRIOS

Conteúdo:

O trabalho propõe dez indicadores de análise técnico-econômica: (1) consumo de eletricidade; (2) consumo per capita; (3) uso de combustível; (4) emissões de CO₂; (5) potência dos equipamentos de geração; (6) investimento inicial necessário; (7) valor por quilowatt-hora; (8) custo real de atendimento; (9) preço para consumidores finais; e (10) subsídios.

Discussão:

Os indicadores quantificam, em grandes números, o uso de eletricidade no Xingu, bem como os custos econômicos atrelados; jogando luz sobre os desafios que poderão surgir ao se caminhar em direção a uma realidade de maior acesso à energia.

Todos os indicadores estão inter-relacionados e, passo a passo, culminam em dois resultados importantes: “preço para consumidores finais” e “subsídios”. A ponderação desses dois últimos resultados é central na avaliação da viabilidade técnico-econômica de projetos de fornecimento de energia ao Xingu, pois (i) apontam se as políticas de universalização da energia se adequam ao contexto econômico local, e (ii) indicam se os subsídios do setor elétrico são apropriados para garantir maior acesso à eletricidade para comunidades remotas.

Em uma análise de longo prazo, a soma dos valores acumulados de “preço para consumidores finais” com o total de “subsídios” denota o volume de investimentos exigido para executar projetos de fornecimento de energia ao TIX. Quantificar tal volume enriquece o entendimento da viabilidade econômica dessas iniciativas, tanto sob o olhar das políticas públicas quanto no contexto de uma possível arrecadação de recursos independentes, que possibilitem a concretização desses projetos de forma paralela ao poder público.

Objetivos:

- (i) Quantificar, em valores aproximados, as características de consumo de energia no Xingu, além dos custos econômicos inerentes.
- (ii) Possibilitar a comparação entre diferentes cenários de oferta de energia.

¹⁷ As definições referentes a essas políticas públicas do setor elétrico encontram-se no ANEXO A.

- (iii) Favorecer a avaliação crítica quanto à forma de atuação do ISA e dos povos do Território Indígena do Xingu.

Premissas – Fórmulas Matemáticas e Valores Adotados:

O formulário matemático e os valores fixos adotados, utilizados para modelar os fenômenos físicos e econômicos referentes a cada indicador, encontram-se listadas no Apêndice que se inicia na página 106.

5.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

5.2.1 *Premissas*

5.2.1.1 *Descrição dos cenários*

Os resultados/indicadores foram obtidos para três cenários de demanda energética: (i) atual, (ii) regulatório e (iii) ideal. Dessa maneira, é possível comparar valores referentes ao acesso à energia entre essas diferentes perspectivas.

Cabe reforçar que duas tecnologias de geração estão sendo consideradas: solar e diesel. Levando isso em consideração, três avaliações serão realizadas para cada cenários. A primeira contempla a continuidade da prática atual (linha de base), com atendimento por meio de geradores a diesel. A segunda considera que toda a demanda por eletricidade seria inteiramente suprida por sistemas de geração solar fotovoltaica. Por último, a terceira avaliação pondera a opção pelo atendimento híbrido, com tecnologias solar e diesel empregadas em conjunto, de forma a se complementarem.

Os itens a seguir definem cada um dos cenários de demanda adotadas no presente estudo.

(i) Cenário Atual:

O cenário atual se propõe a simular a realidade de consumo de eletricidade hoje observada no Território Indígena do Xingu. Esse cenário foi desenhado com base em visitas realizadas a aldeias do Xingu¹⁸ e no documento “*Levantamento do Consumo de Energia do Diauarum*” [4], que lista a posse e o regime de uso de equipamentos elétricos na aldeia Diauarum, sendo validado pelo coordenador técnico do projeto do Instituto Socioambiental. Ademais, a eletricidade disponível nesse cenário foi ponderada pelo volume estimado de diesel mensalmente utilizado pelas comunidades¹⁹.

¹⁸ Viagem ao Território Indígena do Xingu realizada em julho de 2018, com visitas às seguintes aldeias: Arayo, Boa Esperança, Capivara, Diauarum, Guarujá (Kwaryjá), Khikatxi, Moitará, Moygu, Pavuru e Tuiararé.

¹⁹ Buscou-se levantar a cota mensal de diesel utilizada por meio de entrevistas realizadas com lideranças das comunidades visitadas e com a equipe de campo do ISA. Apesar disso, não foi possível precisar um valor confiável, uma vez que (i) o diesel é adquirido por diferentes atores (associações, particulares, órgãos governamentais de saúde indígena, ISA etc.), e (ii) nem sempre essas cotas são fixas. Dessa maneira, os números obtidos foram utilizados apenas como norteadores para o delineamento do Cenário Atual de consumo de eletricidade, mas não para fixação de valores de forma rigorosa.

(ii) Cenário Regulatório:

Esse cenário considera que cada unidade consumidora (casas, escolas, alojamentos etc.) demandaria 50 kWh/mês, uma vez que *“as famílias indígenas e quilombolas inscritas no Cadastro Único²⁰ que atendam aos requisitos tem desconto de 100% até o limite de consumo de 50 kWh/mês”* [5].

Vale frisar que o setor elétrico ainda não exerce formalmente o serviço de fornecimento de eletricidade no território das aldeias xinguanas²¹.

(iii) Cenário Ideal:

Aqui pressupõe-se o atendimento das demandas reprimidas observadas no cenário atual. O cenário ideal considera uma maior quantidade e um maior regime de uso de equipamentos, sendo concebido segundo entrevistas com moradores de aldeias do TIX sobre suas necessidades e perspectivas de uso de dispositivos eletroeletrônicos, bem como de eletricidade de forma geral. Além disso, o cenário de consumo visto como ideal foi ajustado conforme amostras de casas que mais possuíam equipamentos no inventário disponível no documento *“Levantamento do Consumo de Energia do Diauarum”* [4]. Assim, adotou-se como premissa que todas as casas do território tendem a possuir tantos equipamentos quanto os existentes nas casas que mais consomem energia no Diauarum, um polo base²² onde os moradores costumam ter maior acesso a fontes de renda e à posse de aparelhos eletrônicos.

(iv) Nota sobre os cenários:

É preciso ressaltar que o presente estudo não se propõe a projetar a realidade futura do Xingu de maneira detalhada e com o mínimo de incertezas, de forma que possa servir de subsídio para decisões específicas, como a compra imediata de novos equipamentos, por exemplo. Os cenários se propõem apenas a orientar de forma inicial o desenho de ações que caminhem em direção a uma conjuntura de maior acesso à energia no Xingu, indicando, em grandes números, os investimentos, custos e benefícios atrelados.

²⁰ *“O Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal é um instrumento que identifica e caracteriza as famílias de baixa renda, permitindo que o governo conheça melhor a realidade socioeconômica dessa população. A partir de 2003, o Cadastro Único se tornou o principal instrumento do Estado brasileiro para a seleção e a inclusão de famílias de baixa renda em programas federais. Também pode ser utilizado para a seleção de beneficiários de programas ofertados pelos governos estaduais e municipais.”* [10]

²¹ *Atualmente, em relação à geração de eletricidade no TIX, o Estado se faz presente na figura do Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) Xingu, unidade gestora descentralizada do Subsistema de Atenção à Saúde Indígena do SUS (SasiSUS) e que fornece equipamentos de geração de eletricidade para as aldeias, bem como garante uma cota mensal de combustível para abastecimento de grupos geradores diesel. A principal motivação do DSEI Xingu é garantir que as aldeias tenham pleno acesso ao bombeamento e armazenamento de água potável, o que é essencial sob o aspecto da promoção da saúde e prevenção de doenças. De todo modo, parte da eletricidade produzida com esses recursos é utilizada para suprir outras pequenas demandas, principalmente iluminação.*

²² *Aldeia que centraliza serviços acessados por comunidades próximas, como a UBS ou a distribuição de combustível proveniente do DSEI Xingu.*

5.2.1.2 Configuração dos prédios em cada cenário

A diferenciação entre cenários acontece por meio de configurações específicas de consumo de energia, ou posse e regime de uso de equipamentos, para cada tipo de prédio presente nas comunidades xinguanas.

Para as estimativas de consumo e custos aqui desenvolvidas, foram consideradas dez categorias diferentes de prédios, que estão listadas na Tabela 5. Cabe destacar que outros tipos de prédios podem, sim, ser encontrados nas aldeias do TIX, como os próprios alojamentos utilizados pela equipe de campo do ISA. Contudo, considera-se que os prédios aqui listados cobrem satisfatoriamente a realidade, de acordo com observações feitas nas aldeias visitadas e, novamente, com o trabalho de “*Levantamento do Consumo de Energia do Diauarum*” [4].

CATEGORIAS DE PRÉDIOS	
Alojamento – Casa de Apoio	Alojamentos e casas de apoio utilizados sob demanda para receber visitantes ou trabalhadores esporádicos. Considerou-se, conforme “ <i>Levantamento do Consumo de Energia do Diauarum</i> ” [2], que, nesses prédios em específico, não há uso de eletroeletrônicos, e a iluminação (lâmpadas) trata-se da única fonte de consumo.
Alojamento – Equipe Saúde	Casas utilizadas por pessoas de fora das aldeias, que trabalham na área da saúde, como médicos, enfermeiros ou técnicos.
Alojamento – FUNAI	Alojamento utilizado sob demanda para hospedar representantes da FUNAI durante visitas às aldeias. Considerou-se que, nesses prédios, não há uso de eletroeletrônicos, e a iluminação (lâmpadas) trata-se da única fonte de consumo.
Associação	Espaço utilizado para reuniões, eventos ou trabalhos relacionados às associações indígenas, como a ATIX ou outras associações regionais.
Bombeamento de Água	A bomba de água não se trata de um prédio propriamente dito, mas, aqui, é considerada separadamente por ser uma das principais fontes de consumo de energia nas aldeias. Ou seja, deve-se entender “ <i>Bombeamento de Água</i> ” como sendo um prédio hipotético onde a bomba de água está instalada.
Equipamento Produtivo	Construção utilizada como apoio às atividades produtivas ou econômicas realizadas nas aldeias. Nesse trabalho, considera-se a denominação “ <i>Equipamento Produtivo</i> ” como referente a um edifício genérico que demande energia a ser utilizada com ferramentas de trabalho (compressor, furadeira etc.) ou equipamentos de apoio (lâmpadas). Apiários, oficinas e as Casas de Sementes são exemplos de prédios considerados como equipamentos produtivos.
Escola	Prédio utilizado para atividades de educação, ensino e cultura.
Espaço de Vivência	Prédio utilizado para atividades em comum, como reuniões, confecção de artesanato ou refeições.
Unidade Básica de Saúde (UBS)	Centro de atenção primária à saúde, com atendimento médico e odontológico, focado na promoção do bem-estar, ações preventivas e cuidados iniciais ou de baixa complexidade.
Casa	Unidade familiar destinada à habitação/residência. No Xingu, uma casa abriga, em média, dez pessoas, mas esse número pode chegar a mais de quarenta moradores em uma só residência. [3]

Tabela 5: Categorias de prédios consideradas no estudo

Em um mesmo cenário, cada uma dessas categorias de prédios possui uma configuração padrão fixa de equipamentos. Esse arranjo pode variar para cenários diferentes, alterando, assim, a demanda energética dos prédios e, conseqüentemente, dos cenários.

Para exemplo e comparação, as configurações de casa padrão adotadas em cada cenário são apresentadas a seguir. A casa trata-se do prédio que mais tem sua configuração padrão modificada conforme os cenários, já que se entende que as unidades familiares estão entre as principais fontes de demanda reprimida por energia, tanto pela perspectiva de compra de novos dispositivos eletrônicos quanto pela necessidade de mais horas diárias de disponibilidade de eletricidade²³. As características particulares dos demais prédios nos diferentes cenários podem ser consultadas no Apêndice presente na página 114.

(i) Casa padrão no Cenário Atual:

CENÁRIO ATUAL: CASA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Familiar	Celular	10	5	50	2	100
Familiar	Lâmpada LED	9	3	27	4	108
Familiar	Lanterna	5	6	30	0,25	7,5
Familiar	Receptor de TV	30	1	30	4	120
Familiar	Televisão	60	1	60	4	240

Tabela 6: Configuração padrão para prédios da categoria "Casa" no Cenário Atual

(ii) Casa padrão no Cenário Regulatório:

Por se tratar de um cenário controlado em que o uso de energia por qualquer unidade consumidora foi pré-fixado em 50 kWh/mês, não havia necessidade de se estimar o consumo mensal por categoria de prédio e, assim, não foram desenhadas configurações de equipamentos para cada prédio.

De todo modo, para ilustração e comparação com os demais cenários, a Tabela 7 exemplifica uma configuração de equipamentos que demandaria cerca de 50 kWh/mês por casa.

²³ A grande maioria das aldeias têm apenas 4 horas diárias de disponibilidade de energia elétrica, majoritariamente gerada por meio da tecnologia diesel.

CENÁRIO REGULATÓRIO: CASA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Familiar	Celular	10	5	50	2	100
Familiar	Geladeira	125	1	125	4	500
Familiar	Lâmpada LED	9	4	36	4	144
Familiar	Lanterna	5	6	30	0,25	7,5
Familiar	Notebook	65	1	65	4	260
Familiar	Ralador de Mandioca	367,75	1	367,75	0,25	91,94
Familiar	Receptor de TV	30	1	30	4	120
Familiar	Televisão	60	1	60	4	240

Tabela 7: Possibilidade de configuração para prédios da categoria "Casa" no Cenário Regulatório

(iii) Casa padrão no Cenário Ideal:

CENÁRIO IDEAL: CASA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Familiar	Celular	10	5	50	2	100
Familiar	DVD	80	1	80	1	80
Familiar	Geladeira	125	1	125	8	1000
Familiar	Lâmpada LED	9	6	54	8	432
Familiar	Lanterna	5	6	30	0,25	7,5
Familiar	Notebook	65	1	65	4	260
Familiar	Ralador de Mandioca	367,75	1	367,75	0,25	91,94
Familiar	Receptor de TV	30	1	30	4	120
Familiar	Som	80	1	80	2	160
Familiar	Tanquinho	200	1	200	1	200
Familiar	Televisão	60	1	60	4	240

Tabela 8: Configuração padrão para prédios da categoria "Casa" no Cenário Ideal

5.2.1.3 Número de prédios simulados: Aldeia x Território Inteiro

Os indicadores listados no tópico 5.1 foram calculados para os três cenários de análise, sempre olhando para as duas opções tecnológicas em estudo, tanto trabalhando de forma dedicada quanto em um sistema híbrido. Logo, os resultados foram alcançados para dois grandes fatores: (i) Sistema Tecnológico; e (ii) Cenário de Consumo.

Como existem três formatos de sistemas tecnológicos de geração de eletricidade (solar, diesel ou híbrido), e três cenários de consumo (ideal, regulatório ou atual), há nove combinações de grupos de indicadores. Essas possibilidades estão sistematizadas na Tabela 9.

SISTEMA TECNOLÓGICO	CENÁRIO DE CONSUMO
Solar	Ideal
	Regulatório
	Atual
Diesel	Ideal
	Regulatório
	Atual
Híbrido (solar e diesel)	Ideal
	Regulatório
	Atual

Tabela 9: Possíveis combinações de sistemas tecnológicos e cenários

Em uma visão de longo prazo, o desafio a ser superado é possibilitar que todos os povos xinguanos possam acessar energia elétrica sem grandes entraves, além de terem total autonomia para decidirem como usar esse recurso, conforme suas necessidades e características culturais. Por isso, esse estudo obteve combinações de indicadores para todo o território indígena, de forma que os resultados possam subsidiar planos de ações do ISA, dos povos do Xingu, ou mesmo do poder público, em direção a formalização do fornecimento de eletricidade ao TIX.

No entanto, inicialmente, decidiu-se por analisar as combinações de indicadores tendo apenas uma aldeia como localidade atendida. Isso trouxe os números para ordens de grandeza mais palpáveis, facilitando o processo de interpretação dos resultados e de comparação com a realidade. Visando esse objetivo, escolheu-se a aldeia Diauarum como exemplo e objeto de estudo por ser aquela que mais possuía informações sistematizadas disponíveis [4].

É preciso salientar que o caso de Diauarum não se trata de uma simulação a parte, mas sim de uma amostra contida dentro da simulação de todo o Território Indígena do Xingu. Após entender os resultados obtidos para Diauarum, basta extrapolar a simulação para o TIX inteiro, obtendo-se, dessa vez, combinações de indicadores, segundo cenários e tecnologias, com números ampliados que contemplam todas as aldeias locais.

A distinção entre as simulações relacionadas à aldeia de Diauarum e ao TIX inteiro encontra-se na quantidade de prédios presentes em cada uma dessas duas localidades. Buscando referências no “Censo Indígena do Xingu” [3], desenvolvido pela Unifesp em 2016, no documento “Levantamento do Consumo de Energia do Diauarum” [4], assim como nas visitas a aldeias em julho de 2018, e em entrevistas realizados com o coordenador do projeto desenvolvido pelo ISA, chegou-se em composições específicas de prédios pertinentes à aldeia de Diauarum e a todo território do Xingu. Tais composições estão evidenciadas na Tabela 10 e na Tabela 11. Esse arranjo não corresponde de forma exata à realidade, uma vez que o Xingu e suas aldeias estão em constante mudança, mas trata-se de um modelo que padroniza as aldeias e cobre a realidade de forma aproximada.

**CONFIGURAÇÃO DOS NÚMEROS DE PRÉDIOS PARA SIMULAÇÃO
DE INDICADORES REFERENTES À ALDEIA DIAUARUM**

CATEGORIA DE PRÉDIO	USO	UNIDADES
Alojamento – Casa de Apoio	Comunitário	6
Alojamento – Equipe de Saúde	Comunitário	1
Alojamento – FUNAI	Comunitário	1
Associação	Comunitário	1
Bombeamento de Água	Comunitário	1
Equipamento Produtivo	Comunitário	1
Escola	Comunitário	1
Espaço de Vivência	Comunitário	1
UBS	Comunitário	1
Casa	Familiar	32

Tabela 10: Quantidade aproximada de cada categoria de prédio em Diauarum

**CONFIGURAÇÃO DOS NÚMEROS DE PRÉDIOS PARA SIMULAÇÃO
DE INDICADORES REFERENTES À TODO O TERRITÓRIO INDÍGENA DO XINGU**

CATEGORIA DE PRÉDIO	USO	UNIDADES
Alojamento – Casa de Apoio	Comunitário	16
Alojamento – Equipe de Saúde	Comunitário	4
Alojamento – FUNAI	Comunitário	4
Associação	Comunitário	4
Bombeamento de Água	Comunitário	90
Equipamento Produtivo	Comunitário	90
Escola	Comunitário	88
Espaço de Vivência	Comunitário	90
UBS	Comunitário	4
Casa	Familiar	621

Tabela 11: Quantidade aproximada de cada categoria de prédio no Território Indígena do Xingu

Nota sobre o número de prédios no TIX:

Para chegar aos números apresentados, as seguintes premissas para o território foram levadas em conta:

- Existem 90 aldeias no TIX [3];
- A média de casas por aldeia é igual a 6,9, totalizando 621 unidades familiares²⁴ [3].

Para cada aldeia, foi contabilizado:

- 1 “Bombeamento de Água”;
- 1 “Equipamento Produtivo”;
- 1 “Espaço de Vivência”.

²⁴ Esses números podem variar, de acordo com a dinâmica de construção de novas casas e aldeias.

- O território possui 88 escolas distribuídas em diferentes aldeias.
- Existem 4 polos bases indígenas: Diauarum, Pavuru, Wawi e Leonardo.

Para cada polo, foi contabilizado:

- 4 “Alojamentos – Casas de Apoio”;
- 1 “Alojamento – Equipe Saúde”;
- 1 “Alojamento – FUNAI”;
- 1 “Associação”;
- 1 “UBS”.

5.2.2 Limitações

As principais limitações metodológicas estão listadas a seguir.

- O fato dos cenários de consumo adotarem prédios padronizados, com características fixas de posse e uso de equipamentos, não permite quantificar diferenças entre cada unidade consumidora ou mesmo entre aldeias. Por exemplo, naturalmente, alguns prédios ou aldeias possuem maior quantidade e diversidade de equipamentos, o que não é capturado pelo modelo.
- O Cenário Regulatório não faz distinção alguma entre o consumo de cada categoria de prédio. Assim, por exemplo, um “Alojamento – Casa de Apoio” tem o mesmo consumo de uma “UBS”, o que sabidamente não acontece, afinal, qualquer UBS possui um arranjo de equipamento relevantemente maior de que um simples alojamento de apoio.
- Conforme explanado no tópico 5.2.1.1, o Cenário Regulatório estabelece que todo e qualquer prédio consumirá 50 kWh/mês. Esse valor refere-se ao consumo máximo passível de isenção de cobrança, segundo regras da Tarifa Social [5]. No entanto, tal patamar foi estipulado pela ANEEL pensando em unidades residenciais e não em outros tipos de consumidores como escolas ou postos de saúde, que, por sua vez, possuem características de consumo diferentes daquelas apresentadas para residências.
- O modelo considera dez categorias de prédio e ignora qualquer outra construção que não se enquadre em nenhuma delas.
- A quantidade de prédios em cada localidade de atendimento (TIX inteiro ou Diauarum) é estimada e hipotética, logo, apresenta diferenças em relação à realidade.
- A sazonalidade do uso da energia conforme as horas do dia, ou mesmo conforme os meses do ano, não é considerada.
- As fórmulas matemáticas são simplificadas e adotam alguns valores fixos que, na prática, podem variar conforme os cenários, características de uso dos equipamentos ou mesmo conjunturas econômicas. Dependendo da referência, encontra-se, por exemplo, valores de baterias (R\$/kWh) apreciavelmente diferentes.

- No cálculo de “*Investimentos iniciais*”, não são levados em consideração os preços de equipamentos de apoio como parafusos, cabeamento, suportes, medidores elétricos, chaves, ou mesmo os preços de transporte e instalação dos aparelhos.
- A análise de ciclo de vida aqui proposta para quantificação do “*Custo nivelado da energia*” não contabiliza tributações ou possíveis variações econômicas do mercado. Além disso, para determinação desse indicador, adotou-se a taxa de remuneração dos empreendimentos como sendo igual a 8,09% [6], porcentagem autorizada pela ANEEL para cálculo das tarifas empregadas por distribuidoras de energia, mas que não necessariamente se adequa ao contexto de fornecimento de eletricidade ao Xingu.
- Sabe-se que alguns eletrodomésticos²⁵ possuem características eletromagnéticas que fazem com que, ao serem acionados, altos picos de corrente se estabeleçam. Esses picos, mesmo que por um milionésimo de segundo, tendem a ser muito maiores do que os suportados por aparelhos tipicamente utilizados para geração solar fotovoltaica, como o controlador de carga e o inversor. Essa particularidade pode ser um limitante para o uso de geração solar ou, ao menos, exigir configurações de maior potência nominal. Entretanto, nesse estudo, as especificações de potência dos sistemas de geração desconsideram tais particularidades das cargas.
- Com o passar do tempo e conforme o uso, um equipamento de produção de eletricidade (gerador ou painel fotovoltaico) pode perder eficiência, diminuindo sua capacidade de fornecer energia. Em um projeto de equipamentos a serem utilizados por um longo período, deve-se levar em consideração esse fenômeno de deterioração (modelado por meio de um fator de deterioração) para garantir que, mesmo com uma possível perda de eficiência, o sistema seja capaz de fornecer toda a potência necessária. Nesse trabalho, não foram considerados fatores de deterioração no cálculo de “*Especificação de potência dos sistemas de geração de eletricidade*”, pressupondo-se que esses valores não são altos suficiente para distorcer significativamente a análise proposta.
- As “*Emissões de CO₂*” aqui estimadas referem-se apenas àquelas provenientes da efetiva queima de combustíveis em geradores diesel. Não foram contabilizadas, portanto, todas as outras emissões provenientes da cadeia de fornecimento do diesel (refino, armazenamento, distribuição etc.).

5.2.3 Aviso de precaução

É muito importante ressaltar que os cálculos apresentados nesse tópico não se propõem a cumprir rigorosamente todos os passos necessários para um projeto de engenharia, tanto do ponto de vista técnico e físico quanto do ponto de vista econômico e financeiro.

Trata-se de uma primeira, e bastante simplificada, estimativa, considerando algumas premissas gerais que podem mudar consideravelmente. Deve-se, portanto, utilizar os resultados obtidos com cautela, focando em se obter apenas uma visão geral do problema.

²⁵ Essencialmente aqueles que contêm motores elétricos de média ou alta potência, como geladeiras ou freezers.

QUADRO RESUMO
TÓPICO 5.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Conteúdo:

O modelo se propõe a representar uma média da realidade de consumo energético e, conseqüentemente, de custos por meio de dois grandes fatores direcionadores: (i) sistema tecnológico de geração de eletricidade; e (ii) cenários de demanda.

