



## **Implantação De Geração Hidráulica Distribuída: O Caso Das Comunidades Do Açaizal Do Prata no Pará.**

**Resumo:** *O difícil acesso às comunidades isoladas de centros urbanos foi responsável pela criação de alguns projetos alternativos para se eletrificar comunidades com essas peculiaridades; a exemplo o “LUZ PARA TODOS” do Ministério das Minas e Energia. No entanto, ainda há comunidades que persistem com tal problemática. Foram criadas alternativas emergenciais, algumas sob cunho governamental e outras por cunho particular, com o intuito de promover o pequeno produtor (principalmente rural) a gerar sua própria energia, como resultado disso foram aprovadas resoluções normativas que facilitassem esse tipo de prática, como a Resolução Normativa de nº 482 de Abril de 2012 da ANEEL, que trata da permissão dada ao consumidor brasileiro de produzir energia elétrica a partir de micro e minissistemas provenientes de fontes renováveis. O presente trabalho aborda o caso da região do Açaizal do Prata que abrange várias comunidades, e que sofreu com a falta de energia elétrica. O que protagoniza este estudo é a implantação de uma microcentral hidrelétrica de incentivo particular, com o uso de Turbinas Indalma, esta por sua vez, fabricada de modo artesanal no interior do Pará, cuja inserção se deu a partir da iniciativa dos próprios moradores das comunidades do Açaizal com algumas parcerias, abastecendo-os por um longo período, integralmente. Será feita uma análise de alguns cenários a partir da introdução da microcentral hidrelétrica no local, apontando os impactos diretos e indiretos na vida dos comunitários e enfatizando a importância da utilização desses pequenos empreendimentos na vida de populações que vivem sem energia elétrica.*

**Palavras Chaves:** *Microcentral Hidrelétrica, Energia Renovável, Geração Distribuída, Geração Descentralizada de Energia Elétrica, Turbina Indalma.*

### **1. Introdução**

O crescimento na geração de energia a partir de recursos renováveis de forma distribuída se deve a algumas mudanças da Política energética e um aumento de incentivos oferecidos pelo Governo, nos últimos anos.

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, instituído pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002 e revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003, dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, ou seja, tem como objetivo a diversificação da matriz energética brasileira e a busca por soluções de cunho regional com a utilização de fontes renováveis de energia (solar, eólica, biomassa e PCH).

A problemática da distribuição de energia elétrica na Amazônia principalmente nas comunidades isoladas ainda é uma questão não solucionada apesar de termos a implantação de diversas ações do estado como: Luz para todos, travessia da linha de Transmissão de Energia pela margem esquerda do Rio Amazonas interligando Manaus e Macapá ao Sistema Interligado Nacional – SIN.



Um dos fatores limitantes ao acesso a energia elétrica na Amazônia pode ser explicado através da expressão “comunidade isolada”. Esse termo utilizado para o setor elétrico brasileiro é simples, pois se trata de comunidade eletricamente isolada, ou seja, que não está conectada ao SIN, diferenciando-se apenas pelo fato de ser ou não atendida pelos serviços de eletricidade (BLASQUES, 2005 *apud* SOARES NETO, 2012).

ELS (2008) mostra a opção de geração de energia elétrica a partir dos próprios recursos naturais e renováveis das comunidades tradicionais na região Amazônica em uma de suas teses que aborda a problemática relativa à eletrificação rural dessas comunidades. A alternativa apontada por ele seria uma expansão convencional da rede elétrica a partir de uma usina geradora central, já que essas comunidades costumam viver de modo disperso em grandes áreas distantes dos centros urbanos.

De acordo com a ANEEL, o conceito de Geração Distribuída - GD compreende centrais geradoras de energia elétrica, de qualquer potência, com instalações conectadas diretamente de distribuição ou através de instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada ou despachadas ou não pelo ONS-Operador Nacional do Sistema Elétrico.

As microcentrais hidrelétricas são as mais adequadas para serem implantadas nas fazendas para possibilitar o fornecimento de eletricidade às propriedades rurais. Elas são construídas aproveitando-se cursos d'água com vazões e quedas relativamente pequenas, através de obras simples, baratas e com os menores impactos ambientais (NOGUEIRA, 2007). A ANEEL denomina microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 kW.

A inserção de centrais geradoras em comunidades isoladas (especificamente microcentrais hidrelétricas) levando eletricidade segura e a baixo custo aumenta as chances de competitividade nas formas de produção e cria novos empregos diretos e indiretos, (CAMPOS, 2007).

## 2 Metodologia

A metodologia que foi adotada esteve de acordo com a abordagem exploratória de Gil (2007), que consiste no contato direto com o problema possibilitando maiores possibilidades de estratégia, contanto com levantamento bibliográfico, questionários, análises de outros casos parecidos.

Os procedimentos adotados consistiram em consultas bibliográficas das normas vigentes, manuais, artigos e teses relativas à instalação e operação de uma Central Geradora Hidrelétrica - CGH, bem como condições para que sejam possíveis esses processos, principalmente para uma microcentral hidrelétrica ( $\mu CH$ ). A bibliografia relativa à energização de comunidades isoladas na Amazônia também foi revisada para mostrar que esse cenário ainda é comum.