Discussão:

Há três possibilidades de sistema tecnológico de geração: (a) solar dedicado; (b) diesel dedicado; ou (c) sistema híbrido, com tecnologias solar e diesel trabalhando em conjunto e de forma complementar. Por outro lado, existem três cenários de consumo/demanda: (a) ideal; (b) regulatório; e (c) atual.

Para obtenção dos resultados, as seguintes premissas foram definidas: cada cenário possui configurações padrão de posse e uso de equipamentos para dez diferentes categorias de prédios; além disso, cada localidade de atendimento possui quantidades específicas de cada categoria de prédio.

Objetivos:

- (i) Estipular hipóteses padronizadoras que permitam a simulação de cenários.
- (ii) Abranger a maioria das características básicas de construções e prédios presentes nas aldeias.
- (iii) Estimar a realidade média de consumo de eletricidade no Xingu.

Premissas – Configurações Padrão:

A metodologia estipulou configurações padrão para cada prédio e cenário de demanda, que podem ser consultadas no Apêndice presente na página 114.

5.3 RESULTADOS

O Apêndice presente na página 120 lista extensivamente os resultados simulados para Diauarum e para o TIX como um todo. Os próximos tópicos resumem e discutem alguns desses resultados, bem como avaliam as perspectivas de políticas públicas de fornecimento de energia ao Xingu, usando os indicadores propostos como base para tal avaliação.

5.3.1 Estimativas para Diauarum

5.3.1.1 Consumo de eletricidade

A Tabela 12 indica os valores de demanda mensal de eletricidade na aldeia Diauarum para todos os cenários de análise e para diferentes agregações de prédios.

CONSUMO MENSAL DE ELETRICIDADE (kWh/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	17,27	552,48	1.251,96	1.804,44
Cenário Regulado	50,00	1.600,00	700,00	2.300,00
Cenário Ideal	80,74	2.583,78	1.449,42	4.033,20

Tabela 12: Resultados para o indicador (1) Consumo de Eletricidade – Diauarum

No **Cenário Atual**, o consumo de energia elétrica por casa é de apenas 17 kWh/mês. A regulação da Tarifa Social já contemplaria o atendimento dessas unidades familiares, uma vez que estipula que famílias indígenas inscritas no Cadastro Único e que atendam aos requisitos tem desconto de 100% na tarifa, até o limite de consumo de 50 kWh/mês.

De todo modo, é importante frisar que, nessas circunstâncias, necessidades básicas como a refrigeração de alimentos não estão contempladas²⁶. Em um **Cenário Ideal**, estima-se que a demanda por residência seria de aproximadamente 80 kWh/mês. Assim, para adequar as regras da Tarifa Social ao contexto do Xingu, poderia ser interessante dobrar o limite de consumo isento de cobrança (aumentando-o de 50 para 100 kWh/mês).

Também é preciso ponderar que uma unidade familiar xinguana abriga cerca de 10 pessoas. Na média, o **Cenário Regulatório** proveria apenas 5 kWh/mês por morador de cada domicílio, o que é equivalente à apenas 60 kWh/ano/pessoa. A partir de informações de consumo de eletricidade no setor residencial em 2016, disponíveis no Balanço Energético Nacional (BEN)²⁷ [7], e de estimativas populacionais do IBGE²⁸ [8], chega-se à uma média brasileira de consumo de eletricidade residencial igual a 640 kWh/ano/pessoa, grandeza mais que dez vezes superior ao previsto na regulação do setor elétrico para atendimento a comunidades xinguanas²⁹.

Na Tabela 12, nota-se que, no **Cenário Regulatório**, o montante de energia que estaria disponível para o conjunto de prédios comunitários (700 kWh/mês) é inferior ao demandado tanto pelo **Cenário Atual** quanto pelo **Cenário Ideal** (44 e 52% menor, respectivamente).

Essa discrepância deve-se ao fato do Cenário Regulatório aqui desenhado considerar, como já mencionado, que todo e qualquer prédio consome 50 kWh/mês de eletricidade, valor referente ao máximo de consumo passível de 100% de desconto. Esse limite de consumo foi pensado para clientes residenciais, porém prédios comunitários, naturalmente, utilizam mais energia do que unidades domiciliares e, por isso, precisariam de uma regulação específica, que leve em consideração os serviços de interesse público prestados ali. Em uma UBS, por exemplo, seria

²⁶ Vide Tabela 6: Configuração padrão para prédios da categoria “Casa” no Cenário Atual.

²⁷ Para o ano de 2016, o BEN 2017 reporta o valor de 132,9 TWh para o total brasileiro de consumo de eletricidade no setor residencial.

²⁸ Segundo estimativas de população para os municípios e para as Unidades da Federação publicadas em julho de 2017, o IBGE informa que o Brasil possui 207,7 milhões de habitantes.

²⁹ Lembrando que, hoje, nem mesmo esse atendimento está disponível às comunidades do Xingu, já que o setor elétrico ainda não presta seus serviços formalmente na região.

primordial a existência de refrigeradores adequados para armazenamento de soros antiofídicos, o que, atualmente, não é possível devido à baixa oferta de eletricidade.

Aqui consideramos, também vale comentar, que a conta mensal referente ao consumo de eletricidade em prédios de uso comum seria de responsabilidade das próprias comunidades. Todavia, é preciso ponderar que alguns desses prédios prestam serviços de responsabilidade da administração pública, como as escolas e os postos de saúde. Por isso, essa conta mensal poderia ser englobada aos custos dos respectivos órgãos responsáveis, como secretarias municipais de educação.

5.3.1.2 Investimento inicial necessário

As próximas tabelas exibem valores de investimento inicial em tecnologia solar ou diesel. Conforme pode-se consultar no APÊNDICE C – FÓRMULAS MATEMÁTICAS UTILIZADAS PARA ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA, para alcançar esses números, primeiramente simula-se a demanda de eletricidade da aldeia (resultados apresentados no tópico 5.3.1.1), determina-se, então, a especificação de potência de cada tecnologia (solar e diesel) necessária para suprir tamanha demanda, e, por fim, calcula-se o devido investimento monetário³⁰.

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA SOLAR (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	1.330,04	42.561,42	96.447,29	139.008,71
Cenário Regulado	3.851,85	123.259,26	53.925,93	177.185,19
Cenário Ideal	6.220,21	199.046,76	111.659,02	310.705,78

Tabela 13: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia solar – Diauarum

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA DIESEL (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	227,64	7.284,62	24.504,71	31.789,33
Cenário Regulado	1.444,44	46.222,22	20.222,22	66.444,44
Cenário Ideal	1.319,36	42.219,38	24.562,49	66.781,87

Tabela 14: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia diesel – Diauarum

³⁰ O APÊNDICE E – LISTA DE RESULTADOS DA ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA PARA CENÁRIOS DE DEMANDA E OPÇÕES DE OFERTA apresenta todos esses resultados.

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA HÍBRIDA (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	1.557,69	49.846,04	120.952,00	170.798,04
Cenário Regulado	5.296,30	169.481,48	74.148,15	243.629,63
Cenário Ideal	7.539,57	241.266,13	136.221,51	377.487,64

Tabela 15: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia híbrida – Diauarum

Percebe-se que, apesar da constante diminuição dos preços nos últimos anos, sistemas de geração fotovoltaica ainda exigem investimentos iniciais mais elevados. O aporte necessário para adquirir aparatos solares capazes de suprir a demanda de toda a aldeia no Cenário Ideal (R\$ 310,7 mil) é 365% maior do que aquele necessário para aquisição de grupos geradores diesel equivalentes (R\$ 66,8 mil). O sistema híbrido é ainda mais custoso, pois exige investimento tanto na tecnologia solar quanto na diesel; ou seja, o investimento inicial em sistemas híbridos será igual à soma dos investimentos necessários em tecnologia diesel e solar individualmente³¹.

5.3.1.3 Valor por quilowatt-hora

Apesar do investimento inicial da tecnologia diesel ser consideravelmente menor, é preciso analisar todo o ciclo de vida do empreendimento, o que mostra que a opção solar, seguida pela opção híbrida, é, a longo prazo, mais barata, conforme evidenciado na Tabela 16³².

CUSTO NIVELADO DA ENERGIA ELÉTRICA (R\$/kWh)

	SOLAR	DIESEL	HÍBRIDA
Cenário Atual	1,21	3,38	1,95
Cenário Regulado	1,17	3,07	1,90
Cenário Ideal	1,11	2,37	1,61

Tabela 16: Resultados para o indicador (7) Valor por Quilowatt-hora – Diauarum

³¹ Nessa conjuntura, a restrição de acesso a capital é capaz de inviabilizar a opção renovável, o que pode, por exemplo, ser a justificativa do DSEI Xingu para permanecer investindo em geração a diesel como forma de fornecer eletricidade às aldeias do TIX.

³² Percebe-se que os cenários apresentam custos diferentes para uma mesma tecnologia, o que pode parecer incorreto. Isso ocorre devido aos gastos fixos atrelados à geração de energia. Com isso, como todos os cenários possuem os mesmos gastos fixos, aqueles que geram mais energia são mais vantajosos em Valor por Quilowatt-hora (R\$/kWh).

Para exemplificar os motivos desse menor custo benefício da opção por sistemas diesel, vejamos o caso de fornecimento de eletricidade à aldeia inteira de Diauarum, no Cenário Ideal:

Nesse contexto, o investimento inicial em tecnologia diesel é cerca de 80% menor do que aquele necessário para aquisição de aparatos fotovoltaicos, mas manter esse tipo de gerador demandaria um gasto de aproximadamente R\$ 70 mil por ano em combustível, totalizando R\$ 350 mil a cada cinco anos. Por outro lado, um gerador solar demandaria um gasto de apenas cerca de R\$ 160 mil a cada cinco anos, para reposição de baterias.

Ao fim de 25 anos, teriam sido gastos quase R\$ 2 milhões em combustível (não considerando correção pela inflação) caso o projeto optasse por tecnologia diesel. Optando por tecnologia solar, teriam sido gastos por volta de R\$ 650 mil em reposição de baterias (67,5% menos).

5.3.1.4 Custos de atendimento e subsídios

O preço real para total remuneração da energia demandada mensalmente, de forma a amortizar os investimentos em tecnologia e gastos operacionais relacionados à geração de eletricidade, é determinado por meio do custo nivelado da energia³³. Ou seja, ao multiplicar o consumo (kWh/mês) pelo custo nivelado por quilowatt-hora (R\$/kWh), obtemos o preço real em questão. O pagamento desse valor é distribuído entre os consumidores diretos, no caso, os povos indígenas, e a sociedade, que contribui por meio dos programas de subsídios do setor elétrico. Os subsídios dizem respeito à diferença entre o dito preço real da energia e o valor que de fato seria pago por um consumidor no Xingu, sempre de acordo com os descontos da Tarifa Social.

A Figura 6 exemplifica essa divisão de custos para o caso de um consumidor responsável pela conta de uma unidade familiar, com demanda referente ao Cenário Ideal, e custo nivelado de energia compatível com geração via tecnologia solar dedicada.

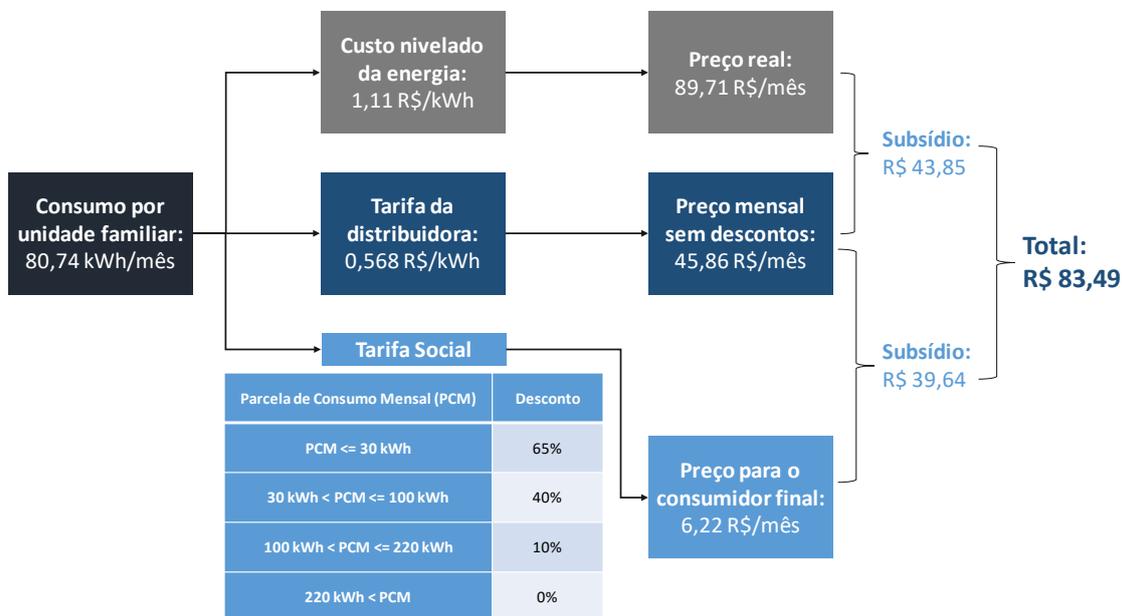
Para um consumo de 80,74 kWh/mês e custo nivelado de energia igual a 1,11 R\$/kWh, o preço real a ser abatido ao mês seria de R\$ 89,71. No entanto, a distribuidora local aplica tarifa menor do que esses 1,11 R\$/kWh [9], e, dessa forma, o preço mensal sem descontos seria igual a R\$ 45,86. A diferença entre os R\$ 89,71, necessários para quitar os custos de geração de energia específicos do empreendimento simulado, e os R\$ 45,86 cobrados pela distribuidora já configura uma parcela de subsídios de responsabilidade de todos os consumidores de eletricidade brasileiros. Ainda incide sobre a conta do consumidor final os descontos cumulativos da Tarifa Social, aplicados sobre a tarifa convencional da distribuidora local, exigindo mais R\$ 39,64 em subsídios. Ao todo, seriam necessários R\$ 83,49 em subsídios, o que, nesse caso, representa 93% do valor total (R\$ 89,71) necessário para remunerar a geração de energia no Xingu.

Vale lembrar que, mesmo com esses subsídios, as pessoas entrevistadas durante viagem ao TIX indicaram que, na hipótese da formalização do fornecimento de eletricidade ao território, seria bastante difícil lidar com as contas mensais de energia. Esse discurso denota uma possível fragilidade das atuais políticas de atendimento energético a comunidades remotas, que serão melhor exploradas no tópico 5.4.

³³ Vide tópico 5.1 INDICADORES DESENVOLVIDOS PARA ANÁLISE DOS CENÁRIOS.

Essa lógica se reproduz para unidades familiares individualmente, conforme o exemplo da Figura 6, mas também pode ser extrapolada para valores referentes a toda aldeia (Tabela 17) ou para todo território (Tabela 23).

Figura 6: Custos e subsídios referentes ao consumo residencial de energia no Cenário Ideal com geração solar



TECNOLOGIA SOLAR	Custo Total (R\$/mês)	Preço Final para a Aldeia (R\$/mês)	Subsídios (R\$/mês)
Cenário Atual	2.186,92	386,83	1.800,08
Cenário Regulatório	2.697,08	0,00	2.697,08
Cenário Ideal	4.481,33	664,52	3.816,81

TECNOLOGIA DIESEL	Custo Total (R\$/mês)	Preço Final para a Aldeia (R\$/mês)	Subsídios (R\$/mês)
Cenário Atual	6.099,48	386,83	5.712,64
Cenário Regulatório	7.057,63	0,00	7.057,63
Cenário Ideal	9.541,13	664,52	8.876,61

TECNOLOGIA HÍBRIDA	Custo Total (R\$/mês)	Preço Final para a Aldeia (R\$/mês)	Subsídios (R\$/mês)
Cenário Atual	3.516,88	386,83	3.130,04
Cenário Regulatório	4.375,22	0,00	4.375,22
Cenário Ideal	6.509,65	664,52	5.845,13

Tabela 17: Resultados para (8) Custo de Atendimento, (9) Preço para Consumidores, e (10) Subsídios - Diauarum

5.3.2 Resultados para todo o Território Indígena do Xingu

Como os resultados para todo o TIX tratam-se de uma extrapolação dos valores obtidos para Diauarum apresentados acima, as análises deste tópico seriam essencialmente as mesmas do precedente. Dessa forma, os próximos itens apenas re representam as tabelas mostradas anteriormente, mas, dessa vez, com números referentes a todo território xinguano.

Análises mais aprofundadas serão feitas no tópico 5.4 *RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICAS PÚBLICAS*.

5.3.2.1 Consumo de eletricidade

CONSUMO MENSAL DE ELETRICIDADE (kWh/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	17,27	10.721,57	46.597,68	57.319,25
Cenário Regulado	50,00	31.050,00	19.500,00	50.550,00
Cenário Ideal	80,74	50.141,48	60.139,80	110.281,28

Tabela 18: Resultados para o indicador (1) Consumo de Eletricidade - TIX

5.3.2.2 Investimento inicial necessário

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA SOLAR (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	1.330,04	825.957,60	3.589.747,20	4.415.704,80
Cenário Regulado	3.851,85	2.392.000,00	1.502.222,22	3.894.222,22
Cenário Ideal	6.220,21	3.862.751,10	4.632.992,00	8.495.743,10

Tabela 19: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia solar – TIX

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA DIESEL (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	227,64	141.367,20	1.542.130,49	1.683.497,69
Cenário Regulado	1.444,44	897.000,00	563.333,33	1.460.333,33
Cenário Ideal	1.319,36	819.319,80	1.542.361,60	2.361.681,40

Tabela 20: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia diesel – TIX

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA HÍBRIDA (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	1.557,69	967.324,80	5.131.877,69	6.099.202,49
Cenário Regulado	5.296,30	3.289.000,00	2.065.555,56	5.354.555,56
Cenário Ideal	7.539,57	4.682.070,90	6.175.353,60	10.857.424,50

Tabela 21: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário em tecnologia híbrida – TIX

5.3.2.3 Valor por quilowatt-hora

CUSTO NIVELADO DA ENERGIA ELÉTRICA (R\$/kWh)

	SOLAR	DIESEL	HÍBRIDA
Cenário Atual	1,05	1,87	1,52
Cenário Regulado	1,06	1,90	1,52
Cenário Ideal	1,04	1,70	1,42

Tabela 22: Resultados para o indicador (7) Valor por Quilowatt-hora – TIX

5.3.2.4 Custos de atendimento e subsídios

TECNOLOGIA SOLAR	Custo Total (R\$/mês)	Preço Final para a Aldeia (R\$/mês)	Subsídios (R\$/mês)
Cenário Atual	60.324,97	10.974,94	49.350,03
Cenário Regulatório	53.356,33	0,00	53.356,33
Cenário Ideal	114.847,08	20.111,06	94.736,02

TECNOLOGIA DIESEL	Custo Total (R\$/mês)	Preço Final para a Aldeia (R\$/mês)	Subsídios (R\$/mês)
Cenário Atual	107.289,89	10.974,94	96.314,94
Cenário Regulatório	95.997,79	0,00	95.997,79
Cenário Ideal	187.973,17	20.111,06	167.862,11

TECNOLOGIA HÍBRIDA	Custo Total (R\$/mês)	Preço Final para a Aldeia (R\$/mês)	Subsídios (R\$/mês)
Cenário Atual	86.868,87	10.974,94	75.893,93
Cenário Regulatório	76.940,13	0,00	76.940,13
Cenário Ideal	156.885,41	20.111,06	136.774,36

Tabela 23: Resultados para (8) Custo Real de Atendimento, (9) Preço para Consumidores Finais, e (10) Subsídios – TIX

QUADRO RESUMO**TÓPICO 5.3 RESULTADOS**

Conteúdo:

Resultados para os principais indicadores de análise: consumo de eletricidade, investimento inicial, valor por quilowatt-hora, custos e subsídios.

Discussão:

Apesar dos cálculos simplificados, os resultados indicam que a tecnologia solar apresenta melhor custo-benefício a longo prazo, mesmo levando em consideração a necessidade de investimento inicial mais elevado.

O modelo híbrido é uma boa opção para mesclar o custo-benefício da tecnologia solar com a praticidade e não intermitência da tecnologia diesel.

Objetivos:

- (i) Comparar os números obtidos.
- (ii) Quantificar o quanto mais barata a tecnologia solar pode ser em relação às outras.
- (iii) Avaliar a grandeza dos subsídios envolvidos.

Premissas – Cálculo de Subsídios:

Para quantificar os subsídios, utilizou-se as regras das atuais políticas públicas do setor elétrico, além da tarifa convencional da distribuidora responsável pelo atendimento do Mato Grosso (Energisa Distribuidora de Energia S.A. – EMT) [9], estado em que se localiza o Território Indígena do Xingu em sua totalidade.

5.4 RECOMENDAÇÕES DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Este item tem por objetivo identificar possíveis caminhos para o atendimento do serviço público de eletricidade no Território Indígena do Xingu. Não é objetivo da discussão aqui realizada uma análise pormenorizada dos aspectos regulatórios, objetiva-se apenas indicar possibilidades, favorecendo o encaminhamento das ações indicadas em 4.3 RECOMENDAÇÕES PARA CONTINUIDADE E GESTÃO DO PROJETO.

Demais detalhamentos sobre as políticas públicas e aspectos regulatórios podem ser encontrados no estudo “Acesso aos serviços de energia elétrica nas comunidades isoladas da Amazônia: mapeamento jurídico-institucional”, desenvolvido pelo IEMA em 2018 [2].

5.4.1 O acesso ao serviço público de energia elétrica: caminho da distribuidora

Segundo estudo do IEMA [2], o principal agente na promoção do acesso à energia elétrica é a distribuidora de energia elétrica. Ela, dentro do sistema formal de atendimento, é que possui o principal papel na definição das estratégias de atendimento.

5.4.1.1 Plano de universalização

O principal instrumento utilizado pelas distribuidoras de energia elétrica são os planos de universalização do acesso à energia elétrica, que devem ser realizados dentro dos limites e previsões regulatórias da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Os planos são elaborados pelas distribuidoras com investimentos na expansão do acesso a eletricidade. A ANEEL avalia e os aprova. De maneira geral, as distribuidoras sempre buscam estender a rede de distribuição de energia elétrica para regiões onde há maior concentração de consumidores, para aumentar sua base de remuneração.

Esse processo é difícil de ser acelerado, devido à necessidade de manutenção do equilíbrio econômico financeiro dos contratos de concessão e para a manutenção de níveis tarifários considerados adequados às regiões de concessão.

É pouco provável que as distribuidoras realizariam seus planos de universalização, onde eles possuem independência para fazê-lo e seguem interesses empresariais, buscando atender populações indígenas remotas, como no caso do TIX. As distribuidoras irão pelo caminho mais adequado a seus interesses empresariais. Neste caso, tendem a procurar áreas onde, com um menor volume de investimento, consigam o maior número de unidades consumidoras (base de remuneração dos ativos).

A depender deste instrumento o processo de universalização demoraria significativamente.

5.4.1.2 O programa Luz para Todos

O programa Luz para Todos (LPT)³⁴ tem como principal mérito acelerar o acesso à energia elétrica por meio de investimentos advindos de encargos setoriais do próprio setor elétrico, no caso a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE)³⁵. No anexo do relatório, há uma explicação mais detalhada sobre o programa.

O programa estabeleceu uma via adicional para aumentar a taxa da cobertura e ampliar o acesso ao serviço de energia elétrica [2].

De acordo com as características do TIX, essa região certamente estaria sujeita a aplicação do Luz para Todos, pois na maioria da TI seriam necessárias instalações de fontes geradoras descentralizadas. Além disso, o LPT tem sido o principal instrumento de política para a ampliação do acesso à energia elétrica em localidades remotas.

Nas áreas mais externas da TI poderiam existir projetos de extensão da rede de distribuição de energia elétrica. Nestes casos, os investimentos poderiam ocorrer tanto no LPT, quanto no plano de universalização das distribuidoras. No entanto, essa alternativa não encontra respaldo social e nem ambiental. Ao longo das entrevistas, os indígenas foram taxativos na afirmação de que não consideram o “linhão” como alternativa para o TIX³⁶.

O LPT poderia ser o caminho no âmbito formal, das distribuidoras, mais adequado para o Território Indígena do Xingu, tanto por ser o mais fácil quanto por, em sua recente renovação, o MME (2018-2022) citar e manter especificamente os povos indígenas como um dos beneficiários prioritários³⁷. No entanto, aqui há importantes desafios a serem superados, que podem ser enfrentados pelo ISA em conjunto com a ATIX:

1. Articulação com os comitês estaduais do LPT. Aqui há uma concorrência política. Como a TIX perpassa vários municípios, seria importante coordenar este processo de incidência, já que pode ser complexo alinhar as diferentes prioridades políticas dos prefeitos, além de conseguir a cooperação deles.
2. Necessário envolvimento da SESAI, da FUNAI, entre outras organizações. O custo de articulação e de alinhamento político pode gerar indisposição das instituições.
3. As distribuidoras podem ter resistência em assumir que a TI é parte componente de sua área de concessão ou podem ter outras prioridades já definidas com outros agentes políticos.

³⁴ Para maior detalhamento do programa consultar: <http://www.energiaeambiente.org.br/aceso-aos-servicos-de-energia-eletrica-nas-comunidades-isoladas-da-amazonia-mapeamento-juridico-institucional> [2]

³⁵ A CDE é um encargo setorial do setor elétrico que é pago por todos os consumidores de energia elétrica.

³⁶ Durante as entrevistas, os indígenas demonstraram desconforto com o caso de povos de outras aldeias estarem com problemas financeiros devido ao fato de não conseguirem pagar a conta de luz. Além disso, citaram também os impactos ecológicos e culturais.

³⁷ Na visão do IEMA é fundamental aproveitar esta janela, devido à forte pressão dos agentes do setor elétrico para a redução de subsídios de qualquer natureza.

4. De maneira geral, o LPT permite a instalação de minirredes³⁸ e sistemas individuais. Por ser mais simples, as distribuidoras tendem a utilizar SIGFIs³⁹ com disponibilidade de energia de 45 KWh/mês/UC. Isso porque até esta configuração não é necessária a autorização do MME/Eletróbrás e a distribuidora pode implantá-los de maneira rápida e simples. Entretanto, essa abordagem pode não ser adequada a realidade do TIX.
5. Em sistemas com minirredes, a distribuidora pode definir período de hora com “período diário reduzido”. Essa definição, segundo a legislação, é uma prerrogativa da distribuidora, porém deve ser justificada.
6. Os montantes de potência instalados podem não atender às necessidades das aldeias e gerar frustração nos povos.
7. Monitoramento dos impactos culturais e sociais não realizado pelo programa. A forma de tarifação e manutenção exigirá uma concepção distinta da prática usual.

5.4.2 O acesso ao serviço público de energia elétrica: criação de permissionárias

Dentre as possibilidades para o provimento do serviço público de energia elétrica, estaria a organização em formato de permissionária. Esse desenho é adotado por muitas cooperativas rurais na região sul do país. A ATIX e o ISA⁴⁰ poderiam se organizar enquanto permissionárias, dentro da área de concessão previamente definida da concessionária para proverem o serviço público de energia. Na prática, a diferença entre concessão e permissão é muito sutil.

A grande questão é que este caminho envolve se adequar e atender a todo o processo burocrático junto a ANEEL e demais órgãos do setor elétrico. Seria necessário participar do processo de revisão tarifária, entre outros compromissos regulamentares. Além disso, seriam necessários investimentos em controle e processos que poderiam ser mais onerosos do que os benefícios advindos.

No entanto, podem existir estratégias para flexibilizar a regulação e tentar conseguir desenvolver um modelo mais autônomo à realidade dos territórios indígenas. Na avaliação do IEMA, essa abordagem ainda necessita de investigação pormenorizada e aprofundada para a factibilidade deste caminho.

A vantagem desta abordagem seria a definição de um marco legal simplificado que permitiria as comunidades indígenas se organizarem para ter acesso à energia elétrica. Aqui, no entanto, serão necessárias diversas alterações regulatórias para flexibilizar as condições de atendimento.

³⁸ Sistema isolado de geração e distribuição de energia elétrica com potência instalada total de geração de até 100 kW (RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 493, DE 5 DE JUNHO DE 2012).

³⁹ Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente - SIGFI

⁴⁰ Conforme discutido no item 4.3.3 Riscos e medidas de mitigação, nesse formato seria muito difícil imaginar uma participação restrita do ISA.

5.4.3 O acesso ao serviço público de energia elétrica: recursos de fundações, multilaterais etc.

O IEMA entende que o caminho preferencial a ser abordado pelo ISA deva ser a abordagem da política pública. No entanto, os recursos de fundações cumprem um importante papel para realização de projetos pilotos e para funcionarem como laboratórios de política públicas.

Neste contexto, o ISA tem um material precioso para realização de incidência política e para alimentar a rede de organizações da sociedade civil.

Recomenda-se que vários dos resultados gerados pelo projeto sejam sistematizados, tanto do ponto de vista qualitativo, quanto do ponto de vista quantitativo. Sabe-se que este próprio trabalho já inaugura essa frente. Há, no entanto, uma série de trabalhos que podem ser desenvolvidos, desde monitoramentos até avaliações de impactos, bem como o desenvolvimento de modelos de negócio. Tudo isso alinhado ao que foi discutido no item 4.3 RECOMENDAÇÕES PARA CONTINUIDADE E GESTÃO DO PROJETO.

Recomenda-se que trabalhos associados a capacitação dos indígenas, modelos de negócios e avaliação de modelos de tarifação sejam priorizados, pois esses aspectos podem ser os mais relevantes nas discussões associadas às políticas públicas e à perenidade dos sistemas instalados, bem como para a ampliação do serviço público de eletricidade.

5.4.4 O acesso ao serviço público de energia elétrica: organização das comunidades

O IEMA identificou em campo algumas iniciativas individuais em algumas das aldeias para a compra de diesel ou gasolina para geração de eletricidade. Também foram identificadas iniciativas utilizando sistemas fotovoltaicos.

Essas iniciativas são sintomas da incapacidade do Estado em prover os serviços de energia elétrica de acordo com as necessidades dos indígenas.

Esse formato pode onerar as comunidades, pois o investimento, o custo operacional e as carências técnicas podem implicar em elevado custo para as comunidades. Conforme citado ao longo desse relatório, esse formato não é adequado para o TIX. No entanto, esta já é uma realidade identificada nas aldeias indígenas do Xingu⁴¹.

5.4.5 A prestação do serviço público de energia elétrica: tarifa social de energia elétrica

No anexo deste relatório há uma explicação mais detalhada sobre o que é a tarifa social.

Para a discussão aqui presente, torna-se importante avaliar se: (1) os montantes de isenção energética definidos na tarifa social são adequados à realidade dos povos indígenas; (2) os montantes também podem favorecer e habilitar atividades produtivas; (3) a forma de tarifação deve ocorrer por casa, por aldeia ou por outro formato a ser discutido com os povos indígenas.

⁴¹ Há atualmente discussões sobre formatos de cooperativas de eletrificação com sistemas fotovoltaicos. Esses sistemas são discutidos no âmbito da resolução normativa da Aneel 482/2012 de 17 de abril de 2012. As discussões em torno dessa resolução são bem distintas das discussões necessárias para o TIX. Elas tratam da criação de cooperativas para redução dos custos de energia com sistema PV.

Durante o trabalho de campo, foram identificados que os montantes definidos na regulação podem não ser adequados aos povos indígenas, pois em cada casa podem viver um número elevado de pessoas, comparando-se com padrões urbanos. Assim, os limites de isenção previstos na regulação, se forem aplicados, podem resultar em volumes muito pequenos para cada indivíduo. Ou seja, a regulação estabelece isenção total da tarifa de energia elétrica até o limite de 50 kWh/mês para povos indígenas, mas há casas onde podem viver mais de 10 indígenas; para esse caso, portanto, haveria um montante muito pequeno por indivíduo.

O segundo aspecto está associado ao fato de que a atividade produtiva não está coberta por esse subsídio. Nesse sentido, não haveria benefício para atividades produtivas. O trabalho de campo realizado permitiu a identificação das seguintes possibilidades: (1) O processo produtivo ser coletivo e orientado a uma cooperativa; ou (2) estar diretamente associado aos afazeres domésticos. Tanto no primeiro quanto no segundo caso a tarifa social não seria o instrumento adequado para incorporar essa especificidade. Além disso, cabe-se refletir quanto ao caráter distinto que as atividades produtivas desempenham para o os indígenas.

O último aspecto a ser considerado refere-se a forma de tarifação a ser adotada para o serviço público de energia elétrica. Ao longo do trabalho de campo foram identificadas mobilizações comunitárias para compra de combustíveis para a geração de energia elétrica. Esse fato identifica que existe, até um determinado limite, a disposição dos povos em pagar pelo serviço. No entanto, aqui há uma série de aspectos que carecem de maior investigação, são eles: período e frequência de cobrança, volume e montantes monetários suportáveis pelos indígenas, estratégia de tarifação (aldeia, casa, família) etc.

5.4.6 Alterações regulatórias principais

Conforme discutimos nos itens anteriores, há diversos aspectos na regulação que não atendem as especificidades dos povos indígenas. Nesse sentido, na Tabela 24, estão indicados todos os aspectos mapeados que necessitariam de alterações regulatórias ou precisariam contar com um bom engajamento da distribuidora para serem efetivados.

Tabela 24: Indicativos de alterações regulatórias.

Característica Identificada	Instrumento necessário de alteração	Indicativos de alteração
<i>O número de moradores indígenas pode variar significativamente</i>	Tarifa Social de Energia Elétrica, regulamentada pela Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010 e pelo Decreto nº 7.583, de 13 de outubro de 2011.	Os níveis de descontos para os povos indígenas podem não ser suficientes devido ao maior número de indivíduos presentes nas casas. Os povos indígenas possuem atividades produtivas que poderiam ser subsidiadas. Há um caráter indissociável entre o que é atividade produtiva e atividades domésticas. Nesse sentido, a Tarifa Social deveria também subsidiar níveis de energia associados a atividades produtivas.
<i>O dimensionamento previsto no Luz para Todos pode não ser adequado às necessidades dos indígenas</i>	Manual do LPT	Os níveis previstos para o acesso podem não incorporar demandas específicas dos indígenas quanto ao dimensionamento dos sistemas, forma de atendimento e sistema de tarifação.
<i>Gestão do sistema pelos indígenas</i>	Relacionamento com a distribuidora	Indígenas podem formar empresas e prestar serviços para distribuidoras
	Relacionamento com a distribuidora	Indígenas podem ser contratados pelas distribuidoras
	Permissionária	Indígenas podem assumir a totalidade do serviço público.

Fonte: Elaboração própria.

5.4.7 O papel das comunidades indígenas para o provimento do serviço público de eletricidade

O trabalho de campo realizado junto ao TIX foi relevante para identificação de aspectos que podem favorecer a conexão do projeto realizado por ISA e ATIX com as políticas públicas atuais do setor elétrico. Ao longo do processo, foi identificado um potencial para que os indígenas possam ter um papel central no provimento do serviço público de energia elétrica no TIX.

No entanto, é importante refletir acerca de quais os desafios associados a cada um dos níveis de envolvimento dos indígenas e, também, quais as solicitações técnicas e burocráticas que podem ser a eles solicitadas. Nesse sentido, a relação entre autonomia e independência é diretamente proporcional ao nível exigido de burocracia e respeito a determinadas regras de prestação de contas presentes no setor.

É possível imaginar que muitos dos requerimentos possam ser flexibilizados, porém ainda não é possível identificar quais aspectos poderiam ser flexibilizados. Além disso, deve-se considerar que todo este processo é técnico e extremamente burocrático.

Nesse sentido, pode ser adequado que o maior envolvimento dos indígenas com o processo possa vir com o tempo e que, inicialmente, possa-se pensar no estabelecimento de parcerias com as concessionárias. Na medida em que os sistemas forem evoluindo, e também os indígenas ganharem experiência, o processo pode ser aprimorado.

6. CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo a condução de uma avaliação qualitativa dos principais aspectos associados ao projeto desenvolvido pelo ISA junto com os povos de TIX.

Ao longo do trabalho, identificou-se a necessidade de uma análise quantitativa dos principais investimentos necessários para a eletrificação de TIX. Esta avaliação, tornou-se necessária devido à precisão de maior aprofundamento do que significaria os custos e estruturas necessárias para ampliar a atendimento aos povos de TIX.

Na primeira parte, foi possível identificar uma lista de ações necessárias que devem se encadear ao longo do tempo. Elas foram divididas em três grupos, em função do horizonte de tempo, em que elas devem ser, preferencialmente, desenvolvidas e priorizadas. Os três grupos são, conforme Tabela 3: operar e manter, preparar a ampliação, e ampliação sustentada. Dentre os três grupos, logicamente deve-se priorizar as ações do primeiro bloco com especial atenção às ações associadas à capacitação e desenvolvimento de modelos de operação e manutenção.

Além desses resultados, a análise das entrevistas a partir dos diferentes critérios de impacto e gestão permitiu identificar os efeitos positivos já gerados pelo projeto que são associados a características da tecnologia, mas também ao modelo de implantação adotado pelo ISA. Esse modelo priorizou a participação e o treinamento dos indígenas, favorecendo neles um senso de pertencimento e gerando resultados que permitem o TIX pensar em etapas de ampliação e desenvolvimento do projeto.

Ao longo do relatório, foram apontados elementos que podem ser aprimorados pelo ISA, porém se considera que a segunda fase do projeto, diferente da primeira, de implantação dos sistemas, deverá priorizar os aspectos associados a gestão e organização e menos de implantação e de tecnologia.

A segunda parte do relatório permitiu a identificação dos diferentes custos associados a cada um dos cenários de avaliação. Apesar dos resultados quantitativos serem estimativas já é possível perceber que os investimentos e recursos necessários são significativas para quaisquer que sejam os níveis de eletricidade desejados pelos povos do TIX. Neste sentido, é fundamental a articulação com a política pública, seja para amenizar os investimentos, seja para facilitar a manutenção dos sistemas por meio de subsídios tarifários especiais aos povos indígenas.

Ao longo deste relatório, o IEMA também buscou identificar as principais conexões com as políticas públicas existentes. Ademais, o contato com distribuidoras de energia foi instrutivo no sentido de identificar que há restrições por partes destas empresas em lidar com povos indígenas. Neste ponto, torna-se fundamental uma articulação ordenada entre ISA, ATIX e Funai junto às distribuidoras e ao Ministério de Minas e Energia (MME).

Do ponto de vista tecnológico, pôde-se identificar que dificilmente será possível excluir o consumo de diesel para geração de eletricidade no TIX, isso porque tal objetivo poderá elevar ainda mais os custos de investimentos com sistema de geração e principalmente armazenamento.

Caso se deseje encontrar níveis de confiabilidade no atendimento para as demandas energéticas dos indígenas, recomenda-se que os sistemas a diesel possam ser utilizados para segurança energética do TIX. Com a redução de custos dos sistemas de armazenamento químico (baterias),

pode ser viável a exclusão dos geradores a diesel do TIX. No entanto, isso dependerá de elevados níveis de redução de custos de baterias.

Um último aspecto que foi possível evidenciar na análise dos custos operacionais do projeto foi a definição de profissionais envolvidos no atendimento do serviço público de eletricidade. As premissas analisadas adotaram dados considerando que o sistema seria desenvolvido localmente pelos povos indígenas. Com isso, foi possível gerar redução nos custos tarifários, devido ao ganho de escala e redução de custos de transporte e manutenção. Este aspecto evidencia a relevância do projeto e a necessidade do envolvimento ativo dos indígenas na formulação de soluções para o seu território.

Não foi possível, no âmbito deste relatório, avaliar em qual nível deveria ser constituir este envolvimento, porém buscou-se evidenciar ao longo das discussões o caráter relevante e prioritário dessas definições.

REFERÊNCIAS

- [1] Instituto Socioambiental - ISA, "Xingu Indigenous Park Clean Energy Project - Submitted to C.S. Mott Foundation," 2015.
- [2] K. B. Cunha, M. Y. Soares e A. F. Silva, "Acesso aos serviços de energia elétrica nas comunidades isoladas da Amazônia: mapeamento jurídico-institucional," Instituto de Energia e Meio Ambiente - IEMA, São Paulo, 2018.
- [3] Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, *Censo Indígena do Xingu*, 2016.
- [4] C. L. Morelli, "Levantamento do consumo de energia do diauarum," Instituto Socioambiental - ISA, 2014.
- [5] Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, "Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE," 11 Março 2016. [Online]. Available: <http://www.aneel.gov.br/tarifa-social-baixa-renda>. [Acesso em 28 Agosto 2018].
- [6] Canal Energia, "Aneel mantém remuneração de distribuidoras em 8,09%," 6 Março 2018. [Online]. Available: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53053614/aneel-mantem-remuneracao-de-distribuidoras-em-809>. [Acesso em 19 Setembro 2018].
- [7] Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), "Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016," EPE, Rio de Janeiro, 2017.
- [8] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, "Estimativas populacionais," 1 Julho 2017. [Online]. Available: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2017/default.shtm>. [Acesso em 17 Setembro 2018].
- [9] Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, "Tarifas Consumidores - Ranking das Tarifas," 4 Setembro 2018. [Online]. Available: <http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>. [Acesso em 21 Setembro 2018].
- [10] Ministério do Desenvolvimento Social - MDS, "Cadastro Único: o que é e para que serve," 2 Julho 2015. [Online]. Available: <http://mds.gov.br/assuntos/cadastro-unico/o-que-e-e-para-que-serve>. [Acesso em 28 Agosto 2018].
- [11] Instituto Sociambiental - ISA, "Almanaque Sociambiental Parque Indígena do Xingu: 50 anos," São Paulo, 2011.

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

(1) Sociedade civil: Instituto Socioambiental (*entrevista com foco socioambiental e estratégico*):

OBS: *Os tópicos deveriam ser respondidos ponderando realidades pré e pós-projeto.*

A. Demanda de energia:

1. Qual a demanda de energia atendida? E qual a não atendida?
2. Como a demanda é distribuída (atividades produtivas, saúde, lazer, outros)?
3. Como a demanda é suprida (diesel, gasolina, outros)?
4. Qual é o nível de independência na obtenção de energia?
5. A demanda pode ser considerada homogênea em todas as aldeias (kWh_{médio}/pessoa)?
Se não, quais características diferenciam as aldeias?
6. Existe perspectiva de suprir a demanda não atendida?
7. Existe tendência de crescimento de demanda por energia?
8. Existe controle sobre o consumo de energia?

B. Tecnologias, equipamentos e infraestrutura de geração de eletricidade:

1. Quais e quantos equipamentos são utilizados?
2. Quais as especificações, perspectivas e desafios de cada equipamento utilizado (baterias, inversores, painéis, outros)?
3. Como os equipamentos foram obtidos? Quais os critérios utilizados para compra e instalação?
4. Operação gera riscos para os equipamentos (por exemplo, deterioração das baterias devido ao clima ou uso incorreto)?
5. O projeto possibilitou novas perspectivas produtivas nas aldeias?

C. Formação Técnica:

1. Existia formação técnica anterior ao projeto? As pessoas têm domínio da tecnologia (projeto, instalação, operação, manutenção)?
2. Como o conhecimento foi (e continuou sendo) transferido?
3. O conhecimento adquirido promoveu inovação ou busca por especialização (técnica ou universitária)?
4. Quais são os principais pontos do processo de formação (objetivos, sucessos e falhas, riscos, perspectivas e desafios futuros)?

D. Instalação, operação e manutenção:

1. Como se deu a instalação?
2. Como ocorre a operação?
3. Como ocorre a manutenção? Há manutenção preventiva (sistematização, controle, acompanhamento, prevenção) ou só corretiva? Há diferenças por aldeia? Há lideranças responsáveis?
4. Quais instrumentos são necessários para instalação, operação e manutenção (chaves, multímetros, disjuntores, cabos)? Esses instrumentos estão disponíveis? Há fácil acesso a eles (para reposição, por exemplo)? Há diferenças por aldeia? Há lideranças responsáveis?
5. Há independência nas tarefas de instalação, operação e manutenção dos sistemas de geração? O que é capaz de ser avaliado, administrado e resolvido na própria aldeia e o que depende de ajuda externa especializada? Qual a dedicação necessária?
6. Há perspectiva de geração de renda (trabalho na cidade como técnico/eletricista)?
7. As tarefas de instalação, operação e manutenção atrapalham o dia-a-dia em algum sentido? Há concorrência de trabalho com outras atividades?
8. Quem (gênero, idade, hierarquia), culturalmente, opera e detém o conhecimento sobre essas tecnologias?
9. Quais as medidas de segurança tomadas durante a operação de sistemas elétricos e o manuseio dos equipamentos? Há caso de acidentes?
10. Existe acesso à documentação técnica? Como essa informação é passada? Há perenidade?

E. Economia:

1. Qual é o custo do atendimento das demandas?
2. O não atendimento das demandas causa perdas produtivas?
3. Qual parcela da renda é comprometida com energia (compra de combustíveis, equipamentos, perda de material perecível, outros)?

F. Meio Ambiente:

1. Onde e como os resíduos são descartados (baterias)? Qual o modelo de sustentabilidade em relação a gestão de resíduos?

G. Qualidade de Vida:

1. Os poluentes locais são um problema relevante? Doenças ou problemas respiratórios já foram detectados? Há consciência de causa e efeito?
2. Há queixas sobre a geração de ruído?
3. O não atendimento da demanda por energia (ou o atendimento intermitente) é também um problema de saúde (falta de água potável, impossibilidade da utilização de inaladores, impossibilidade da conservação de medicamentos, outros)?

H. Riscos:

1. Há independência na obtenção e consumo de energia?
2. O uso da energia gera conflitos?

I. Lições Aprendidas:

1. Quais lições aprendidas julga-se importante mencionar?

J. Perspectivas:

1. Quais as perspectivas (políticas públicas, geração de renda, atendimento da demanda por energia, atendimento oficial pelas concessionárias, expansão do projeto)?

L. Modelo de Negócios:

1. Como está planejado a evolução e continuidade do projeto?
2. Qual a disponibilidade de mão de obra especializada?

M. Experiências Anteriores

1. Há experiências anteriores? Se sim, quais foram os sucessos e as falhas? O que está sendo feito para potencializar o sucesso e evitar as falhas?

(2) Academia: Instituto de Energia e Ambiente da USP (entrevista com foco técnico-científico):

1. Quais os objetivos e resultados associados ao processo de capacitação realizado no âmbito do projeto de inserção de energia limpa no TIX? Como se deu o planejamento de conteúdo e didática?
2. Quais os principais desafios encontrados? O que poderia ser melhorado? O que ampliaria os benefícios?
3. Quais os principais pontos de atenção relacionados à:
(a) *Gestão?*
(b) *Tecnologia?*
(c) *Viabilidade técnica?*
4. Há trabalhos similares sendo realizados ou já realizados pelo IEE? Que outras experiências poderiam agregar ao projeto desenvolvido pelo ISA? Que experiências presentes no projeto desenvolvido pelo ISA deveriam ser compartilhadas?
5. Quais são as lições aprendidas que seriam importantes destacar?
6. Quais os aspectos de curto, médio e longo prazo a serem solucionados?

(3) Representantes das comunidades: líderes indígenas de diversas áreas de atuação – saúde, educação, FUNAI, associações etc. (entrevistas com foco na realidade das aldeias e suas necessidades quanto ao uso de eletricidade):

1. Qual a importância e o uso dado ao diesel?
(a) *Geração de eletricidade?*
(b) *Transporte?*
(c) *Outros? Quais?*
2. Que impactos seriam gerados por um possível maior acesso à energia? Qual seria a forma adequada de possibilitar esse maior acesso?

3. Que tipo de usos e fontes a comunidade avalia que seria adequado para aldeia? Qual sua avaliação quanto aos tópicos seguintes?
 - (a) Usos finais de eletricidade;
 - (b) Fontes energéticas;
 - (c) Uso de diesel;
 - (d) Tecnologia solar.
4. Qual a importância da energia solar? Quais os benefícios que ela gerou? Ela é confiável? Melhor que o diesel?
5. Comparando as duas tecnologias, qual, na sua avaliação, atende mais as demandas de vocês?
6. Quais foram os desafios para a instalação dos painéis?
7. Qual a avaliação sobre o processo de capacitação realizada no projeto?
8. Quais os principais desafios encontrados? O que poderia ser melhorado? O que ampliaria os benefícios?
9. Quais os principais pontos de atenção dos pontos de vista de:
 - (a) Capacitação?
 - (b) Gestão?
 - (c) Sustentabilidade econômica?
 - (d) Tecnologia (baterias e inversores)?
10. A aldeia avalia que já existe conhecimento interno no TIX para que seja realizado:
 - (a) Projeto?
 - (b) Instalação?
 - (c) Operação e manutenção?
 - (d) Modelos de gestão?
 - (e) Garantia de sustentabilidade econômica?
11. Qual a avaliação sobre a organização interna para a manutenção e operação de equipamentos? O que poderia ser melhor? O que está funcionando?
12. Avaliam que o projeto ampliou o interesse das famílias pela tecnologia solar? Como essa tecnologia é avaliada, comparado ao diesel, em relação a necessidade de vocês?
13. Avalia que as casas, se fossem comprar, comprariam solar ou diesel?

(4) Alunos dos cursos promovidos pelo projeto de inserção de geração solar no Xingu: representantes indígenas (entrevistas com foco no processo de formação):

1. Qual a importância da energia no Xingu e quais os usos?
2. Que impactos seriam gerados por um possível maior acesso à energia? Qual seria a forma adequada de possibilitar esse maior acesso?
3. Qual a importância do projeto? Quais os benefícios que ele gerou?
4. Como você avalia o projeto?
 - (a) Benefícios;
 - (b) Melhorias;
 - (c) Esforços futuros.
5. Como você avalia o conhecimento presente no TIX, quanto a:
 - (a) Projeto e instalação?
 - (b) Operação e manutenção?
 - (c) Saúde e segurança?
 - (d) Modelo de gestão?
 - (e) Sustentabilidade econômica?
 - (f) Financiamento?
6. Quais deveriam ser os esforços de capacitação? O que deveria ser ampliado?
7. Como tem sido a passagem de conhecimento entre vocês? O que poderia facilitar este processo?
8. Vocês avaliam que há pessoas preparadas para operar e gerir os sistemas solares? Que preparo adicional seria necessário?
9. Como o curso sobre energia solar pode impactar sua atuação na aldeia?
10. Qual a sua avaliação sobre a organização existente para manutenção e operação dos sistemas de geração solar de eletricidade? O que poderia ser melhor? O que está funcionando bem?
11. Avalia-se que o projeto ampliou o interesse das famílias pela tecnologia solar? Quais os benefícios e malefícios da tecnologia solar, comparado ao diesel, em relação às necessidades de vocês?

APÊNDICE B – TRANSCRIÇÕES DAS ENTREVISTAS REALIZADAS COM ATORES ENVOLVIDOS

(1) Instituto Socioambiental (junho de 2018):

Marcelo Silva Martins (marcelomartins@socioambiental.org)

Articulador territorial, produção e comercialização – TIX

OBJETIVO (i) DO PROJETO – 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, que possui oferta restrita.
- RESULTADOS ALCANÇADOS:
 - Maior segurança, previsibilidade e independência na obtenção de energia;
 - Os sistemas solares têm sido bastante usados para carregamento de dispositivos pequenos (celulares, lanternas);
 - As comunidades mostraram-se interessadas na utilização da tecnologia solar como um modo eficiente de obter eletricidade;
 - A maior oferta de energia trouxe novas perspectivas de uso de tecnologias nos processos produtivos já existentes (pesagem digital, envasamento de produtos, lâmpadas, novos equipamentos);
 - Parcerias (ex. IEE – USP, Schneider Electric) e custos (~ R\$ 6 mil por sistema) mostraram potencial de viabilidade;
 - Até agora (junho de 2018), já ocorreram instalações em dezenas de comunidades.
- DESAFIOS:
 - A demanda suprida e reprimida pode ser melhor dimensionada;
 - Há a percepção que, em alguns casos, a demanda de energia permanece reprimida;

- A comunidade permanece utilizando combustíveis fósseis;
 - Existe certo risco que a vulnerabilidade na obtenção de energia permaneça;
 - Parece não haver distinção consolidada entre o uso comunitário e o uso individual da energia (tanto solar quanto fóssil).
- PERSPECTIVAS:
- Reprodução do projeto em outras comunidades;
 - Uso de fontes de energia 100% renováveis;
 - Redirecionamento dos recursos hoje utilizados na compra de combustíveis fósseis;
 - Compras comunitárias de painéis e sistemas solares;
 - Movimento espontâneo das comunidades em direção ao uso consciente de novas tecnologias;
 - Homogeneidade na obtenção de energia entre diferentes aldeias;
 - Transição tecnológica;
 - Uso de painéis solares nas residências (demanda “individual”).

OBJETIVO (ii) DO PROJETO – 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).
- RESULTADOS ALCANÇADOS:
- Atividade de formação com conteúdo geral;
 - Há alunos com destaque e maior interesse pelo tema (essas pessoas têm sido as principais responsáveis pela gestão dos sistemas instalados);
 - Há alunos com destaque ainda maior (“especialistas”);

- A maioria dos alunos estão habilitados para identificar e solucionar problemas rotineiros (ex. conexões, fiação, troca de fusível, funcionamento anormal);
 - Alguns alunos já estão seguros para solucionarem problemas menos comuns (ex. medição de bateria, troca de componentes eletrônicos, instalação, projeto);
 - A comunidade confia (e valoriza) nas pessoas que aportam o conhecimento;
 - Elevação da autoestima dos alunos dos cursos;
 - Estímulo ao trabalho em equipe e ao compartilhamento de informações;
 - O mau uso de equipamentos elétricos tem sido incomum.
- DESAFIOS:
- Talvez seja interessante definir com maiores detalhes qual ponto de formação técnica precisa ser alcançado e como será garantida a transferência do conhecimento;
 - Ainda há alguns casos de uso incorreto dos sistemas implementados (ex. mau uso da bateria);
 - Há certa indisponibilidade de multímetros;
 - Reforçar a formação técnica em relação a normas técnicas (ex. NR-10) de segurança na operação de sistemas elétricos (conhecimento avançado);
 - O curso pode não ter potencializado todas as necessidades de formação técnica (faltaram mais atividades práticas);
 - Estratégias de manutenção (corretiva e preventiva).
- PERSPECTIVAS:
- Alimentação do interesse pelo tema (elétrica);
 - Desenvolvimento da perspectiva de trabalho fora das aldeias (cidades próximas);
 - Trabalho técnico como fonte de renda fixa (ao exemplo do que ocorre nos serviços de saúde indígena e resíduos);
 - Há potencial para criação de modelo de gestão consolidado e que garanta independência às comunidades (ex. formação > especialização > propagação da informação > atuação > renovação).

OBJETIVO (iii) DO PROJETO – 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).
- RESULTADOS ALCANÇADOS:
 - A instalação da tecnologia fotovoltaica diminui a relevante vulnerabilidade que existia na obtenção de energia (segurança);
 - Existe uma considerável hierarquia no atendimento da demanda energética (saúde > refrigeração > equipamentos comunitários > educação > refeitórios > internet, telefone, celular, lanterna > casas > lazer).
- DESAFIOS:
 - Consolidar um modelo de gestão do uso de energia que se adeque às particularidades de cada comunidade;
 - Além do conhecimento técnico, mostra-se interessante o aprofundamento de aspectos de gestão e administração.
- PERSPECTIVAS:
 - Enorme potencial de consolidação de uma proposta comunitária de gestão.

OBJETIVO (iv) DO PROJETO – Políticas públicas: *apoio a formulação de políticas públicas para geração de energia em comunidades isoladas*

- 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.
- Os RESULTADOS ALCANÇADOS, DESAFIOS e PERSPECTIVAS poderão ser melhor avaliados no decorrer desse trabalho “*Mapeamento e avaliação das 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*”, que caminha em direção ao objetivo (iv).

(2) Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (julho de 2018):

Dr. André Ricardo Mocelin (mocelin@iee.usp.br)

Supervisor do Serviço Técnico de Sistemas Fotovoltaicos

Dra. Maria Cristina Fedrizzi (fedrizzi@iee.usp.br)

Especialista em Laboratório

MSc. Teddy Arturo Flores Meléndez (tmelendez@iee.usp.br)

Especialista em Laboratório

Quais os objetivos e resultados associados ao processo de capacitação realizado no âmbito do projeto de inserção de energia limpa no TIX? Como se deu o planejamento de conteúdo e didática?

Os cursos realizados tinham como meta capacitar, no mínimo, 100 alunos, o que foi cumprido, pois 112 pessoas foram treinadas. Nesses treinamentos, tinha-se o objetivo de (i) apresentar a tecnologia solar; (ii) levantar pessoas de diversas idades e hierarquias interessadas em trabalhar como eletricitas no TIX; bem como (iii) selecionar alunos de destaque, com motivação e aptidão para tornarem-se especialistas responsáveis pelos sistemas de geração solar, instalados no decorrer do projeto desenvolvido pelo ISA.

Havia a expectativa de que, pelo menos, 20% dos alunos se identificassem com o curso de modo a se aprofundarem e a se tornarem especialistas responsáveis. Essa perspectiva foi alcançada, pois se avalia que 20 pessoas tiveram aproveitamento de maior destaque durante o treinamento. Essas pessoas estão aptas a identificar problemas nos aparelhos ou mesmo a trocar alguns componentes. De todo modo, todos os demais alunos já conseguem operar os sistemas e reconhecer problemas comuns de funcionamento.

O curso apresentou a ABNT NBR-5410, norma brasileira referente a instalações elétricas de baixa tensão, por meio de conteúdo próprio, desenvolvido pelo IEE durante suas diversas experiências anteriores. As aulas tiveram o trabalho prático como foco, utilizando kits didáticos. Assim, 80% do tempo disponível foi dedicado a atividades práticas, com explicações de conceitos, quando necessário, e apoio de cadernos didáticos que reuniam informações técnicas.

Os mutirões de instalação realizados davam continuidade ao processo de aprendizado, bem como possibilitavam a identificação de alunos de destaque.

Quais os principais desafios encontrados? O que poderia ser melhorado? O que ampliaria os benefícios?

A língua foi uma barreira para a comunicação entre professores e participantes dos cursos. No entanto, a utilização de desenhos técnicos, esquemas e diagramas ajudou bastante uma melhor compreensão dos conteúdos pelos alunos. Os cadernos também foram muito usados como apoio ao processo de aprendizagem.

Durante o primeiro curso ministrado no Xingu, o conteúdo foi majoritariamente teórico. Para as oportunidades posteriores, avaliou-se que era necessário maior enfoque na prática. Dessa maneira, as aulas teóricas passaram a ser intercaladas com ações práticas, de forma que o conteúdo conceitual esteve focado nos problemas reais que seriam contemplados nas experiências.

Cada pessoa apresentou habilidade em diferentes pontos e, para garantir que todos pudessem explorar suas qualidades, as atividades foram realizadas em grupos que se alternavam, passando por todos os processos (medição, montagem, conexão etc.).

A preparação para um possível fim do apoio financeiro da Fundação Mott, atual parceira do projeto, configura-se como um desafio importante. Para se antecipar a essa conjectura, é preciso definir quem será responsável pela manutenção das tecnologias instalados no âmbito da iniciativa do ISA. Entende-se que o ideal seria que as próprias comunidades operassem os sistemas, tornando-se permissionárias oficiais, uma vez que concessionárias tradicionais teriam altos custos e dificuldades para administrar processos de geração de eletricidade no Xingu. O gasto com combustível para deslocamento até o TIX, por exemplo, já seria inviável.

O modelo de Agentes Indígenas de Saúde (AIS) e de Saneamento (AISAN), já utilizado pelo Ministério da Saúde, em que representantes indígenas das comunidades trabalham como promotores de saúde local, deve ser seguido como referência para o desenho de uma estratégia em que, dessa vez, representantes indígenas das comunidades sejam responsáveis pela operação e manutenção de sistemas de geração de eletricidade. Considera-se, aqui, que o desafio central não se refere a capacitação das comunidades, mas está, sim, ligado a aspectos políticos-institucionais que precisam ser mais bem definidos.

Os sistemas projetados que foram ou estão sendo instalados já contemplam as exigências regulatórias da ANEEL. Em relação aos recursos humanos necessários, os especialistas treinados já seriam capazes de se tornarem responsáveis pelos sistemas; faltam apenas equipamentos e institucionalização. A barreira existente refere-se às formalidades exigidas para o exercício da profissão de eletricitista. Nesse sentido, pode ser necessário um curso formal para habilitar algumas pessoas a exercerem a profissão (curso teórico de NR-10, por exemplo).

Quais os principais pontos de atenção relacionados à:

(a) Gestão?

É necessário caminhar em direção às respostas de perguntas importantes sobre a sustentabilidade do projeto após um possível fim do apoio financeira da Fundação Mott:

- Quem será responsável pela troca de baterias?
- Onde serão descartados os resíduos?
- Quem assumirá os custos de operação e manutenção dos sistemas?

A renda das comunidades indígenas do Xingu não se mostra suficiente para arcar com todos os custos inerentes à geração de eletricidade. Sente-se que as comunidades ainda possuem alguma dependência dos esforços do Instituto Socioambiental (ISA), principalmente em relação a articulações externas, como levantamento de recursos e compra de equipamentos; e, provavelmente, os povos do TIX ainda não estejam totalmente prontos para realizar essa articulação por conta própria.

(b) Tecnologia?

Seria interessante avaliar o uso de baterias de lítio, que tendem a elevar a autonomia dos sistemas; além de aumentarem o tempo de vida dos bancos de baterias, diminuindo, assim, o custo do projeto a longo prazo.

(c) Viabilidade técnica?

O *freezer*, para conservação de alimentos, trata-se do principal equipamento elétrico que as pessoas almejam adquirir. No entanto, a corrente de pico de partida de *freezers* é bem mais alta do que sua corrente nominal de funcionamento, o que inviabiliza o funcionamento normal dos inversores (essa corrente de pico é interpretada como um curto circuito). Para tornar o uso de *freezers* viável, seriam necessários inversores com potências maiores, aumentando o custo do sistema, além de torná-lo superdimensionado, pois, durante a maioria do tempo, sua potência máxima de uso estaria ociosa (a grosso modo, tal potência só seria exigida no momento de partida dos *freezers*). É preciso, assim, pensar em alternativas técnicas que solucionem esse problema, como, por exemplo, o emprego de bancos de capacitores.

Também é necessário pensar na gestão do uso dos equipamentos domésticos, para que não haja desperdício de energia.

A escolha entre minirredes e sistemas individuais depende muito da organização de cada aldeia, mas as duas opções são viáveis.

Vale citar que as aldeias mudam de local com frequência considerável, devido a alagamentos, infertilidade dos solos etc., o que configura um desafio importante em relação a instalação de sistemas de grande porte.

Há trabalhos similares sendo realizados ou já realizados pelo IEE? Que outras experiências poderiam agregar ao projeto desenvolvido pelo ISA? Que experiências presentes no projeto desenvolvido pelo ISA deveriam ser compartilhadas?

O IEE participou da implementação de geração fotovoltaica de eletricidade em Mamirauá, mas avalia que o projeto deixou a desejar por não desenhar métodos de gestão bem controlados dos recursos disponibilizados. Tira-se de experiência que a gestão e a continuidade do projeto precisam estar baseadas em associações melhor consolidadas do que a existente em Mamirauá, como a Associação Terra Indígena Xingu (ATIX).

Enxerga-se que, em relação aos cursos de formação ministrados, a metodologia prática e focada naquilo que seria feito durante as experiências propostas ou mesmo durante os mutirões de instalação é um resultado que vale a pena compartilhar.

Quais são as lições aprendidas que seriam importantes destacar?

Uma grande lição aprendida refere-se ao fato de que quanto mais prático o conteúdo dos treinamentos, bem como maior o foco em problemas e situações reais, maior será o aproveitamento dos alunos. Conclui-se que a teoria e a prática devem ser sempre abordadas de forma intercalada.

Vale comentar que pontos importantes como os riscos de descargas atmosféricas (raios), assim como medidas de segurança no uso da energia, para que se evite acidentes ou choques elétricos, foram bem fixados pelos alunos.

Quais os aspectos de curto, médio e longo prazo a serem solucionados?

A curto prazo, deve-se viabilizar o uso de *freezers* conectados às redes de geração solar fotovoltaica.

Já a médio prazo, seria interessante prover mais recursos para o bombeamento de água; recursos esses atualmente provenientes da Secretaria Especial de Saúde Indígena (SESAI), e que são considerados insuficientes. Além disso, poderia ser interessante que a ATIX passasse a administrar tais recursos, aumentando o nível de independência das comunidades.

Por fim, a longo prazo, será preciso formalizar institucionalmente o método de gestão e operação do fornecimento de energia na região.

Observações feitas pela Dra. Maria Cristina Fedrizzi sobre bombeamento de água nas aldeias e o uso atrelado de energia:

Observa-se que os órgãos de saúde indígena têm adquirido e instalado nas aldeias sistemas de bombeamento de água sem controle de qualidade ou dimensionamento adequados; há escassez de dados sobre as características dos poços; análises geológicas, muitas vezes, não são feitas. Esse fato coloca em risco os poços, que podem vir a secar devido a um uso inapropriado.

Logo após os primeiros problemas de funcionamentos, os sistemas de bombeamento de água tendem a ser sucateados. Para que se evite essa situação, carece-se de um plano de manutenções. A grande diversidade de tecnologias utilizadas (bombeamento a diesel, a gasolina, solar etc.) e a falta de um inventário de equipamentos dificultam a elaboração de tal plano. Além disso, muitos recursos provêm de investimentos feitos pelos próprios moradores das aldeias, complicando, uma vez mais, o controle da gestão dos equipamentos.

A gestão das tecnologias utilizadas para bombeamento de água se torna ainda mais difícil pelo fato de cada região do Xingu possuir características diferentes: profundidade do poço disponível, demanda por água, população envolvida etc.

É preciso permanecer investindo em capacitação, tanto no sentido de potencializar o uso consciente dos recursos, para que se evite, por exemplo, que os sistemas continuem funcionando mesmo que a caixa d'água já esteja cheia, quanto em direção a garantir que as comunidades estejam aptas a solucionar problemas de funcionamento das tecnologias.

(3) Capivara – aldeia com sistema solar (julho de 2018)

Pofat – Cacique

Começa comentando que o diesel é necessário na aldeia para a manutenção das atividades rotineiras e para iluminação, com prioridade para saúde (inalação, pacientes/idosos), lamparina e gerador, sendo que para o barco é utilizada gasolina.

Explica que recebem diesel através da SESAI para o posto de saúde (inalação), e para a caixa d'água (50 litros de diesel por mês que não são suficientes para o mês inteiro). Compram diesel com dinheiro particular para o motor e para iluminar a aldeia; cada pessoa compra espontaneamente conforme a necessidade. Depois esse diesel é resposto (com o diesel fornecido pela SESAI) para a pessoa, conforme a disponibilidade.

O cacique não acha adequado a instalação de “linhão” no TIX, que é uma terra protegida. Assim, é necessário pensar em outro modo para o fornecimento. Além disso, é difícil dar manutenção ao motor gerador devido à falta de recursos, então, muitas vezes, o motor quebra e fica sem conserto. Assim, ele entende que a placa solar seria o ideal. Como motivações e vantagens, cita a necessidade de água gelada, elaboração de documentos, internet, inalação, autonomia em relação ao gerador diesel. Além disso, o sistema solar não faz fumaça nem barulho, e é mais simples de usar, sendo que o maior problema é a troca de baterias.

Quanto a utilização de aparelhos elétricos, menciona que, nessa aldeia, não usam muito a televisão, pois viram que não era muito bom para a aldeia. A novela era o principal uso da televisão, mas avaliou-se que era uma má influência. Mesmo com a energia solar, o cacique avalia que a energia não seria usada para TV.

Por outro lado, ele diz que a geladeira (para peixe, carne, água gelada) é uma demanda da comunidade, e que eles só não possuem esse equipamento por que não há energia.

Quanto à capacitação, ele avalia que o treinamento foi suficiente e que os jovens aprenderam bem. As dificuldades são referentes à disponibilidade de materiais, como peças de reposição, por exemplo. Quando acontecem defeitos, a placa deixa de ser utilizada, por falta de condições de manutenção, e elas acabam ficando guardadas. Os jovens avaliam que conseguem dar a manutenção, talvez com um pouco mais de capacitação e, principalmente, disponibilidade de materiais. De qualquer forma, seria importante capacitar para cada detalhe. São muitos projetos em pouco tempo e isso dificulta a capacitação. Ele também aponta que é preciso que o ISA faça mais trabalhos de capacitação, com continuidade, e não apenas projetos individuais.

Acredita que a manutenção ainda é dificultosa e é preciso avaliar juntamente com a comunidade se as pessoas gostariam de fazer uma organização comunitária para não depender de ajuda externa (auto-organização). Avalia ainda que a aldeia deveria transformar esse projeto em uma organização da própria aldeia (união e organização para projeto, operação e manutenção).

Mesmo assim, o cacique declara que a aldeia Capivara se sente preparada para receber e usar o sistema solar e há uma grande necessidade de energia elétrica para reuniões à noite por exemplo.

Ele está convencido de que os painéis solares são melhores que o gerador diesel e essa é uma visão geral da aldeia. Todos acreditam que a placa solar seria uma energia mais adequada para a comunidade, uma vez que o diesel exige maior quantidade de recursos (como combustível e

peças), enquanto a placa solar tem maior durabilidade, com exceção da bateria. Assim, o diagnóstico geral é de que a placa é melhor, mas é necessário conversar mais e amadurecer a ideia.

Como receio da maior disponibilidade de energia, o cacique cita problemas de segurança como choques elétricos e incêndios, que nunca aconteceram nessa aldeia, mas há medo disso. Outro receio do cacique é que, com internet 24h, os jovens deixem de trabalhar e pescar ou que aconteçam outros impactos que o cacique avalia como ruins.

Dessa forma, ele avalia que a energia tem que ser usada em áreas prioritárias como saúde e prefeitura e que deve haver um responsável por ligar e desligar o acesso à internet, para que não aja uso além da necessidade. Diz que a tecnologia deve ser usada para o trabalho e a internet especificamente deve ser usada para trabalho e educação. Também teme discussões pela internet nas redes sociais. Adicionalmente, ele não concorda que existam usos individuais de energia e internet, sendo necessário que a energia e a internet sejam centralizadas e comunitárias.

Tuwikang – Área da saúde

Explica que o diesel é usado para o gerador (luz e abastecimento de água) e são fornecidos 60 litros por mês pela SESAI. Comenta que o gerador da comunidade está parado há dois anos, atualmente só o gerador fornecido pela SESAI está em funcionamento e as pessoas compram diesel para contribuir. Esse gerador fica ligado quatro horas por dia (19h-22h). Também menciona que existe a necessidade de encher a caixa d'água e que muitas vezes falta água.

Acredita que as pessoas precisariam de mais energia, por exemplo para obter água ou para atividades do dia a dia, como uso de aparelhos de som, TV, geladeira, que são equipamentos que já existem na aldeia, mas que estão parados por falta de energia. Comenta ainda que se tivessem mais energia, mais aparelhos seriam comprados.

Como problemas causados pelo acesso à energia, cita conflitos gerados pelo uso de aparelhos, como o uso de música muito alta e barulhos que incomodam os idosos, além do uso excessivo de celular. Os jovens estão se acostumando com esses aparelhos e estão dando mais atenção a isso do que às atividades comunitárias (plantar, pescar, trabalhar).

Mesmo assim, avalia que seria necessário por volta de mais três horas de energia (além das quatro horas em que o gerador já está ligado). Em sua visão, caso isso se torne realidade, quem tiver condições vai comprar aparelhos. Contudo, a comunidade avalia que a compra de aparelhos está descontrolada e gera conflitos, principalmente devido ao jovem não estar prestando serviço para a família, e com mais energia esse problema pode aumentar. Para controlar esse cenário, argumenta que é necessário discutir, conversar e aplicar práticas de gerenciamento para melhor uso da energia. Avalia ainda que é necessário mais conversa para entender e resolver os problemas.

Quanto à tecnologia a ser utilizada, ele escolheria a placa solar como fonte ideal de energia, com a motivação de que ficariam menos dependentes de combustível. As experiências mostram que a placa solar (por exemplo, a placa instalada no posto de saúde) tem apresentado resultados positivos.

Avalia que o projeto de capacitação foi bastante interessante e existem pessoas que já estão prontas para instalar placas.

O trabalho em equipe é positivo e faz com que a comunidade se aproprie mais da tecnologia (por meio da troca de informações) e passe a depender menos do ISA.

Como pontos a desenvolver, ele avalia que a capacitação deve melhorar ainda mais e que seria necessário um técnico indígena da própria comunidade para cuidar das tecnologias (a partir da capacitação). Além disso, entende que é preciso aumentar a potência dos painéis e que não se sabe claramente a capacidade dos painéis nem quais aparelhos podem ser ligados (algumas práticas acontecem na “tentativa e erro”). A falha devido ao clima pode ser um problema, por isso, ainda é necessário manter o gerador a diesel.

Finaliza comentando que a comunidade vê com bons olhos os sistemas solares, mas faltam recursos para investimento. Assim, se houvessem recursos, seriam investidos na compra de placas solares.

João – Ex-brigadista e aluno do curso

Para ele, as duas tecnologias (diesel e solar) são importantes. Exemplos de uso: iluminação, carregamento de aparelhos, sistemas de som. Afirma que as pessoas não possuem TV nem tanquinho. Avalia também que se houvesse energia disponível, comprariam geladeiras, *freezers*, máquinas de lavar roupa e outros aparelhos.

O entrevistado acha que um maior acesso à energia não causaria problemas e o dia a dia seguiria normal, sendo que o uso seria para trabalho, comunicação e resolução de problemas. Avalia que os jovens usam a energia com consciência e não deixam de trabalhar, pescar e realizar atividades culturais. Vê como benefícios do projeto o conhecimento e capacitação das pessoas em relação à tecnologia.

Sente que não consegue instalar um sistema sozinho, mas tem segurança para montar com auxílio de algum técnico. Entende que não há ninguém capacitado para projetar, instalar e realizar manutenção (mesmo coisas simples) sozinho na comunidade. Explica que hoje eles só comunicam o problema e recebem o apoio necessário e que a manutenção feita são cuidados muito básicos como limpeza dos módulos, sendo necessária maior capacitação e mais prática.

Diz ainda que é necessário capacitar as pessoas que queiram participar, pois alguns não tem interesse (na aldeia Capivara somente duas pessoas participaram do curso).

De qualquer forma, diz que, por enquanto, os painéis estão funcionando bem e avalia que o curso foi bom, elevando a autoestima dos participantes devido ao aprendizado e motivando a busca por informação. Sentiu também que houve boa absorção de conhecimento, apesar de ainda não se sentir totalmente seguro para resolver os problemas, mesmo que eles ainda não tenham acontecido.

Comenta que no curso houve muita separação de grupos em determinadas atividades, o que fez com que alguns conhecimentos fossem perdidos, sendo que, em sua visão, era necessário que todos participassem e aprendessem todos os processos.

Diz que a ATIX começou a se organizar para conversar e discutir sobre uso de energia. Segundo ele, as pessoas estão mais interessadas na tecnologia e, se pudessem, escolheriam a tecnologia

solar, sendo que a ausência de barulhos durante a operação é o maior ponto forte. Avalia que o painel solar funciona melhor já que nenhum problema aconteceu até agora com os painéis instalados no posto de saúde e na escola. Se não fossem as placas, esses prédios estariam com os equipamentos (inalador, iluminação) parados.

Conclui que o painel é muito importante, inclusive gostaria de comprar um painel para colocar em sua casa e acredita que muitas outras pessoas gostariam de fazer o mesmo, porém destaca que ainda não tem segurança para instalar sozinho.

Sireiup – Coordenador da educação

Aponta que, para a escola, o diesel é importante para realização de reuniões, conversas e decisões de organização, que ocorrem eventualmente entre 19h-22h30. Seria ainda melhor ter maior disponibilidade de energia para mais liberdade de discussão, debate, organização e para a reunião de pais da escola (demanda por iluminação).

Contudo, argumenta que a energia deveria ser usada só para aqueles que realmente precisam e têm trabalho a ser feito, como os coordenadores, o cacique e outras lideranças.

Entende que a comunidade poderia se organizar comprando um gerador diesel comunitário por ter maior costume com a tecnologia. Se pudesse escolher, utilizaria as placas solares, mas sem abrir mão do gerador diesel, para que não falte energia (diesel seria uma fonte reserva).

Comenta que, quando a placa solar chegou, foi bem recebida pela comunidade, mas é necessária uma pessoa responsável com maior capacitação, pois parece não haver uma capacitação realmente eficiente e há o receio de que os problemas possam não ser resolvidos. Apesar disso, os problemas que apareceram até agora têm sido resolvidos.

Ele ainda menciona desafios como a percepção de que existe grande risco de que não seja possível realizar a manutenção. Assim, antes de comprar mais placas, o ideal seria ter certeza da capacitação de algumas pessoas.

Diz também que muitas pessoas não podem contribuir para manutenção e compra de equipamentos e quando algo precisa de manutenção, a comunidade deixa de usar. Cita o exemplo do gerador: a comunidade comprou e, agora que quebrou, o gerador está há quatro anos parado. Há dificuldade na logística de manutenção, como compra de peças e acesso a conhecimento técnico.

A energia é extremamente importante para dar autonomia e aumentar a organização da aldeia. Há contribuições monetárias espontâneas para compra de combustível, com controle da associação. Além disso, muitos têm gerador particular que servem para toda comunidade.

(4) Diauarum – aldeia com sistema solar (julho de 2018)

Jaguareté – Diretor da ATIX

Relata que o diesel não é algo totalmente essencial, mas tem usos importantes como fonte de energia para o gerador elétrico, transportes, lanchas, balsas (ainda que a maioria use gasolina).

O diesel chega por meio da SESAI, do ISA, da ATIX ou de pessoas que compram com seu próprio dinheiro. Contudo, existe dificuldade de trazer o diesel para as aldeias, principalmente por falta de verba. Avalia-se que não há dificuldade logística e sim falta de recursos.

O entrevistado segue descrevendo a logística da obtenção de diesel para os geradores: cada instituição tem sua secretaria nas cidades que administram e mandam o diesel para as aldeias. A SESAI manda uma cota todo mês. A FUNAI, a ATIX, o ISA, e a Educação mandam diesel conforme a existência de eventos específicos.

Segundo o entrevistado, avalia-se que o diesel pode ser trocado pela energia solar, mas a comunidade ainda está entendendo como usar essa tecnologia. A logística inerente ao gerador diesel é mais complicada e se faltar diesel existe bastante demora para conseguir mais combustível. Hoje, os sistemas solares são utilizados somente durante o dia. Com a criação de regras de uso, pode-se aumentar e melhorar o uso da energia.

Entretanto, o entrevistado segue comentando problemas ligados à maior disponibilidade de energia. Muitas pessoas passaram a utilizar a internet por muito tempo, fazendo com que percam os costumes do dia a dia da comunidade. Por isso é importante a criação de regras, em sua visão. Não considera necessário energia por 24h e o horário em que a energia já está disponível seria suficiente, dispensando a necessidade de energia à noite.

Dessa forma, defende o uso apenas no período de trabalho. Além disso, aponta que é necessário segurança no acesso à energia (confiabilidade de que haja energia disponível quando necessário) e não maior quantidade de energia para aumentar os usos, pois os atuais já são suficientes.

A energia solar parece ser mais fácil de gerir (quanto à manutenção e resolução de problemas) do que os geradores a diesel, além de fornecer maior confiabilidade (funciona sem combustível, possui maior durabilidade).

Quanto à instalação dos sistemas solares, indica que ainda precisam de pessoas que dominem o processo. Apesar de muitas pessoas terem feito o curso de instalação, ainda não há segurança no processo e na resolução de problemas, levando a dependência de alguns poucos especialistas. Assim, é necessária maior capacitação.

Ainda assim, menciona que há pessoas com bom aproveitamento e prontos para outros passos de conhecimento, mas é preciso aumentar o nível de profundidade. Segundo ele, já existem algumas pessoas (por volta de três) capazes de serem desafiadas e de tomarem as responsabilidades.

Para os que ainda tem dúvidas é preciso de mais laboratórios práticos, com apoio próximo dos professores.

Como próximos passos, aponta que a comunidade planeja conversar sobre a gestão da energia solar, para que esse projeto possa ser expandido para as casas. É preciso criar um regimento e

regras de uso da energia (potência máxima, tempo de uso, horário de uso). Apesar de essas conversas comunitárias já estarem planejadas, elas ainda não ocorreram, mas ressalta que é preciso se organizar antes de aumentar a disponibilidade de energia.

Quanto ao interesse das pessoas, aponta que elas se sentem mais aliviadas pela maior segurança da energia e por não contribuir com a poluição e a emissão de gases de efeito estufa.

Ainda, avalia que é preciso entender melhor quais são os reais custos dos sistemas solares e que, por exemplo, é preciso entender como funcionam as baterias e como elas são trocadas. É importante ter clareza de como tudo isso funciona para que, quando as baterias eventualmente pararem de funcionar, a comunidade não volte a usar somente diesel, sucateando os sistemas solares.

Para garantir uma gestão comunitária independente, aponta a necessidade de conversas, estabelecimento de regras e uso consciente da energia. Segundo ele, o ideal seria não usar a energia excedente para coisas consideradas secundárias (como sistemas de som, celulares). Seria preciso organizar-se para não aumentar o uso de equipamentos (mesmo que haja “sobra” de energia), mas sim manter a demanda atual com segurança.

Como formas positivas de uso da energia, lista-se:

- *Freezers*: nos polos, muitas pessoas trabalham em atividades (educação, saúde, associação) que não permitem que sobre tempo para atividades rotineiras como pescar ou caçar. Só é possível pescar aos fins de semana e, por isso, é preciso freezers para conservar os alimentos.
- Equipamentos utilizados para as reuniões: sistemas de som, microfones.

Como formas de uso desnecessárias ou negativas:

- Máquina de lavar roupa: é possível utilizar o rio.
- Chuveiro elétrico: houve um caso de instalação desse equipamento, que foi visto como uso negativo.

Para finalizar, o entrevistado comenta que o projeto pode ser uma referência e todos têm a responsabilidade de utilizar esse projeto como um exemplo para outras comunidades.

Maiowe – Liderança

Em sua visão, é preciso planejar melhor como usar os sistemas solares de geração de eletricidade em conversas conjuntas com os órgãos responsáveis, como FUNAI, Educação, ATIX, SESAI. Cada aldeia deveria ter suas regras, mas Diauarum deve ser um ponto de referência por ser um polo.

Segundo o entrevistado, essa conversa é necessária antes de aumentar a quantidade de painéis solares, pois sem ela as pessoas vão apenas instalar novos equipamentos indiscriminadamente, prejudicando a vida útil do sistema. Ele cita o exemplo do que ocorreu com o gerador a diesel: apesar do conselho dos técnicos que instalaram o gerador, os moradores da comunidade instalaram equipamentos com potência maior do que aquela que o gerador suporta.

Enxerga que a energia solar vai diminuir a poluição, eliminando a fumaça que escapa para pessoas que moram próximo dos geradores. Também comenta que ficou sabendo do potencial de usar biomassa como fonte de energia, mas não teve informações mais detalhadas.

Menciona a internet como ponto negativo da disponibilidade de energia, pois tem feito com que os jovens parem de pescar, roçar, caçar e ajudar em casa, uma vez que preferem apenas usar a internet.

Como comentários finais, indica alguns pontos de atenção sobre a gestão do uso da energia:

- Controle dos horários;
- Política de desligamento dos equipamentos (exemplifica que as luzes são deixadas sempre ligadas);
- Definição de equipamentos que podem ser utilizados;
- Controle dos responsáveis pela instalação (evitar que pessoas que não são capacitadas participem);
- Chamar a atenção para os perigos do uso (risco de acidentes, curto-circuito, fogo).

Kurapi – Secretário do chefe de logística

Quanto à importância da energia, começa comentando que a falta de eletricidade causa dificuldade no atendimento de pacientes no período noturno e que a nova tecnologia ajudou a aumentar a segurança energética.

Quanto ao uso, relata que nas casas usam *freezer* (conservação de peixes, carnes, água), televisão, aparelho de som, mas ainda possuem poucos equipamentos.

Ressalta que o uso da energia deve ser consciente e, por isso, as lideranças têm conversado com as comunidades para explicar como utilizar a energia de dia e de noite.

Quanto a uma possível maior oferta de energia, o entrevistado acredita que a energia não deveria ser usada 24h e que o necessário seria no máximo 6h de energia por dia.

Ele vê o risco de que, com maior oferta de energia, as pessoas ficariam mais tempo assistindo TV, iriam dormir de madrugada, e acredita que essa situação com certeza traria problemas na cultura, pois as crianças e jovens vão ficar mais ligados na internet e TV e podem deixar de pensar nos problemas da comunidade.

Com a quantidade de energia disponível hoje, avalia que a oferta é suficiente e a comunidade consegue administrar de maneira adequada. Avalia ainda que é preciso continuar com o gerador a diesel funcionando juntamente com os painéis solares, o que aumenta a segurança na disponibilização da energia. Menciona que ainda dependem do gerador a diesel para bombeamento de água.

Ele detalha que se gasta 800 litros de diesel (fornecidos pela SESAI) e que a quantia é suficiente para o posto, mas há grande compartilhamento de diesel com outras instituições e outras aldeias. Ficam em Diauarum cerca de 350 litros (avaliado como suficiente). Contudo, quando há campanhas de nebulização/inalação nos pacientes (época de gripe) pode faltar diesel, pois há maior uso. O gerador funciona com 8 litros de diesel por hora. Outras instituições (ATIX, Educação, ISA) colaboram com o abastecimento (há uma “troca/empréstimo” de combustível).

Também aponta que os painéis solares trouxeram maior segurança na disponibilização de energia elétrica. Contudo, é necessária maior capacitação, pois muitas pessoas ainda têm dificuldade. Algumas pessoas que tiveram mais destaque já conseguem fazer manutenção e instalação (desde que haja ferramentas e equipamentos suficientes), o que mostra que, com mais capacitação, as outras pessoas também podem chegar nesse patamar. É necessária mais capacitação para que as pessoas se sintam seguras e tenham autonomia para resolver problemas.

Quanto à passagem de conhecimento, ele vê certa fragilidade na passagem de conhecimento a frente e ainda não enxerga passagem de conhecimento adequada. Menciona que 2 pessoas (sendo uma delas o próprio Kurapú) são chamadas para resolver problemas, mesmo em outras aldeias. Assim, o conhecimento encontra-se muito centralizado, mesmo que algumas pessoas costumem acompanhar os trabalhos dos especialistas. Um problema é a falta de interesse. É preciso encontrar pessoas interessadas para dar maior capacitação. Dito isso, avalia que, com uma boa capacitação, o acompanhamento próximo do ISA passaria a não ser necessário em um horizonte futuro.

Quanto aos casos de necessidade de manutenção em outras aldeias, explica que o trabalho foi rápido e possível de ser realizada de forma independente (o próprio Kurapú e o Towani são os especialistas que se sentem seguros para resolver os problemas).

Sobre o impacto na comunidade, avalia que o maior acesso à energia com o sistema solar mostrou às pessoas os benefícios dessa tecnologia, mas muitos ainda não tem clareza da maneira correta de usá-la e há casos de pessoas que, por desconhecimento, tentam ligar equipamentos com potência maior do que a recomendada.

Além disso, cita a importância do projeto para sua vida pessoal, principalmente a capacitação, ao aumentar sua autoestima devido a oportunidade de mostrar-se importante para a comunidade, mostrando que é capaz.

Wisió Kaiabi – Liderança feminina da aldeia Kwaryjá

A importância da energia elétrica vem da transformação da sociedade indígena, que passou a usá-la mais. Hoje os indígenas, por exemplo, precisam trabalhar durante a noite e, com isso, a iluminação se faz muito importante.

Não se vive mais naquela época dos antepassados e, por isso, precisam usar tecnologia de fora, por exemplo para conservar alimentos (*freezer*). A energia elétrica facilita a vida e as atividades diárias, aumenta a segurança e possibilita novas atividades como a conservação de alimentos e o trabalho em outros horários, conforme já mencionado.

Além disso, a saúde melhorou uma vez que agora é possível se comunicar com mais facilidade em caso de acidentes. Entende que conseguir energia para melhorar a saúde (incluindo a conservação de alimentos) e a educação faz parte da luta pelo povo.

Falando sobre a importância da energia para as mulheres, aponta que muitas delas não têm tido tempo para fazer artesanatos durante o dia, sobrando apenas o período da noite. Com iluminação, elas poderiam trabalhar com mais conforto durante a noite.

Menciona que há muito tempo a comunidade vem pedindo um gerador diesel para a FUNAI, ISA, SESAI e como resposta essas instituições falaram para a comunidade que o sistema solar é

melhor do que o gerador a diesel, pois não se gasta nada com combustível, não há a necessidade de ir até a cidade para comprá-lo e os sistemas têm maior durabilidade. Contudo, acredita que a placa não é tão melhor assim, pois é necessário trocar as baterias e pode haver placas de baixa qualidade.

Quanto à instalação dos sistemas solares e capacitação de instaladores, comenta que alguns dos meninos que foram capacitados estão trabalhando e há o sentimento de que aprenderam. Contudo, perdeu-se o controle do que os demais alunos estão fazendo. Acredita que o curso foi bom, mas é sempre necessária mais capacitação. Tem clareza de que técnicos responsáveis e que dominam o assunto moram muito longe e têm difícil acesso ao TIX, por isso, é necessário que os próprios indígenas se capacitem e tomem conta dos sistemas.

Aponta que existem algumas pessoas em que a comunidade confia bastante, como o “Mudinho” da aldeia Tuiararé, e acredita que elas serão capazes de cuidar dos sistemas e, com mais capacitação, poderão, passo a passo, dominar cada vez mais o conhecimento e ensinar outras pessoas, passando o conhecimento a frente. Exemplifica com outros cursos e capacitações que deram certo, especificamente os relacionados a trabalhos de audiovisual.

Sobre a manutenção dos sistemas solares, comenta que não sabe como seria possível trocar as baterias e que não sabia dessa necessidade. Esperava que o ISA se responsabilizasse por isso e acredita que será muito difícil a comunidade conseguir comprar baterias, uma vez que eles são pobres e poucas pessoas têm alguma renda (e quando têm, é baixa). Avalia que será preciso conversar em comunidade para tentar resolver esse problema.

Quanto ao gerenciamento do sistema, avalia que é necessário controlar a ação de ligar e desligar a energia. Deve-se ligar o sistema quando existir algo importante para ser feito e não todo o tempo. Os jovens tendem a se viciar em celular e televisão e, por isso, a energia não poderia ficar sempre ligada. Diz que é importante assistir televisão, mas é necessário saber dosar o que assistir; a televisão pode ser uma ferramenta importante de informação, por exemplo, para saber o que se passa no Brasil e quais são as ações que o governo tem tomado.

Argumenta que o cacique da aldeia juntamente com a comunidade deve discutir como se organizar, ou seja, se a organização será conjunta ou dentro de cada casa. Menciona que hoje usa-se muito as regras não-indígenas, como combinar dia e hora, mas, por outro lado, hoje os jovens têm desobedecido muito os adultos.

Comenta ainda que os indígenas não querem a entrada de “linhão” (extensão da rede de distribuição), pois acredita que trará grandes problemas para a comunidade, como a abertura de estradas. Menciona ainda que o governo já realizou projetos por meio do Luz para Todos em aldeias do Tatuí, e foi possível ver que não é bom, pois, quando há problemas, o governo demora para consertar e, além disso, é necessário pagar e a comunidade não tem condições, como já mencionado. Argumenta ainda que o governo constrói muitas vezes sem grande diálogo com a comunidade, que fica refém. Por isso, não querem o “linhão” no Xingu e têm muito receio de terem que pagar pela energia, o que os povos não querem. Isso por que nem todos são beneficiados pelo dinheiro e há o risco de que a dívida se acumule e que as pessoas não consigam lidar com esse problema. Outra questão seria eventual diferença no acesso à energia entre as pessoas.

Finaliza dizendo que há dúvidas sobre como será a continuidade do projeto e onde serão instaladas as placas, comentando que a intenção atual é instalá-las em prédios produtivos.

(5) Guarujá – aldeia com sistema solar (julho de 2018)

Comentários gerais (*entrevista em conjunto – roda de conversa*)

O sistema solar instalado pelo ISA fica na escola da aldeia e na Unidade Básica de Saúde (UBS), que se localizam relativamente longe de onde os habitantes da aldeia moram. Além disso, existe um gerador a diesel instalado pela SESAI. Nessa aldeia, cada família cuida da sua própria renda.

Não houve nenhum problema no sistema fotovoltaico até o momento, mas o aluno responsável sente-se seguro para resolver algum problema que possa aparecer. Poucos equipamentos eletroeletrônicos são utilizados.

O gerador a diesel fica ligado das 18h30 às 22h e supre as necessidades de energia das casas. Em casos especiais, o gerador pode ficar ligado por uma hora a mais. Quando ele está ligado, as tomadas ficam lotadas, então, com mais tempo de energia, seria possível carregar outros equipamentos. Existe demanda por *freezer*, televisão, ralador de mandioca, máquina de cortar cabelo etc. Afirma-se não comprar mais equipamentos devido à falta de energia disponível. No caso dos *freezers*, eles não estão sendo utilizados por esse motivo.

Há a percepção de que os sistemas solares são melhores do que os geradores, mas não há clareza sobre como poderiam viabilizar o custo a ser pago pela energia. Também existe a sensação de que a energia causaria certo impacto na cultura, que é um discurso praticamente igual ao das outras aldeias: celular e televisão prenderiam mais a atenção dos jovens do que as atividades culturais ou de conversa.

O gerador quebrou e não foi consertado.

Cacique e Pajé (*entrevista em conjunto*)

Divergiram sobre a quantidade de diesel recebida da SESAI, citando por volta de 50 litros de diesel por mês.

Têm a percepção de que os geradores produzem muita poluição e, por isso, os sistemas solares são melhores. Sentem-se mais seguros com a instalação do sistema fotovoltaico, citando o caso da necessidade de energia para emergências médicas, e inclusive já pensam em comprar para suas casas. Contudo, disseram ser difícil fazer a manutenção dos painéis solares e que não se sentem capazes de realizá-la sozinhos. Relatam que na aldeia Guarujá só uma pessoa realizou o curso, mas acreditam que deveriam ter mais pessoas responsáveis pela manutenção dos sistemas, sendo necessário mais capacitação.

Mencionaram que a energia é muito importante para prédios produtivos, como o apiário, onde é melhor trabalhar a noite, quando as abelhas estão mais calmas por estarem dormindo. Também expressaram vontade de comprar máquina de ralar mandioca.

Têm a visão de que a energia pode ter um impacto muito positivo, para auxiliar, por exemplo, na educação. Quanto aos impactos negativos, argumentam que cada família deve ser responsável pela administração e controle do uso excessivo de equipamentos eletrônicos.

Para melhorar e evoluir o projeto, entendem que deveria ser instalado um sistema grande que sirva para todos da comunidade e que devem existir pessoas (pelo menos três) responsáveis

pelos sistemas. Antecipam que terão acesso a novas baterias solicitando para parceiros ou elaborando projetos de apoio, além disso, há a expectativa de que alguém traga e instale mais placas. Considera que se o ISA trouxe os painéis solares, eles devem ser responsáveis pela manutenção do sistema.

O “linhão” (extensão da rede da distribuidora) não é bem visto, pois existe a percepção de que sua instalação acarretará problemas financeiros como endividamento da comunidade, e que o governo poderia cortar a luz da aldeia. Assim, o sistema solar passa maior sensação de segurança e autonomia, pois mantém certo isolamento. Argumentam também que o “linhão” pode atrapalhar a cultura de construção da aldeia, pois seria preciso construir toda a aldeia de forma reta (atualmente as construções são dispostas de forma circular). Por fim, o linhão pode influenciar a abertura de estradas e aumentar o desmatamento.

Awayat – Aluno do curso de formação

Afirma que esse projeto é bem visto, mas sente que são necessárias mais oficinas. Menciona que hoje a única manutenção é a limpeza e muitas vezes os sistemas ficam sem ninguém cuidando. Ele pessoalmente sente-se confiante em limpeza e instalação, mas acredita que não consegue resolver problemas sozinho.

Sentiu que algumas pessoas conseguiram aprender, mas muitas outras não acompanharam tão bem e ainda restaram muitas dúvidas, pois a baixa escolaridade atrapalha o entendimento completo de alguns conceitos.

Siriam (aldeia Kumari), Mudinho (aldeia Tuiararé) e Towani (aldeia Diauarum) são citados como pessoas que se destacaram durante a oficina. Acredita que eles seriam capazes de se organizar e fornecer um curso para a comunidade, o que poderia despertar interesse dos povos.

O entrevistado não vislumbra benefícios para sua vida devido ao curso e não tem clareza do que deve ser feito para evoluir a organização e prover autonomia à comunidade.

Conclui que, em geral, é preciso mais capacitação.

(6) Moitará – aldeia com sistema solar (julho de 2018)

Mairaré – Cacique – e Coordenador da saúde *(entrevista em conjunto)*

O gerador a diesel era utilizado para ligar diferentes equipamentos e o combustível era comprado pela própria aldeia. No entanto, tal gerador encontra-se quebrado. Como a placa solar praticamente substituiu o gerador quebrado, há a percepção de que não ocorreu grande impacto na cultura, pois não aumentou a oferta de energia, só modificou a fonte.

Apontam que as placas solares possuem potência muito pequena e, por isso, têm sido usadas somente para carregamento de dispositivos pequenos (celular, caixa de áudio, lanterna). Também apontam que há demanda pela instalação de equipamentos que consomem maior potência e para atendê-la seria necessário placas maiores e capazes de suprir potências mais elevadas.

Comentam que houve uma falsa esperança de que as placas solares seriam capazes de suprir necessidades maiores. Dizem, por exemplo, que as placas não estão sendo usadas para trabalhos produtivos e que existe uma sensação de que elas estão sendo subutilizadas.

Além disso, sentem a necessidade de usar aparelhos como inalador. Também comentam especificamente sobre os celulares, que são carregados durante pouco tempo (cerca de três horas) e a carga chega a durar três dias, pois há pouco uso, que ocorre principalmente para fotografias e para comunicação.

Acreditam que é preciso conversar sobre como a comunidade se organizaria para adquirir e instalar placas solares. Também comentam uma sensação de falta de informação e confiança para tomar a autonomia do processo.

Contam que já houve outros contatos com a tecnologia solar, como propostas da prefeitura ou mesmo por meio de sistemas de bomba d'água. Como impacto positivo, lembram que, sem a bomba d'água, a incidência de doenças, como diarreia, era maior. Atualmente, há a percepção de que os casos de doenças que ocorrem são motivados por descuido e não por falta de energia.

Outros impactos positivos percebidos são: uma grande diferença em relação ao barulho, menor poluição, facilidade de logística e eliminação de custos com combustível.

Com maior acesso à energia, enxergam que poderiam ter maior produção, mas também poderiam garantir entretenimento (mencionam que televisões deixam de funcionar por falta de uso). Apontam que o uso seria direcionado para a apicultura e para iluminação noturna.

Avaliam que a tecnologia solar é mais adequada que a geração a diesel. Sentem que a comunidade aprendeu a realizar as conexões, mas ainda tem dificuldade com a nova tecnologia. Aham que o curso tinha muita gente, com muita teoria e muita prática, e que isso deveria ser corrigido em uma nova versão do curso, com foco por aldeia, para diminuir as dúvidas. A capacitação, a gestão dos sistemas e a sustentabilidade econômica são os maiores desafios. Ainda assim, avaliam que já existe conhecimento interno no TIX para que seja realizado projeto, instalação, operação e manutenção de sistemas, com acompanhamento de um técnico.

Quanto ao engajamento das famílias, comentam que a maioria delas se interessou pelo maior acesso à energia por meio do sistema solar, mas que ainda é uma tecnologia muito nova. Além disso, apontam que ainda há dúvidas sobre como conseguir acesso a esses sistemas.

(7) Tuiararé – aldeia com sistema solar (julho de 2018)

Jamamary – Cacique

Comenta que o diesel era usado para o gerador elétrico, mas com o tempo o uso desse gerador foi diminuído para não poluir, com base em conhecimento passado pelo pessoal da SESAI, FUNAI e ISA. Antes mesmo do projeto do ISA, já sabia dos benefícios da energia solar. Atualmente, o gerador a diesel não é mais usado devido à quebra de peças e a única fonte de energia elétrica são os sistemas solares.

Apointa o interesse em iluminar a casa para que possam executar tarefas cotidianas, como cozinhar e jantar. Há intenção de comprar “coisas da cidade”, como *freezer*.

O sistema solar é usado principalmente para atividades de trabalho, pois a visão é de que essa deve ser a prioridade. No entanto, cada casa pode comprar seus equipamentos conforme a vontade. Justifica essa postura com o temor de que a entrada de muitos equipamentos de entretenimento possa interferir na cultura, por exemplo levando as pessoas a deixarem de pescar e de caçar. Entende que o adequado é usar a eletricidade principalmente para o trabalho, mas com a possibilidade de usar celular e computador desde que seja com consciência e de forma controlada. Como exemplo, diz que os celulares poderiam ser utilizados à noite, para não interferir na rotina das tarefas feitas normalmente à luz do sol.

Avalia que a energia solar é mais adequada que o diesel, pois seu uso é mais fácil e não depende do acesso ao combustível. Existe a percepção de que a manutenção é menor, e que o sistema solar quebra menos, citando como exemplo uma placa solar que opera com a bomba d'água há muitos anos sem dar problemas.

Quanto ao processo de instalação, comenta que foi bem realizado, e o sistema é usado somente no prédio da associação, sem extensões.

Comenta também que um dos moradores da aldeia teve grande destaque no curso, mas que somente ele domina o conhecimento. Assim, seria necessária mais capacitação, para que mais pessoas tivessem esse domínio. Não há certeza se a capacitação já realizada seria suficiente para solucionar os problemas que possam vir a ocorrer, mas tem a percepção de que não seria.

Avalia que a energia é necessária nas casas de cultura, de farinha, de artesanato e de mel. Em um segundo momento, também é necessário fornecer energia às casas. A comunidade tem conversado sobre como se organizar para usar energia, para entender quais as necessidades e como eles devem usá-la quanto ao horário e tempo de utilização, por exemplo. Além disso, explica que caso todas as casas fossem questionadas, as pessoas responderiam que energia solar é melhor, pois não faz barulho, o que é um ponto chave na comparação com o gerador a diesel.

Comenta que a comunidade também vem discutindo sobre como aumentar a disponibilidade de energia, inclusive a posição próxima das casas foi pensada para que seja mais fácil chegar energia para todas, formando uma minirrede. Acredita que instalar painéis só em uma casa/prédio não é adequado; o ideal seria um sistema grande, centralizado. Além disso, prefere utilizar um conjunto de placas centralizado do que várias placas “pequenas” (sistema descentralizado). Acredita que, com um modelo descentralizado, o sistema equivalente completo ocuparia mais espaço, necessitando de mais fios e exigindo a derrubada de árvores.

Finaliza comentando que o sistema solar tem ajudado muito a aldeia, pois o gerador tinha uma logística muito difícil, incluindo compra de combustível, manutenção e compra de peças. Reitera que existe vontade de que todas as casas tenham energia. Acredita que a compra de placas deve ser um projeto de toda comunidade, pois isso dá forças para a iniciativa, uma vez que no caso individual haveria menos poder de articulação.

Aturí (Yosipep) – Presidente da associação

Começa sua fala citando equipamentos que gostariam de utilizar: esmeril, serras automáticas, ferramentas com motor. Além disso, avalia que, atualmente, muitas pessoas, pela dificuldade deste trabalho, não sabem costurar, e uma máquina de costura automática familiar facilitaria esse trabalho e poderia incentivar o retorno dessa cultura que está se perdendo.

Diz que há o planejamento de construir novos prédios produtivos, como uma casa de pimenta, onde a energia solar será muito importante para possibilitar maior rendimento dos trabalhos. Ainda menciona que a aldeia já começou a se organizar para estocar alimentos e a energia elétrica também seria necessária nesse caso (*freezers*).

Descreve que atualmente a aldeia se organiza por meio da associação e da liderança do cacique para planejar como comprar energia e o que fazer com ela. Também opina que a energia solar deve ser de uso comunitário e não algo que cada família compra por conta própria.

Comenta que existe pouca experiência com energia solar, pois ainda há pouco tempo de uso, mas a experiência já adquirida mostra que o sistema solar é mais adequado, pois não polui e não produz ruído como o gerador a diesel.

Aponta que um maior acesso à energia pode trazer algumas mudanças que precisam ser conversadas e pensadas para que o impacto não seja negativo. Por outro lado, afirma que a energia traz benefícios como facilitar a comunicação e o acesso à informação e ao conhecimento, principalmente com o uso do computador. O uso de energia também é importante por possibilitar a iluminação, além das perspectivas de uso de novos equipamentos, como *freezer*. Conclui que a energia é muito boa para a comunidade apesar de trazer alguns problemas. Esses problemas podem ser facilmente discutidos comunitariamente e resolvidos por meio da definição de regras de como usar a energia de forma mais adequada.

Na aldeia, somente uma pessoa participou da capacitação, mas há dificuldade de transmitir a informação para outros, pois ela tem surdez. No geral, é preciso mais capacitação.

Finaliza dizendo que ainda não há total segurança de que todos os futuros problemas dos sistemas solares possam ser resolvidos, mas indica que a pessoa capacitada dessa aldeia tem conseguido resolver todos os problemas que já apareceram, incluindo aqueles mais específicos, como troca de fusível. Essa pessoa capacitada é, inclusive, chamada para resolver problemas de outras aldeias.

Tamakari – Vice-presidente da associação

Diz que é necessário pesquisar aparelhos que ajudem os trabalhos do dia a dia, como ralador de mandioca, máquina para cana, *freezer* para estocar peixe (principalmente para quando é necessário trabalhar em serviços comunitários e não resta tempo para pescar), além de outros de uso doméstico como televisão, aparelho de som, máquina de lavar roupa.

Para ter mais placas solares, argumenta que é preciso organizar uma arrecadação de recursos, mas, antes, é preciso conversar mais sobre o tema. Aponta a sensação de que uma placa solar tem mais durabilidade e maior facilidade logística que um gerador diesel. Pensa que seria válido contratar um técnico para montar e passar informações para que a comunidade possa aprender e, aos poucos, se apropriar do conhecimento.

Há discussões sobre desenvolver um projeto para apresentar a órgãos que possam auxiliar no investimento em painéis solares.

Explica que, se as famílias quiserem comprar placas para suas casas, é preciso organizar conversas internas para planejarem juntos como arrecadar recursos para isso (salários, vendas de artesanato).

Pontua que, com a entrada de tecnologias na aldeia, muitos jovens passaram a usar bastante o celular, mas que isso não necessariamente prejudica o dia a dia da comunidade, pois esses jovens têm conseguido se organizar.

Wassi

Menciona que a cultura de contar histórias tem diminuído, devido à preferência por assistir televisão.

Corroborar a opinião de que a decisão de comprar painéis solares ou equipamentos eletroeletrônicos deve ser de caráter comunitário e não particular de cada casa.

Comentários gerais (*entrevista em conjunto – roda de conversa*)

As mulheres comentaram que gostaram muito da instalação de energia solar na aldeia, com destaque para a possibilidade de carregamento de lanternas, o que é muito importante para que possam fazer artesanato à noite. Conta que, além disso, a disponibilidade de energia é importante para que as mães possam realizar atividades à noite (com lanternas), enquanto as crianças dormem. O carregamento de lanternas é importante para a continuidade das tarefas durante a noite, possibilitando a continuidade de atividades que não foram concluídas durante o dia.

(8) Arayo – aldeia sem sistema solar (julho de 2018)

Kumuru – FUNAI

Pontua que, na configuração atual, cada casa possui seu próprio gerador e se organiza de maneira parcialmente independente. Há uma reserva de recursos para a compra de gasolina ou diesel, gerando muitos custos; o frete, por exemplo, encarece bastante o preço da energia. Os geradores são ligados conforme demanda e disponibilidade de combustível. Em geral, isso acontece à noite, pois há grande necessidade de realizar atividades rotineiras nesse período.

Entretanto, relembra que o acesso à energia possui pontos positivos e negativos. Por exemplo, durante festas e atividades culturais, muitas vezes, os jovens preferem utilizar o celular do que participar do evento. Por outro lado, a energia possibilita que a festa seja feita a noite, com iluminação. Assim, é preciso saber dosar esses usos.

Tem a impressão de que as questões mais importantes sobre energia são discutidas em outros fóruns e não na aldeia. Entende que é preciso mais capacitação, pois, atualmente, a aldeia não conhece muito bem sobre as placas solares, gerando uma sensação de insegurança. Existe também uma apreensão em relação à instalação de “linhões”, devido à vontade de preservar a cultura e receio de que ela se perca com o maior acesso a tecnologias e energia.

Koromenta – Aluno do curso de formação

Acredita que a energia solar pode ser uma fonte reserva em relação ao gerador, dando mais segurança à comunidade em momentos em que não exista combustível disponível. Entende que a energia solar não polui, pois diminui os gases de efeito estufa, porém não tem muita clareza das razões que fazem a placa solar ser uma solução melhor do que o gerador a diesel. Tem apenas a noção de que o gerador diesel é mais custoso do que painéis.

Relembra que o curso de capacitação estava bastante cheio e que, por isso, nem todos conseguiram mexer com os equipamentos e aprender o suficiente. Seria ideal que, no máximo, duas pessoas realizassem as experiências por vez. Pontua que já faz muito tempo que realizou o curso (2 anos) e, por isso, perdeu um pouco da segurança em relação ao seu conteúdo. Avalia que seria capaz de resolver problemas nos equipamentos com a ajuda de outras pessoas.

Considera que o curso foi bom para a sua formação, consolidando alguns conhecimentos. Acredita que as habilidades adquiridas podem ser utilizadas não só em projetos do ISA, mas também em um futuro poço artesiano da aldeia. Entretanto, destaca que ainda será necessário mais treinamento. Para isso, está disposto a realizar outros cursos e acredita que precisa aprofundar e revisar os conhecimentos. Citou o Doni como alguém que foi muito bem no curso e que pode passar o conhecimento adiante, além de cuidar das instalações de outras aldeias.

Relembra que o grande espaço de tempo entre o curso e a instalação criou falsa expectativa e quebrou esperanças. Acrescenta ainda que a conversa comunitária é a forma ideal de passar o conhecimento e estabelecer regras.

Koratwu Tafarel (Uliló) (Iakuná) – Cacique

Destaca que as aldeias da etnia Ikpeng são um dos poucos pontos que possuem a visão da necessidade de preservação do território. Além disso, há na comunidade o entendimento de que o consumo de combustíveis impacta o meio ambiente e incentiva uma indústria poluidora.

A comunidade do TIX tem se organizado e conversado com outras instituições, como o ISA e a Prefeitura, para melhorar as condições de infraestrutura na aldeia e, assim, atender as necessidades do povo. Entretanto, há algumas discordâncias entre diferentes aldeias sobre como essa infraestrutura deve ser implementada. Entende que a logística para construção de empreendimentos é muito complicada e custosa e, por isso, luta-se pela construção de uma estrada que facilite o acesso a materiais, equipamentos e trabalhadores.

Pontua que a aldeia Arayo procura preservar sua cultura e manter suas tradições ao máximo, apesar de perceber grande influência externa na cultura indígena. Na aldeia, há também o objetivo de preservar a comunidade da influência externa gerada a partir da TV e da *internet*. Nesse sentido, acredita que, se não houver controle sobre o uso de equipamentos eletrônicos, o acesso à energia elétrica pode trazer impactos negativos. Há a consciência de que os eletrônicos prejudicam até mesmo a saúde, causando problemas de visão e nas articulações, por exemplo. Além disso, destaca que a preservação ambiental também é parte importante disso, uma vez que sem meio-ambiente não há cultura.

Discute-se na aldeia qual a vantagem dos sistemas solares, pois, apesar de produzirem energia limpa, esses sistemas ainda são formados por equipamentos industrializados, que possuem vida útil e, portanto, teme-se qual será a dinâmica aplicada ao seu descarte. Destaca que não existe energia industrializada totalmente limpa.

Orgulha-se muito das oportunidades de educação na aldeia. Lembra que há alunos que entraram na faculdade sem precisar sair da comunidade para cursar a educação fundamental na cidade. Em vez disso, estudaram sempre na escola de referência da aldeia. Lá, as aulas acontecem entre as 7h e as 18h, porém acredita que, se houvesse energia, com certeza haveria aulas no período da noite. Destaca que, muitas vezes, as atividades da escola são atrasadas ou realizadas de maneira inadequada devido à falta de energia, que impede o uso de equipamentos como projetor e computador.

Acredita que a conversa sobre o uso da energia deve ser feita de forma comunitária, pois os jovens não têm maturidade suficiente e os mais velhos precisam auxiliá-los na tomada de decisões.

Sobre o curso, acredita que não se deve mais indicar pessoas para participarem e sim deixar que elas se proponham, conforme gosto e afinidade. Pensa que precisam existir pessoas que realmente queiram realizar a manutenção dos sistemas, alinhando-se com a comunidade para realizar o trabalho. Hoje, percebe-se que tem crescido um individualismo nas funções.

Acredita também que as oficinas não têm funcionado e, por isso, não são necessárias, sendo mais adequado aplicar recursos em outras coisas. Lembra que a população indígena trabalha em coletivo e nunca aplicou essa dinâmica de poucas pessoas responsáveis por algo que serve à toda comunidade. Destaca também que as oficinas não podem ser pontuais, pois a comunidade precisa praticar os conhecimentos aprendidos. Além disso, não há ferramentas

para realizar as práticas na aldeia. Há a sensação de que as pessoas que realizaram o curso conseguem identificar os problemas e sabem resolvê-los, mas falta o material necessário.

Relembra que é preciso resolver os problemas em comunidade e não para a comunidade. Só dessa maneira é que o trabalho terá respaldo. Acredita que o TIX está muito segmentado em diferentes aldeias e setores de atuação (educação, saúde, associações), gerando um individualismo na tomada de decisões. Destaca que é preciso mais transparência, através de ferramentas de planejamento e de comunicação entre povos, além de agendamento e divulgação de atividades, gerando uma discussão integrada entre os diferentes setores. Há uma falta de planejamento, que se tornou uma tradição difícil de superar. Almeja-se criar maior sistematização da organização produtiva e acredita-se que é possível explorar mais o turismo. A energia poderia ser uma forma de estruturar essa atividade.

Enxerga o Luz para Todos e a instalação de linhas de transmissão no território com descrédito, devido à experiência de outras aldeias que instalaram postes e depois ficaram abandonadas por falta de pagamento. Há resistência sobre o pagamento de mensalidades, pois acredita-se que não será possível arcar com esse custo. Sugere a instalação de postes com sensores e painéis solares que possam ligar e desligar sozinhos.

(9) Boa Esperança – aldeia sem sistema solar (julho de 2018)

Comentários gerais (entrevista em conjunto – roda de conversa)

Sentem que o projeto priorizou aldeias grandes. As aldeias pequenas têm a sensação de que participam de articulações, mas não são priorizadas no momento da implementação de projetos.

Para as mulheres, a disponibilidade de energia permite que elas trabalhem e que tenham mais oportunidades, uma vez que, com eletricidade, elas podem realizar tarefas durante a noite, enquanto as crianças dormem. Algumas mulheres já estão trabalhando, por exemplo, na educação. Por isso, é importante que exista energia, possibilitando que conciliem as tarefas rotineiras com outros trabalhos.

A energia também seria importante para auxiliar o combate a incêndios; por exemplo, por meio do uso de monitoramento por satélite. Além disso, é preciso energia para jantar, conversar, conseguir se proteger de animais, preservação de alimentos etc. As pessoas se sentem melhor em ambientes iluminados. Há grande interesse pelo uso de energia nas casas, e não apenas em prédios comunitários.

A aldeia só utiliza energia por meio de gerador. Usa-se um gerador comunitário, que funciona no período da noite, mas, quando é preciso durante o dia, o gerador também é ligado.

O kit solar é bem visto e passa a sensação de maior segurança no acesso à energia. A convivência com aldeias que possuem sistema solar motivou o interesse por essa tecnologia e têm passado uma sensação de que ela funciona melhor do que os geradores que vêm sendo usados.

Há um certo receio de que a energia atrapalhe atividades culturais. Por isso, quando atividades comunitárias estão planejadas, o gerador costuma ser desligado para que ninguém faça outra coisa que não esteja relacionada à atividade comunitária em questão.

A manutenção do gerador é feita por pessoas externas ou mesmo internamente. Há um caso em que um jovem morador da aldeia identificou um problema no gerador, retirou a peça, foi à cidade comprar e, ao reinstalar tal peça, o gerador voltou a funcionar. Não há controle sobre o tempo em que o equipamento funciona bem ou que esteve quebrado.

O gerador é utilizado com a cota de diesel da saúde que vem pelo polo responsável (no caso de Boa Esperança, vem de Pavuru). Quando acaba a água potável devido à falta de energia ou falha na bomba, chega-se a utilizar a água do rio, mesmo tendo claro conhecimento da pouca qualidade dessa água para beber.

Aqueles que não conhecem muito bem a energia solar, tende a preferir aquilo que já conhecem (gerador). Há grande temor que as crianças e jovens mudem os costumes devido ao uso de tecnologia (tv, celular). Gostariam de utilizar energia só durante a noite, quando já não há luz do sol. O barulho aparece como um ponto negativo do gerador.

Há a impressão de que o gerador diesel não é confiável. Sempre que ocorrem defeitos, levam vários dias para que os problemas sejam solucionados. No entanto, a aldeia também tem certo receio sobre a confiabilidade da energia solar. Em uma possibilidade de planejamento, a tendência é a escolha pela instalação dos dois tipos de tecnologias, o que aumentaria a confiabilidade do sistema.

O curso foi considerado bastante interessante, mas muito rápido e sem prática.

Citam-se os seguintes usos da energia como prioridade: saúde, conservação de alimentos, realização de artesanato durante a noite. Percebe-se que o ideal seria a instalação de uma minirrede central, mas não há oposição se alguma casa conseguir e quiser instalar painéis solares por conta própria.

(10) Moygu – aldeia sem sistema solar (julho de 2018)

Melobô – Cacique

Tem a sensação de que há uma descontinuidade nos projetos de energia, enfatizando a necessidade de que as instituições cumpram os combinados, uma vez que, caso isso não ocorra, o líder da comunidade, que apoia tais iniciativas, pode perder a confiança do restante do grupo.

Acredita que os projetos de implementação de painéis solares devem considerar o atendimento de todas as casas, pois surge certo incômodo quando apenas determinados locais são atendidos, passando a impressão de que só algumas pessoas são beneficiadas, e não a comunidade como um todo. Entretanto, acredita também que aldeias maiores podem ser priorizadas na implementação desses projetos para, então, compartilhar o resultado com outras aldeias.

Apesar de haver certa desconfiança em relação a esse tipo de iniciativa, afirma que ainda acredita nos projetos do ISA e apoiará o projeto de energia. Ressalta que as novas gerações de indígenas já se acostumaram com os costumes não indígenas, de modo que é importante possibilitar o acesso à energia para todas as comunidades do Xingu. Entretanto, lembra que é importante também prezar pela cultura e autoestima da comunidade.

Tem a impressão de que o projeto é simples e pequeno e, mesmo assim, enfrenta muitas dificuldades para ser implementado. Destaca que, apesar de muitos projetos serem feitos no TIX, o verdadeiro sonho da comunidade é a proteção ambiental, incluindo a retomada dos antigos territórios indígenas. Entretanto, parece não haver iniciativas dispostas a apoiar projetos maiores e estruturantes como esse, que dependem do envolvimento de muitos atores, incluindo a formulação de políticas públicas.

Comentários gerais (entrevista em conjunto – roda de conversa)

Enfatiza-se a necessidade de que as promessas envolvidas nesse tipo de iniciativa sejam cumpridas para que se possa estabelecer uma relação de confiança. Relembra que ideias semelhantes vêm sendo propostas há bastante tempo, porém há a sensação de que os combinados não são cumpridos, gerando uma falsa expectativa. Há a impressão de que, muitas vezes, a aldeia só é procurada para expressar a intenção de realizar projetos e não para, de fato, concretizá-los.

Além disso, existe a sensação de que apenas algumas aldeias são atendidas por esse tipo de iniciativa. Destaca que o ideal é que todos sejam atendidos e não apenas algumas localidades.

A aldeia não possui painéis solares. Em vez disso, existem vários geradores de pequeno porte alimentando as casas. Houve uma experiência anterior com baterias portáteis em 2009, o que incentivou o interesse por sistemas solares.

Houve também projetos de instalação de “linhões” no TIX, principalmente para fornecimento de energia para conservação de soro antiofídico. A maioria dos indígenas se posicionou contra essas instalações e, por isso, a energia solar tem se mostrado como uma opção promissora.

Nesta experiência com sistemas solares, o olhar das associações se voltou para o fornecimento de energia para a conservação de medicamentos e execução de procedimentos na área de saúde e para o funcionamento das escolas no período noturno, de modo que os membros da comunidade que trabalham durante o dia poderiam estudar durante a noite. Assim, foram inicialmente instalados painéis apenas nos polos e, em seguida, o projeto foi estendido para as aldeias.

Houve um certo choque cultural com a implementação dos projetos, de forma que os indígenas se sentiram apreensivos com a tecnologia, principalmente devido ao desconhecimento, gerando uma sensação de medo em relação a choques e queima dos painéis. Entretanto, conforme o contato com a tecnologia foi se expandindo, essas sensações foram se perdendo e o interesse aumentou bastante. Hoje, a demanda por energia cresceu, devido à maior utilização de eletrônicos e a ampliação de usos que melhoram a qualidade de vida da comunidade. Assim, a instalação de placas solares poderia contribuir para atendimento dessa demanda.

Há grande apoio ao projeto, pois existe a percepção de que o gasto com combustível para a geração a diesel é muito mais elevado do que o gasto com sistemas solares. Entretanto, seria necessário um processo de capacitação contínua, por meio de oficinas, por exemplo. O YouTube também poderia ser uma importante ferramenta de capacitação. Seria interessante também a promoção de palestras, trazendo pessoas para falar diretamente de diferentes assuntos relacionados à energia. Existe o desejo da comunidade de se organizar para comprar e instalar suas próprias placas.

Atualmente, a principal demanda é o atendimento das famílias. Nesse sentido, a instalação de sistemas para cada família poderia ser interessante, uma vez que, principalmente em aldeias grandes, é mais difícil controlar e administrar o uso coletivo da energia. Além disso, o horário de uso deve ser controlado, pois há receio de que, com ampla utilização de energia, a cultura seja perdida e a educação das crianças seja prejudicada. A cultura indígena possui fortes conjuntos de regras e é importante aproveitar essa característica para controlar o uso de energia.

Txonto – Vereador do município de Feliz Natal (MT)

Para ele, o diesel é muito importante pelo fato de ajudar em diversas atividades como abastecimento do gerador e abastecimento de tratores.

Em relação aos impactos da maior disponibilidade de eletricidade nas aldeias, avalia que existem tanto impactos positivos quanto impactos negativos. Quando o plano de gestão foi construído, discutiu-se muito sobre a implantação de linhas de energia nas aldeias. Avalia que o uso de energia traria impactos culturais importantes, por exemplo, por meio do acesso a *freezers*, as famílias passariam a guardar seus próprios alimentos (peixes) e não haveria mais compartilhamento e reciprocidade entre as famílias. Por outro lado, eliminar o diesel eliminaria problemas de poluição e ruídos.

Também aponta que aparelhos de grande porte estão impossibilitados de ser utilizados. Exemplifica que a comunidade conseguiu acesso a um aparelho de raio X, mas, devido ao uso intermitente proveniente do gerador diesel, esse aparelho queimou. Assim, é preciso de uma fonte mais segura, com confiabilidade.

Afirma que é complicado estabelecer regras para toda a comunidade. Cada família acaba estabelecendo suas próprias regras. Ele, por exemplo, não compra celulares para seus filhos e não possui televisão em sua casa.

Os mais velhos se queixam do barulho do gerador e da mudança de hábitos provenientes do maior acesso a aparelhos de entretenimento, como TV e celular: não se ouve mais os cantos dos pássaros, não há mais tanto interesse em conversas.

Na questão da sustentabilidade, a energia solar se mostra mais viável, uma vez que não tem tantos gastos. Por outro lado, há uma preocupação com como gerir esse recurso. Não há perspectivas de pessoas que façam manutenção nesses aparelhos (quem será o responsável por essa manutenção?). Ainda assim, prefere a energia solar ao gerador diesel, pois avalia que o gerador diesel polui mais.

Também avalia que as formações do ISA são muito simples e é preciso elaborar uma formação mais qualificada para que o conhecimento seja realmente internalizado. Sente que as coisas foram sendo feitas de forma improvisada e não há muita troca de informações entre as aldeias.

Observa que não há grande planejamento sobre onde instalar e para quais usos instalar. A improvisação de prédios onde os equipamentos serão instalados tende a fazer com que os sistemas se tornem particulares e, a longo prazo, esses painéis podem ser sucateados.

Entende que se não for especificado para que os equipamentos serão utilizados e quem será o responsável pela manutenção, eles ficarão “sem dono/responsável”, criando risco de sucateamento.

Assim, seria preciso conversar e planejar em comunidade como serão feitas as manutenções. Acredita que é possível, mas enxerga riscos de não entrarem em total acordo. Não se sabe o preço dos equipamentos solares e, inclusive, tende-se a acreditar que o ideal seria continuar com os geradores a diesel, pois já há maior conhecimento sobre a tecnologia. Além disso, há falta de informação sobre o funcionamento das placas solares. Por exemplo, os pajés acreditam que essas placas atraem raios e, logo, trazem riscos às pessoas.

Em sua visão, as pessoas estariam, sim, dispostas a pagar pela energia. Avalia que eles gastam mais dinheiro em combustível do que gastariam com esse pagamento. Menciona que não há planejamento sobre a compra de combustível, apenas compra-se conforme necessidade.

Conclui que é realmente preciso pensar a gestão dos equipamentos e sobre onde colocar os painéis. Cita casos de equipamentos que foram sucateados e diz ser necessário ter atenção em relação a isso.

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

(1) Consumo de eletricidade mensal ou anual:

(1.1) Consumo mensal de eletricidade (kWh/mês):

$$CE_m = \sum_{i=1}^j N_i * P_i * R_i$$

CE_m = Consumo mensal de eletricidade em uma ou mais unidades consumidoras (kWh/mês)

N_i = Quantidade (unidades) de equipamentos elétricos da categoria i

P_i = Potência nominal (kW) dos equipamentos da categoria i

R_i = Regime médio de uso (horas/mês) dos equipamentos da categoria i

j = Número de categorias diferentes (lâmpada, celular, geladeira etc.) de equipamentos

Valores Adotados:

CATEGORIAS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)
Autoclave	1.600,00	Lâmpada Incandescente	60,00
Bomba	1.440,00	Lâmpada LED	9,00
Cadeira Odontológica	150,00	Lâmpada LED Dupla	20,00
Celular	10,00	Lanterna	5,00
Compressor	2.200,00	Máquina de Solda	6.400,00
Compressor Odontológico	1.500,00	Nebulizador	44,00
Computador	240,00	Notebook	65,00
DVD	80,00	Ralador de Mandioca	367,75
Esmerilhadeira	700,00	Receptor de Internet	65,00
Forno Elétrico	1.750,00	Receptor de TV	30,00
Freezer	250,00	Roteador	30,00
Furadeira	700,00	Serra Circular	900,00
Geladeira	125,00	Som	80,00
Geladeira para Soro Antiofídico	50,00	Tanquinho	200,00
Impressora	100,00	Televisão	60,00
Lâmpada Fluorescente	25,00	Ventilador	67,00
Lâmpada Fluorescente Dupla	40,00	Ventilador de Teto	80,00

Tabela C.1: Categorias de equipamentos considerados nas análises e suas respectivas potências nominais

Referência: Levantamento do Consumo de Energia do Diauarum (Instituto Socioambiental – ISA, 2014).

(1.2) Consumo anual de eletricidade (kWh/ano):

$$CE_a = CE_m * 12 \text{ meses}$$

CE_a = Consumo anual de eletricidade em uma ou mais unidade consumidora (kWh/ano)

CE_m = Consumo mensal de eletricidade em uma ou mais unidade consumidora (kWh/mês)

(2) Consumo anual médio de eletricidade por habitante (kWh/ano/habitante):

$$CE_{hab} = \frac{CE_a}{hab}$$

CE_{hab} = Consumo anual médio de eletricidade por habitante (kWh/ano/habitante)

CE_a = Consumo anual de eletricidade em uma ou mais unidade consumidora (kWh/ano)

hab = População segundo dados de censo (habitantes)

(3) Consumo mensal (L/mês) ou anual (L/ano) de combustível para geração de eletricidade:**(3.1) Consumo mensal de combustível para geração de eletricidade (L_{diesel} /mês):**

$$CC_m = CE_m * FC$$

CC_m = Consumo mensal de combustível para geração de eletricidade (L_{diesel} /mês)

CE_m = Consumo mensal de eletricidade em uma ou mais unidade consumidora (kWh/mês)

FC = Fator de consumo de combustível em gerador elétrico a combustão (L_{diesel}/kWh_{gerado})

Valor adotado:

$$FC = 0,35 (m^3_{diesel}/MWh_{gerado}) = 0,35 (L_{diesel}/kWh_{gerado})$$

(3.2) Consumo anual de combustível para geração de eletricidade (L_{diesel}/ano):

$$CC_a = CC_m * 12 \text{ meses}$$

CC_a = Consumo anual de combustível para geração de eletricidade (L_{diesel}/ano)

CC_m = Consumo mensal de combustível para geração de eletricidade ($L_{diesel}/mês$)

(4) Emissões de CO_2 atreladas ao uso de diesel em geradores elétricos (toneladas/ano):

$$E_{CO_2} = CC_a * FE_{CO_2}^{diesel}$$

E_{CO_2} = Emissões de CO_2 (toneladas/ano)

CC_a = Consumo anual de combustível para geração de eletricidade (L_{diesel}/ano)

$FE_{CO_2}^{diesel}$ = Fator de emissão de CO_2 na combustão de diesel (t_{CO_2}/L_{diesel})

Valor adotado:

$$FE_{CO_2}^{diesel} = 2,631 (kg_{CO_2}/L_{diesel}) = 0,002631 (t_{CO_2}/L_{diesel})$$

Referência: Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, 2016). Disponível em <http://sirene.mcti.gov.br/publicacoes>.

(5) Potência dos sistemas de geração de eletricidade por tecnologia solar ou diesel:

(5.1) Especificação de potência do conjunto de painéis solares (kWp):

$$P_{mod} = \frac{(CE_m/30 \text{ dias})}{(Ins * \eta_{mod} * \eta_{sis})}$$

P_{mod} = Potência do conjunto de módulos/painéis solares (kWp)

CE_m = Demanda mensal de eletricidade em uma ou mais unidade consumidora (kWh/mês)

Ins = Insolação diária da região de instalação dos módulos/painéis (horas/dia)

η_{mod} = Eficiência da transformação de energia nos módulos/painéis solares (%)

η_{sis} = Eficiência geral do sistema de geração solar (%)

Valores adotados

$$Ins = 5,0 \text{ (horas/dia)}$$

Referência: Atlas Solarimétrico do Brasil (Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 2000).

Disponível em

<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf>.

$$\eta_{mod} = 75 \text{ (%)}$$

$$\eta_{sis} = 90 \text{ (%)}$$

Referência: Sistemas Fotovoltaicos Isolados: Conceitos e Aplicações (Power and Energy Society/Universidade Federal do ABC – PES/UFABC, 2017).

(5.2) Especificação de potência do grupo gerador movido a diesel (kVA):

$$P_{gerador} = (P_{max} * FS_{uso}) / (FP)$$

$P_{gerador}$ = Potência do grupo gerador diesel (kVA)

P_{max} = Potência máxima demandada pela carga do sistema (kW)

FS_{uso} = Fator de simultaneidade de uso do sistema (%)

FP = Fator de potência do sistema (%)

Valores adotados

$$FS_{uso} = 80 \text{ (%)} \quad FP = 90 \text{ (%)}$$

(6) Investimento inicial em tecnologia (R\$):**(6.1) Investimento inicial em tecnologia solar (R\$):**

$$I_{solar} = (P_{mod} * V_{mod}) + \left(A_{bat} * \frac{CE_m}{30 \text{ dias}} * V_{bat} \right) + (V_{outros_equip})$$

I_{solar} = Investimento inicial em tecnologia solar (R\$)

P_{mod} = Potência do conjunto de módulos/painéis solares (kWp)

V_{mod} = Preço por potência dos módulos/painéis solares (R\$/kWp)

A_{bat} = Autonomia do conjunto de baterias utilizado no sistema de geração solar (dias)

CE_m = Demanda mensal de eletricidade em uma ou mais unidade consumidora (kWh/mês)

V_{bat} = Preço por capacidade de armazenamento do conjunto de baterias (R\$/kWh)

V_{outros_equip} = Preço de outros equipamentos (inversor e controlador de carga) (R\$)

Valores adotados

$$V_{mod} = 2.500,00 \text{ (R\$/kWp)}$$

Referência: Solar PV Costs 2010-2015 (International Renewable Energy Agency – IRENA, 2016). Disponível em <<http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=3&subTopic=32>>.

$$A_{bat} = 2 \text{ dias}$$

$$V_{bat} = 600,00 \text{ (R\$/kWh)}$$

Referência: Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030 (International Renewable Energy Agency – IRENA, 2017). Disponível em <<http://www.irena.org/publications/2017/Oct/Electricity-storage-and-renewables-costs-and-markets>>.

$$V_{outros_equip} = 65\% V_{mod}$$

(6.2) Investimento inicial em tecnologia diesel (R\$):

$$I_{diesel} = P_{gerador} * V_{gerador}$$

I_{diesel} = Investimento inicial em tecnologia diesel (R\$)

$P_{gerador}$ = Potência do grupo gerador diesel (kVA)

$V_{gerador}$ = Preço por potência do grupo gerador diesel (R\$/kVA)

Valor adotado

$$V_{gerador} = 1.300,00 \text{ (R$/kVA)}$$

Custos de fornecimento e consumo de energia elétrica:**(7) Custo nivelado da energia elétrica (R\$/kWh):**

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^{n-1} \frac{I_t + MA_t + MO_t + B_t + C_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{n-1} \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

$LCOE$ = Custo nivelado da energia elétrica (R\$/kWh)

I_t = Investimento realizado no sistema de geração de energia elétrica no ano t (R\$)

MA_t = Despesas com manutenção no ano t (R\$)

MO_t = Despesas com mão de obra no ano t (R\$)

B_t = Despesas com reposição de baterias no ano t (R\$)

C_t = Despesas com combustível para abastecimento de gerador no ano t (R\$)

E_t = Eletricidade gerada pelo sistema no ano t (kWh)

r = Taxa de retorno do investimento (%)

n = Ciclo de vida do sistema (anos)

Valores adotados

$$r = 8,09 \text{ (\%)}$$

Referência: "ANEEL mantém remuneração de distribuidoras em 8,09%" (Canal Energia, 2018).
Disponível em <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/53053614/aneel-mantem-remuneracao-de-distribuidoras-em-809>>.

$$n = 25 \text{ anos}$$

(8) Custo total de operação e fornecimento da energia elétrica (R\$/mês):

$$V_{total} = CE_m * LCOE$$

V_{total} = Custo total de operação e fornecimento da energia elétrica (R\$/mês)

CE_m = Consumo mensal de eletricidade em uma ou mais unidade consumidora (kWh/mês)

$LCOE$ = Custo nivelado da energia elétrica gerada (R\$/kWh)

(9) Preço da energia para o consumidor final (R\$/mês):

$$V_{c_{final}} = \sum_{k=0}^4 CE_m^k * TFC * D^k$$

$V_{c_{final}}$ = Valor a ser pago pelo consumidor final pelo uso mensal de energia elétrica (R\$/mês)

CE_m^k = Consumo de eletricidade dentro da faixa k de desconto da Tarifa Social (kWh/mês)

TFC = Tarifa convencional de energia elétrica empregada pela distribuidora local (R\$/kWh)

D^k = Faixa k de desconto da Tarifa Social (%)

Valores Adotados:

$$TFC = 0,568 \text{ (R\$/kWh)}$$

Referência: Ranking das Tarifas (Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2018). Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>>.

FAIXAS DE DESCONTOS CUMULATIVOS DA TARIFA SOCIAL
DE ENERGIA ELÉTRICA PARA FAMÍLIAS DE BAIXA RENDA

FAIXA k DE DESCONTO	PARCELA DE CONSUMO MENSAL (kWh/mês)	D ^k (%)	OBSERVAÇÃO
k = 0	Até 50 kWh/mês	100%	Desconto válido para famílias indígenas e quilombolas de baixa renda.
k = 1	Até os próximos 30 kWh/mês	65%	Desconto válido para famílias de baixa renda.
k = 2	Até os próximos 70 kWh/mês	40%	Desconto válido para famílias de baixa renda.
k = 3	Até os próximos 120 kWh/mês	10%	Desconto válido para famílias de baixa renda.
k = 4	Restante do Consumo	0%	A partir dessa parcela de consumo, não há descontos sobre o preço da tarifa.

Tabela C.2: Faixas k de descontos da Tarifa Social

Referência: Tarifa Social de Energia Elétrica (Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2016). Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-social-baixa-renda>>.

(10) Subsídios acumulados provenientes de políticas de universalização do acesso à energia elétrica – Luz para Todos, Conta Consumo de Combustíveis e Tarifa Social de Energia Elétrica:

(10.1) Subsídios por mês (R\$/mês):

$$S_m = (CE_m * LCOE) - V_{c_{final}}$$

S_m = Subsídios provenientes das políticas públicas do setor elétrico (R\$/mês)

CE_m = Consumo mensal de eletricidade em uma ou mais unidade consumidora (kWh/mês)

$LCOE$ = Custo real da energia fornecida (R\$/kWh)

$V_{c_{final}}$ = Valor mensal pago pelos consumidores finais (R\$/mês)

(10.2) Total de subsídios em um ano (R\$/ano):

$$S_a = S_m * 12 \text{ meses}$$

S_a = Total acumulado de subsídios provenientes das políticas do setor elétrico (R\$/ano)

S_m = Subsídios provenientes das políticas públicas do setor elétrico (R\$/mês)

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

(1) Cenário Atual:

CENÁRIO ATUAL: ALOJAMENTO – CASA DE APOIO

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Lâmpada LED	9	1	9	4	36

Tabela D.1.1: Configuração padrão para prédios da categoria “Alojamento – Casa de Apoio” no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: ALOJAMENTO – EQUIPE SAÚDE

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Geladeira	125	1	125	8	1000
Comunitário	Lâmpada LED	9	4	36	4	144
Comunitário	Notebook	65	1	65	4	260

Tabela D.1.2: Configuração padrão para prédios da categoria “Alojamento – Equipe Saúde” no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: ALOJAMENTO – FUNAI

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Lâmpada LED	9	5	45	4	180

Tabela D.1.3: Configuração padrão para prédios da categoria “Alojamento – FUNAI” no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: ASSOCIAÇÃO

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Computador	240	3	720	4	2880
Comunitário	Impressora	100	2	200	1	200
Comunitário	Lâmpada LED	9	17	153	8	1224
Comunitário	Roteador	30	1	30	8	240

Tabela D.1.4: Configuração padrão para prédios da categoria “Associação” no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: BOMBEAMENTO DE ÁGUA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Bomba	1440	1	1440	4	5760

Tabela D.1.5: Configuração padrão para prédios da categoria “Bombeamento de Água” no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: EQUIPAMENTO PRODUTIVO

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Compressor	2200	1	2200	0,2	440
Comunitário	Esmerilhadeira	700	1	700	0,2	140
Comunitário	Furadeira	700	1	700	0,2	140
Comunitário	Lâmpada LED	9	4	36	4	144
Comunitário	Máquina de Solda	6400	1	6400	0,2	1280
Comunitário	Serra Circular	900	1	900	0,2	180

Tabela D.1.6: Configuração padrão para prédios da categoria "Equipamento Produtivo" no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: ESCOLA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Computador	240	3	720	4	2880
Comunitário	Freezer	250	1	250	4	1000
Comunitário	Geladeira	125	1	125	4	500
Comunitário	Impressora	100	2	200	1	200
Comunitário	Lâmpada LED	9	6	54	4	216
Comunitário	Receptor de Internet	65	1	65	4	260
Comunitário	Ventilador de Teto	80	9	720	4	2880

Tabela D.1.7: Configuração padrão para prédios da categoria "Escola" no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: ESPAÇO DE VIVÊNCIA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Lâmpada LED	9	8	72	4	288

Tabela D.1.8: Configuração padrão para prédios da categoria "Espaço de Vivência" no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE – UBS

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Autoclave	1600	1	1600	2	3200
Comunitário	Cadeira Odontológica	150	1	150	4	600
Comunitário	Compressor Odontológico	1500	1	1500	4	6000
Comunitário	Computador	240	5	1200	4	4800
Comunitário	Freezer	250	1	250	8	2000
Comunitário	Impressora	100	1	100	1	100
Comunitário	Lâmpada LED	9	7	63	8	504
Comunitário	Lâmpada LED Dupla	20	9	180	8	1440
Comunitário	Nebulizador	44	2	88	2	176
Comunitário	Receptor de Internet	65	1	65	4	260

Tabela D.1.9: Configuração padrão para prédios da categoria "UBS" no Cenário Atual

CENÁRIO ATUAL: CASA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Familiar	Celular	10	5	50	2	100
Familiar	Lâmpada LED	9	3	27	4	108
Familiar	Lanterna	5	6	30	0,25	7,5
Familiar	Receptor de TV	30	1	30	4	120
Familiar	Televisão	60	1	60	4	240

Tabela D.1.10: Configuração padrão para prédios da categoria "Casa" no Cenário Atual

(2) Cenário Regulatório:

O cenário regulatório infere que todo e qualquer prédio do Xingu consome exatamente 50 kWh/mês, por se tratar do valor máximo de consumo isento de cobrança para terras indígenas, segundo atendimento por meio da Tarifa Social ([vide anexo sobre as políticas do setor elétrico](#)). Dessa maneira, não foi necessário desenhar as configurações hipotéticas de cada prédio para alcançar suas respectivas estimativas de consumo, afinal, o consumo já estava pré-fixado em 50 kWh/mês, como anteriormente citado.

À vista disso, não há, aqui, tabelas a serem apresentadas para cada categoria de unidade consumidora. Porém, apenas a título de demonstração, encontra-se a seguir uma possibilidade de configuração de equipamentos, para uma casa, que demandaria cerca de 50 kWh/mês.

CENÁRIO REGULATÓRIO: CASA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Familiar	Celular	10	5	50	2	100
Familiar	Geladeira	125	1	125	4	500
Familiar	Lâmpada LED	9	4	36	4	144
Familiar	Lanterna	5	6	30	0,25	7,5
Familiar	Notebook	65	1	65	4	260
Familiar	Ralador de Mandioca	367,75	1	367,75	0,25	91,94
Familiar	Receptor de TV	30	1	30	4	120
Familiar	Televisão	60	1	60	4	240

Tabela D.2.1: Possibilidade de configuração para prédios da categoria "Casa" no Cenário Regulatório

(3) Cenário Ideal:

CENÁRIO IDEAL: ALOJAMENTO – CASA DE APOIO

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Lâmpada LED	9	1	9	8	72

Tabela D.3.1: Configuração padrão para prédios da categoria "Alojamento – Casa de Apoio" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: ALOJAMENTO – EQUIPE SAÚDE

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Geladeira	125	1	125	8	1000
Comunitário	Lâmpada LED	9	4	36	4	144
Comunitário	Notebook	65	1	65	4	260

Tabela D.3.2: Configuração padrão para prédios da categoria "Alojamento – Equipe Saúde" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: ALOJAMENTO – FUNAI

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Lâmpada LED	9	5	45	8	360

Tabela D.3.3: Configuração padrão para prédios da categoria "Alojamento – FUNAI" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: ASSOCIAÇÃO

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Computador	240	3	720	4	2880
Comunitário	Impressora	100	2	200	1	200
Comunitário	Lâmpada LED	9	17	153	8	1224
Comunitário	Roteador	30	1	30	8	240

Tabela D.3.4: Configuração padrão para prédios da categoria "Associação" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: BOMBEAMENTO DE ÁGUA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Bomba	1440	1	1440	4	5760

Tabela D.3.5: Configuração padrão para prédios da categoria "Bombeamento de Água" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: EQUIPAMENTO PRODUTIVO

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Compressor	2200	1	2200	0,5	1100
Comunitário	Esmerilhadeira	700	1	700	0,5	350
Comunitário	Furadeira	700	1	700	0,5	350
Comunitário	Lâmpada LED	9	4	36	4	144
Comunitário	Máquina de Solda	6400	1	6400	0,5	3200
Comunitário	Serra Circular	900	1	900	0,5	450

Tabela D.3.6: Configuração padrão para prédios da categoria "Equipamento Produtivo" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: ESCOLA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Computador	240	3	720	4	2880
Comunitário	Freezer	250	1	250	8	2000
Comunitário	Geladeira	125	1	125	8	1000
Comunitário	Impressora	100	2	200	1	200
Comunitário	Lâmpada LED	9	6	54	8	432
Comunitário	Receptor de Internet	65	1	65	4	260
Comunitário	Ventilador de Teto	80	9	720	4	2880

Tabela D.3.7: Configuração padrão para prédios da categoria "Escola" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: ESPAÇO DE VIVÊNCIA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Lâmpada LED	9	8	72	4	288

Tabela D.3.8: Configuração padrão para prédios da categoria "Espaço de Vivência" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE – UBS

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Comunitário	Autoclave	1600	1	1600	2	3200
Comunitário	Cadeira Odontológica	150	1	150	4	600
Comunitário	Compressor Odontológico	1500	1	1500	4	6000
Comunitário	Computador	240	5	1200	4	4800
Comunitário	Freezer	250	1	250	8	2000
Comunitário	Geladeira para Soro Antiofídico	50	1	50	24	1200
Comunitário	Impressora	100	1	100	1	100
Comunitário	Lâmpada LED	9	7	63	8	504
Comunitário	Lâmpada LED Dupla	20	9	180	8	1440
Comunitário	Nebulizador	44	2	88	2	176
Comunitário	Receptor de Internet	65	1	65	4	260

Tabela D.3.9: Configuração padrão para prédios da categoria "UBS" no Cenário Ideal

CENÁRIO IDEAL: CASA

USO	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	UNIDADES	POTÊNCIA TOTAL (W)	REGIME DE USO (h/dia)	CONSUMO DIÁRIO (Wh/dia)
Familiar	Celular	10	5	50	2	100
Familiar	DVD	80	1	80	1	80
Familiar	Geladeira	125	1	125	8	1000
Familiar	Lâmpada LED	9	6	54	8	432
Familiar	Lanterna	5	6	30	0,25	7,5
Familiar	Notebook	65	1	65	4	260
Familiar	Ralador de Mandioca	367,75	1	367,75	0,25	91,94
Familiar	Receptor de TV	30	1	30	4	120
Familiar	Som	80	1	80	2	160
Familiar	Tanquinho	200	1	200	1	200
Familiar	Televisão	60	1	60	4	240

Tabela D.3.10: Configuração padrão para prédios da categoria "Casa" no Cenário Ideal

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

(1) Resultados para Diauarum:

CONSUMO MENSAL DE ELETRICIDADE (kWh/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	17,27	552,48	1.251,96	1.804,44
Cenário Regulado	50,00	1.600,00	700,00	2.300,00
Cenário Ideal	80,74	2.583,78	1.449,42	4.033,20

Tabela E.1.1: Resultados para o indicador (1) Consumo de Eletricidade - Diauarum

CONSUMO ANUAL DE ELETRICIDADE (kWh/ano)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	207,18	6.629,76	15.023,52	21.653,28
Cenário Regulado	600,00	19.200,00	8.400,00	27.600,00
Cenário Ideal	968,92	31.005,36	17.393,04	48.398,40

Tabela E.1.2: Resultados para o indicador (1) Consumo de Eletricidade - Diauarum

CONSUMO ANUAL MÉDIO DE ELETRICIDADE POR HABITANTE (kWh/ano/habitante)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	48,39	109,66	158,05
Cenário Regulado	140,15	61,31	201,46
Cenário Ideal	226,32	126,96	353,27

Tabela E.1.3: Resultados para o indicador (2) Consumo per Capita - Diauarum

CONSUMO MENSAL DE COMBUSTÍVEL PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE APENAS VIA TECNOLOGIA DIESEL (L_{diesel}/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	6,04	193,37	438,19	631,55
Cenário Regulado	17,50	560,00	245,00	805,00
Cenário Ideal	28,26	904,32	507,30	1.411,62

Tabela E.1.4: Resultados para o indicador (3) Uso de Combustível – Diauarum

**CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA GERAÇÃO DE
ELETRICIDADE APENAS VIA TECNOLOGIA DIESEL (L_{diesel} /ano)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	72,51	2.320,42	5.258,23	7.578,65
Cenário Regulado	210,00	6.720,00	2.940,00	9.660,00
Cenário Ideal	339,12	10.851,88	6.087,56	16.939,44

Tabela E.1.5: Resultados para o indicador (3) Uso de Combustível - Diauarum

EMISSIONES DE CO₂ ATRELADAS À OPÇÃO POR SISTEMA A DIESEL DEDICADO (toneladas/ano)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	0,19	6,11	13,83	19,94
Cenário Regulado	0,55	17,68	7,74	25,42
Cenário Ideal	0,89	28,55	16,02	44,57

Tabela E.1.6: Resultados para o indicador (4) Emissões de CO₂ – Diauarum

**POTÊNCIA DOS SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
POR MEIO DE TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (kWp)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	0,16	4,96	11,24	16,20
Cenário Regulado	0,45	14,37	6,29	20,65
Cenário Ideal	0,72	23,20	13,01	36,21

Tabela E.1.7: Resultados para o indicador (5) Potência dos Equipamentos de Geração – Diauarum

**POTÊNCIA DOS SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
POR MEIO DE GRUPO GERADOR MOVIDO A DIESEL (kVA)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	0,18	5,60	18,85	24,45
Cenário Regulado	1,11	35,56	15,56	51,11
Cenário Ideal	1,01	32,48	18,89	51,37

Tabela E.1.8: Resultados para o indicador (5) Potência dos Equipamentos de Geração – Diauarum

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA SOLAR (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	1.330,04	42.561,42	96.447,29	139.008,71
Cenário Regulado	3.851,85	123.259,26	53.925,93	177.185,19
Cenário Ideal	6.220,21	199.046,76	111.659,02	310.705,78

Tabela E.1.9: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário – Diauarum

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA DIESEL (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	227,64	7.284,62	24.504,71	31.789,33
Cenário Regulado	1.444,44	46.222,22	20.222,22	66.444,44
Cenário Ideal	1.319,36	42.219,38	24.562,49	66.781,87

Tabela E.1.10: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário – Diauarum

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA HÍBRIDA (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	1.557,69	49.846,04	120.952,00	170.798,04
Cenário Regulado	5.296,30	169.481,48	74.148,15	243.629,63
Cenário Ideal	7.539,57	241.266,13	136.221,51	377.487,64

Tabela E.1.11: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário – Diauarum

CUSTO NIVELADO DA ENERGIA ELÉTRICA (R\$/kWh)

	SOLAR	DIESEL	HÍBRIDA
Cenário Atual	1,21	3,38	1,95
Cenário Regulado	1,17	3,07	1,90
Cenário Ideal	1,11	2,37	1,61

Tabela E.1.12: Resultados para o indicador (7) Valor por Quilowatt-hora – Diauarum

**CUSTO TOTAL DE OPERAÇÃO E FORNECIMENTO DA ENERGIA
ELÉTRICA GERADA POR TECNOLOGIA SOLAR (R\$/mês)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	20,92	669,59	1.517,33	2.186,92
Cenário Regulado	58,63	1.876,23	820,85	2.697,08
Cenário Ideal	89,71	2.870,86	1.610,47	4.481,33

Tabela E.1.13: Resultados para o indicador (8) Custo Real de Atendimento – Diauarum

**CUSTO TOTAL DE OPERAÇÃO E FORNECIMENTO DA ENERGIA
ELÉTRICA GERADA POR TECNOLOGIA DIESEL (R\$/mês)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	58,36	1.867,53	4.231,95	6.099,48
Cenário Regulado	153,43	4.909,66	2.147,97	7.057,63
Cenário Ideal	191,01	6.112,31	3.428,82	9.541,13

Tabela E.1.14: Resultados para o indicador (8) Custo Real de Atendimento – Diauarum

**CUSTO TOTAL DE OPERAÇÃO E FORNECIMENTO DA ENERGIA
ELÉTRICA GERADA POR TECNOLOGIA HÍBRIDA (R\$/mês)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	33,65	1.076,79	2.440,09	3.516,88
Cenário Regulado	95,11	3.043,63	1.331,59	4.375,22
Cenário Ideal	130,32	4.170,26	2.339,39	6.509,65

Tabela E.1.15: Resultados para o indicador (8) Custo Real de Atendimento – Diauarum

PREÇO DA ENERGIA PARA O CONSUMIDOR FINAL (R\$/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	0,00	0,00	386,83	386,83
Cenário Regulado	0,00	0,00	0,00	0,00
Cenário Ideal	6,22	198,95	465,57	664,52

Tabela E.1.16: Resultados para o indicador (9) Preço para Consumidores Finais – Diauarum

SUBSÍDIOS POR MÊS PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO SOLAR (R\$/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	20,92	669,59	1.130,50	1.800,08
Cenário Regulado	58,63	1.876,23	820,85	2.697,08
Cenário Ideal	83,50	2.671,91	1.144,89	3.816,81

Tabela E.1.17: Resultados para o indicador (10) Subsídios – Diauarum

SUBSÍDIOS POR MÊS PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO DIESEL (R\$/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	58,36	1.867,53	3.845,12	5.712,64
Cenário Regulado	153,43	4.909,66	2.147,97	7.057,63
Cenário Ideal	184,79	5.913,36	2.963,25	8.876,61

Tabela E.1.18: Resultados para o indicador (10) Subsídios – Diauarum

SUBSÍDIOS POR MÊS PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO HÍBRIDA (R\$/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	33,65	1.076,79	2.053,25	3.130,04
Cenário Regulado	95,11	3.043,63	1.331,59	4.375,22
Cenário Ideal	124,10	3.971,31	1.873,82	5.845,13

Tabela E.1.19: Resultados para o indicador (10) Subsídios – Diauarum

TOTAL DE SUBSÍDIOS EM UM ANO PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO SOLAR (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	251,09	8.035,04	13.565,97	21.601,01
Cenário Regulado	703,59	22.514,72	9.850,19	32.364,91
Cenário Ideal	1.001,97	32.062,95	13.738,73	45.801,67

Tabela E.1.20: Resultados para o indicador (10) Subsídios – Diauarum

TOTAL DE SUBSÍDIOS EM UM ANO PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO DIESEL (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	700,32	22.410,31	46.141,39	68.551,70
Cenário Regulado	1.841,12	58.915,88	25.775,70	84.691,57
Cenário Ideal	2.217,51	70.960,32	35.558,94	106.519,26

Tabela E.1.21: Resultados para o indicador (10) Subsídios – Diauarum

TOTAL DE SUBSÍDIOS EM UM ANO PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO HÍBRIDA (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	Aldeia Inteira
Cenário Atual	403,80	12.921,49	24.639,03	37.560,52
Cenário Regulado	1.141,36	36.523,61	15.979,08	52.502,70
Cenário Ideal	1.489,24	47.655,72	22.485,79	70.141,51

Tabela E.1.22: Resultados para o indicador (10) Subsídios – Diauarum

(2) Resultados para todo o Território Indígena do Xingu:**CONSUMO MENSAL DE ELETRICIDADE (kWh/mês)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	17,27	10.721,57	46.597,68	57.319,25
Cenário Regulado	50,00	31.050,00	19.500,00	50.550,00
Cenário Ideal	80,74	50.141,48	60.139,80	110.281,28

Tabela E.2.1: Resultados para o indicador (1) Consumo de Eletricidade - TIX

CONSUMO ANUAL DE ELETRICIDADE (kWh/ano)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	207,18	128.658,78	559.172,16	687.830,94
Cenário Regulado	600,00	372.600,00	234.000,00	606.600,00
Cenário Ideal	968,92	601.697,77	721.677,60	1.323.375,37

Tabela E.2.2: Resultados para o indicador (1) Consumo de Eletricidade - TIX

CONSUMO ANUAL MÉDIO DE ELETRICIDADE POR HABITANTE (kWh/ano/habitante)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	20,40	88,66	109,06
Cenário Regulado	59,08	37,10	96,18
Cenário Ideal	95,40	114,42	209,83

Tabela E.2.3: Resultados para o indicador (2) Consumo per Capita - TIX

CONSUMO MENSAL DE COMBUSTÍVEL PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE APENAS VIA TECNOLOGIA DIESEL (L_{diesel}/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	6,04	3.752,55	16.309,19	20.061,74
Cenário Regulado	17,50	10.867,50	6.825,00	17.692,50
Cenário Ideal	28,26	17.549,52	21.048,93	38.598,45

Tabela E.2.4: Resultados para o indicador (3) Uso de Combustível – TIX

**CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA GERAÇÃO DE
ELETRICIDADE APENAS VIA TECNOLOGIA DIESEL (L_{diesel} /ano)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	72,51	45.030,57	195.710,26	240.740,83
Cenário Regulado	210,00	130.410,00	81.900,00	212.310,00
Cenário Ideal	339,12	210.594,22	252.587,16	463.181,38

Tabela E.2.5: Resultados para o indicador (3) Uso de Combustível - TIX

EMISSIONES DE CO₂ ATRELADAS À OPÇÃO POR SISTEMA A DIESEL DEDICADO (toneladas/ano)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	0,19	118,48	514,91	633,39
Cenário Regulado	0,55	343,11	215,48	558,59
Cenário Ideal	0,89	554,07	664,56	1.218,63

Tabela E.2.6: Resultados para o indicador (4) Emissões de CO₂ – TIX

**POTÊNCIA DOS SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
POR MEIO DE TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (kWp)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	0,16	96,27	418,39	514,65
Cenário Regulado	0,45	278,79	175,08	453,87
Cenário Ideal	0,72	450,20	539,98	990,18

Tabela E.2.7: Resultados para o indicador (5) Potência dos Equipamentos de Geração – TIX

**POTÊNCIA DOS SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ELETRICIDADE
POR MEIO DE GRUPO GERADOR MOVIDO A DIESEL (kVA)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	0,18	108,74	1.186,25	1.295,00
Cenário Regulado	1,11	690,00	433,33	1.123,33
Cenário Ideal	1,01	630,25	1.186,43	1.816,68

Tabela E.2.8: Resultados para o indicador (5) Potência dos Equipamentos de Geração – TIX

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA SOLAR (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	1.330,04	825.957,60	3.589.747,20	4.415.704,80
Cenário Regulado	3.851,85	2.392.000,00	1.502.222,22	3.894.222,22
Cenário Ideal	6.220,21	3.862.751,10	4.632.992,00	8.495.743,10

Tabela E.2.9: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário – TIX

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA DIESEL (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	227,64	141.367,20	1.542.130,49	1.683.497,69
Cenário Regulado	1.444,44	897.000,00	563.333,33	1.460.333,33
Cenário Ideal	1.319,36	819.319,80	1.542.361,60	2.361.681,40

Tabela E.2.10: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário – TIX

INVESTIMENTO INICIAL EM TECNOLOGIA HÍBRIDA (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	1.557,69	967.324,80	5.131.877,69	6.099.202,49
Cenário Regulado	5.296,30	3.289.000,00	2.065.555,56	5.354.555,56
Cenário Ideal	7.539,57	4.682.070,90	6.175.353,60	10.857.424,50

Tabela E.2.11: Resultados para o indicador (6) Investimento Inicial Necessário – TIX

CUSTO NIVELADO DA ENERGIA ELÉTRICA (R\$/kWh)

	SOLAR	DIESEL	HÍBRIDA
Cenário Atual	1,05	1,87	1,52
Cenário Regulado	1,06	1,90	1,52
Cenário Ideal	1,04	1,70	1,42

Tabela E.2.12: Resultados para o indicador (7) Valor por Quilowatt-hora – TIX

**CUSTO TOTAL DE OPERAÇÃO E FORNECIMENTO DA ENERGIA
ELÉTRICA GERADA POR TECNOLOGIA SOLAR (R\$/mês)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	18,17	11.283,79	49.041,18	60.324,97
Cenário Regulado	52,78	32.773,77	20.582,56	53.356,33
Cenário Ideal	84,09	52.217,41	62.629,67	114.847,08

Tabela E.2.13: Resultados para o indicador (8) Custo Real de Atendimento – TIX

**CUSTO TOTAL DE OPERAÇÃO E FORNECIMENTO DA ENERGIA
ELÉTRICA GERADA POR TECNOLOGIA DIESEL (R\$/mês)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	32,32	20.068,57	87.221,31	107.289,89
Cenário Regulado	94,95	58.966,00	37.031,79	95.997,79
Cenário Ideal	137,63	85.465,58	102.507,60	187.973,17

Tabela E.2.14: Resultados para o indicador (8) Custo Real de Atendimento – TIX

**CUSTO TOTAL DE OPERAÇÃO E FORNECIMENTO DA ENERGIA
ELÉTRICA GERADA POR TECNOLOGIA HÍBRIDA (R\$/mês)**

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	26,17	16.248,82	70.620,05	86.868,87
Cenário Regulado	76,10	47.259,96	29.680,17	76.940,13
Cenário Ideal	114,86	71.330,93	85.554,48	156.885,41

Tabela E.2.15: Resultados para o indicador (8) Custo Real de Atendimento – TIX

PREÇO DA ENERGIA PARA O CONSUMIDOR FINAL (R\$/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	0,00	0,00	10.974,94	10.974,94
Cenário Regulado	0,00	0,00	0,00	0,00
Cenário Ideal	6,22	3.860,92	16.250,14	20.111,06

Tabela E.2.16: Resultados para o indicador (9) Preço para Consumidores Finais – TIX

SUBSÍDIOS POR MÊS PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO SOLAR (R\$/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	18,17	11.283,79	38.066,24	49.350,03
Cenário Regulado	52,78	32.773,77	20.582,56	53.356,33
Cenário Ideal	77,87	48.356,49	46.379,53	94.736,02

Tabela E.2.17: Resultados para o indicador (10) Subsídios – TIX

SUBSÍDIOS POR MÊS PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO DIESEL (R\$/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	32,32	20.068,57	76.246,37	96.314,94
Cenário Regulado	94,95	58.966,00	37.031,79	95.997,79
Cenário Ideal	131,41	81.604,66	86.257,46	167.862,11

Tabela E.2.18: Resultados para o indicador (10) Subsídios – TIX

SUBSÍDIOS POR MÊS PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO HÍBRIDA (R\$/mês)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	26,17	16.248,82	59.645,10	75.893,93
Cenário Regulado	76,10	47.259,96	29.680,17	76.940,13
Cenário Ideal	108,65	67.470,02	69.304,34	136.774,36

Tabela E.2.19: Resultados para o indicador (10) Subsídios – TIX

TOTAL DE SUBSÍDIOS EM UM ANO PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO SOLAR (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	218,04	135.405,43	456.794,89	592.200,32
Cenário Regulado	633,31	393.285,21	246.990,71	640.275,93
Cenário Ideal	934,42	580.277,89	556.554,38	1.136.832,27

Tabela E.2.20: Resultados para o indicador (10) Subsídios – TIX

TOTAL DE SUBSÍDIOS EM UM ANO PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO DIESEL (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	387,80	240.822,88	914.956,42	1.155.779,30
Cenário Regulado	1.139,44	707.592,06	444.381,48	1.151.973,54
Cenário Ideal	1.576,90	979.255,90	1.035.089,47	2.014.345,37

Tabela E.2.21: Resultados para o indicador (10) Subsídios – TIX

TOTAL DE SUBSÍDIOS EM UM ANO PARA SISTEMAS DE GERAÇÃO HÍBRIDA (R\$)

	Unidade Familiar (Casa)	Conjunto de Unidades Familiares	Conjunto de Prédios Comunitários	TIX Inteiro
Cenário Atual	313,99	194.985,87	715.741,25	910.727,12
Cenário Regulado	913,24	567.119,54	356.162,03	923.281,57
Cenário Ideal	1.303,77	809.640,21	831.652,05	1.641.292,26

Tabela E.2.22: Resultados para o indicador (10) Subsídios – TIX

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

(1) Programa Luz para Todos:

O texto a seguir foi transcrito da seguinte referência: K. B. Cunha, M. Y. Soares e A. F. Silva, “Acesso aos serviços de energia elétrica nas comunidades isoladas da Amazônia: mapeamento jurídico-institucional,” Instituto de Energia e Meio Ambiente - IEMA, São Paulo, 2018.

O atendimento a regiões remotas é feito no âmbito do programa Luz para Todos, que antecipa o atendimento das metas dos programas de universalização do acesso à eletricidade das distribuidoras, subsidiando os custos para viabilização dos empreendimentos de fornecimento de energia para as áreas de mais difícil acesso.

Vale esclarecer que, pela legislação, as distribuidoras de energia são obrigadas a elaborar e implantar planos de universalização, pelos quais se obrigam a ampliar sua rede de distribuição.

O Luz para Todos cobre os projetos de construção dos empreendimentos de geração e fornecimento de eletricidade, o que se dá pelos chamados “programas de obras”.

Tudo começa pela definição das comunidades que serão atendidas, e quem faz isso são os comitês estaduais do Programa junto com o Ministério de Minas e Energia.

São as distribuidoras as responsáveis por elaborar e implementar os programas de obras, os quais contemplam o projeto técnico e financeiro detalhado do empreendimento. À Eletrobrás era quem aprovava tecnicamente o programa de obras e fazia a fiscalização de sua implementação. Recente alteração legal estabeleceu regra de transição, e esse papel caberá a agente a ser definido pelo MME. Compete à CCEE os desembolsos dos pagamentos.

A distribuidora pode contratar terceiros para a execução das obras, bem como operação e manutenção dos empreendimentos.

Cabe apenas a ressalva de que os recursos do Luz para Todos cobrem apenas os gastos com a implantação dos empreendimentos, e não com sua operação/manutenção. Estes recaem sobre as tarifas de eletricidade, que passam a ser cobradas da comunidade.

(2) Conta de Desenvolvimento da Energia (CDE) e Conta de Consumo de Combustíveis (CCC):

O texto a seguir foi transcrito da seguinte referência: K. B. Cunha, M. Y. Soares e A. F. Silva, “Acesso aos serviços de energia elétrica nas comunidades isoladas da Amazônia: mapeamento jurídico-institucional,” Instituto de Energia e Meio Ambiente - IEMA, São Paulo, 2018.

Os projetos de geração elétrica podem ser subvencionados de duas formas principais – diretamente pela Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) ou pela Conta de Consumo de Combustíveis (CCC). Tais subvenções, contudo, só valem nos casos em que os projetos são formalmente reconhecidos no sistema elétrico, isto é, aqueles que se viabilizaram seja diretamente pela Distribuidora (na sistemática anterior aos leilões), por meio dos leilões ou por meio do programa Luz para Todos.

A CDE é um encargo setorial, criado pela Lei 10.438/2002, com a finalidade, dentre outras, de viabilizar financeiramente a universalização dos serviços de energia elétrica.

Dentre as rubricas a que se destina, estão tanto o Luz para Todos quanto a CCC.

A CCC passou por várias alterações desde sua criação, e hoje destina-se a arcar com os custos de geração de energia elétrica nos sistemas isolados em geral, incluindo-se aí as regiões remotas.

Basicamente, o que a CCC faz é cobrir a diferença de custo da geração elétrica que se verifica nos sistemas isolados em relação aos custos do Sistema Interligado.

Em síntese, pode-se afirmar que: os recursos do Luz para Todos vêm diretamente da CDE e destinam-se, portanto, para a viabilização dos programas de obras, ou seja, os empreendimentos de fornecimento de energia elétrica nas regiões remotas dos sistemas isolados. Já os recursos da CCC destinam-se a cobrir os custos com a aquisição do Diesel ou com a geração de energia elétrica nos sistemas isolados como um todo, incluindo a operação e manutenção dos sistemas das regiões remotas.

Nos últimos 6 anos, a CCC configurou sozinha a principal destinação da CDE, somando mais de R\$ 33 bilhões. Enquanto o montante destinado à CCC aumentou mais de 50% nesse período, o recurso destinado ao Luz para Todos encolheu pela metade (somando apenas R\$ 7 bilhões no período).

Mudanças legislativas recentes na CDE têm forçado uma progressiva redução do orçamento desse encargo, pressionando para que as diferentes finalidades a que se destina a CDE acabem por disputar o recurso cada vez mais escasso.

(3) Tarifa Social da Energia Elétrica (TSEE):

O texto a seguir foi transcrito da seguinte referência: Tarifa Social de Energia Elétrica (Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2016). Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-social-baixa-renda>>.

A Tarifa Social de Energia Elétrica, regulamentada pela Lei nº 12.212, de 20 de janeiro de 2010 e pelo Decreto nº 7.583, de 13 de outubro de 2011, é caracterizada por descontos incidentes sobre a tarifa aplicável à classe residencial das distribuidoras de energia elétrica, sendo calculada de modo cumulativo de acordo com a tabela a seguir:

Tarifa Social – Descontos

<i>Parcela de Consumo Mensal (PCM)</i>	<i>Desconto</i>
<i>PCM ≤ 30 kWh</i>	<i>65%</i>
<i>30 kWh < PCM ≤ 100 kWh</i>	<i>40%</i>
<i>100 kWh < PCM ≤ 220 kWh</i>	<i>10%</i>
<i>220 kWh < PCM</i>	<i>0%</i>

As famílias indígenas e quilombolas inscritas no Cadastro Único que atendam aos requisitos tem desconto de 100% até o limite de consumo de 50 kWh/mês (quilowatts-hora por mês).

Quem tem direito?

Para ter direito ao benefício da Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE), deve ser satisfeito um dos seguintes requisitos:

I – família inscrita no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal – Cadastro Único, com renda familiar mensal per capita menor ou igual a meio salário mínimo nacional; ou

II – quem receba o Benefício de Prestação Continuada da Assistência Social – BPC, nos termos dos arts. 20 e 21 da Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993; ou

III – família inscrita no Cadastro Único com renda mensal de até 3 (três) salários mínimos, que tenha portador de doença ou deficiência cujo tratamento, procedimento médico ou terapêutico requeira o uso continuado de aparelhos, equipamentos ou instrumentos que, para o seu funcionamento, demandem consumo de energia elétrica.

Como solicitar o benefício?

Um dos integrantes da família deve solicitar à sua distribuidora de energia elétrica a classificação da unidade consumidora na subclasse residencial baixa renda, informando:

I– informar nome, CPF e Carteira de Identidade ou, na inexistência desta, outro documento de identificação oficial com foto, ou ainda, o RANI, no caso de indígenas;

II– informar o código da unidade consumidora a ser beneficiada;

III– informar o Número de Identificação Social – NIS ou, no caso de recebimento do Benefício de Prestação Continuada – BPC, o Número do Benefício – NB; e

IV– apresentar o relatório e atestado assinado por profissional médico, somente nos casos de famílias com uso continuado de aparelhos.

A distribuidora efetuará consulta ao Cadastro Único ou ao Cadastro do Benefício da Prestação Continuada para verificar as informações prestadas, sendo que a última atualização cadastral deve ter ocorrido há até dois anos.