Paralelamente a essas pesquisas, foram realizadas visitas técnicas para reconhecimento do local, tanto da unidade geradora, como à comunidade em si. As visitas aconteceram durante toda a elaboração deste trabalho, incluindo entrevistas com os moradores, representante da comunidade, cooperativa e responsável pela manutenção do microssistema existente.

Foram realizados levantamento de dados técnicos dos equipamentos, catalogação dos mesmos e que compõem o grupo gerador, e identificação de toda a estrutura civil.



Realizou-se dimensionamento da estrutura civil para trabalhos futuros em andamentos também.

Recentemente houve uma visita ao laboratório de Termofluidos da Universidade de Brasília-UnB, Faculdade UnB Gama-FGA, onde se pôde entender melhor o funcionamento de uma central geradora, tendo como apoio uma Bancada para ensaio de uma picoturbina do tipo Indalma e assim conhecer mais sobre seu modo de operação de modo geral.

Os recursos financeiros para aplicação desse estudo de caso, como as visitas técnicas, a visita ao Laboratório de Termofluidos em Brasília foram financiados pela Instituição Brasileira Capes por intermédio do Programa Pró – Amazônia: *Biodiversidade e Sustentabilidade*.

### **3 Resultados**

A região (mais conhecida como Açaizal) beneficiada com geração de energia elétrica é composta por quatro comunidades – Fé em Deus, São Raimundo, Açaizal e Prata, localizada na área de transição Santarém/Belterra, região Oeste do Pará, aproximadamente a 62 km de Santarém, ou também com entrada de acesso pelo ramal 72 km, contando com um total de 80 famílias, aproximadamente 330 pessoas, na época.

A economia dessas comunidades é baseada na agricultura de subsistência como mandioca, milho, arroz e feijão, sendo que a exploração é da mão de obra é local (familiar). As casas de farinha utilizam motores a combustão interna e força humana. Atualmente motores elétricos foram implantados. O extrativismo vegetal - castanha do Pará, açaí, cupuaçu, etc. - é basicamente para consumo interno, dado que em decorrência da expansão do plantio da soja a floresta está se distanciando, (PARENTE, 2008).

A região do Açaizal tem um histórico de lutas em busca de soluções para dificuldades enfrentadas por eles em decorrência à falta de energia elétrica. Em Youssef Filho (2013), o acesso conseguido via microcentral hidrelétrica é um exemplo de como os moradores do Eixo, independentemente dos obstáculos buscaram alternativas até solucionarem esse problema.

O cenário antes da inserção da microcentral hidrelétrica previa um intenso êxodo rural devido à falta de oportunidades de desenvolvimento dentro do Açaizal, já que o tipo de crescimento necessário estava ligado à energização da mesma.

Em 06 de Dezembro de 2003 a microgeração foi inaugurada, sendo denominada “Hidrelétrica Sociedade Comunitária Açaizal-São Raimundo”, construída pela mão de obra comunitária e com o apoio de diversos parceiros incluindo a Prefeitura Municipal de Belterra e a Empresa Indalma, fabricante das turbinas instaladas.

Com a implantação do projeto o êxodo rural foi revertido com a possibilidade de desenvolvimento do local, o que resultou em: construção de mais escolas; fortalecimento da agricultura familiar com o surgimento de outras atividades como hortas e pomares irrigados; geração de cooperativismo comunitário; sem contar com uma maior conscientização sobre o uso do igarapé. Em suma, a qualidade de vida familiar aumentou.

A disseminação de conhecimentos na Casa Familiar Rural criada para profissionalizar os filhos também foi uma conquista que surgiu a partir da energização das comunidades, já que antes isso era uma preocupação, pois, não havia abastecimento de energia nas escolas.



YOUSSEF FILHO (2013) em sua pesquisa colheu depoimentos dos comunitários, e relata que houve um grande descontentamento por parte dos mesmos, visto que se sentiram abandonados pelo governo, o qual deveria solucionar esses problemas de energização da comunidade com urgência.

A idealização de implantação dessa unidade geradora partiu de dois moradores<sup>1</sup> de duas comunidades dessa região, que tomaram a frente convocando reuniões para encontrar a solução mais viável para energizar o Açaizal. Ao descobrirem a Empresa Indalma (Indalma Indústria e Comércio Ltda.), e alguns outros parceiros, enxergou-se a viabilidade para ser introduzida a microgeração a partir de um recurso já existente no local.

Em uma dessas reuniões para decidirem a forma como iriam arrecadar recursos para tal projeto, decidiu-se por cada representante de cada família a quantia mensal de R\$ 200,00 para a compra do gerador a ser acoplado(s) na(s) turbina(s) e compra da turbina. Em um período significativamente pequeno de 2 meses, arrecadaram a quantia em torno de R\$ 10.000,00. Ocorreu a compra de uma segunda turbina com a ajuda de um financiamento junto ao Banco da Amazônia (BASA), com crédito inicial de R\$ 1.000,00 com 25% de desconto.

Outros parceiros como a prefeitura de Belterra, também deram apoio nas construções. A Eletroluz, por exemplo, fez a instalação de fiação e transformadores das turbinas até as comunidades. É importante ressaltar que as comunidades cederam a mão de obra braçal para toda a construção civil das instalações.

A geração hidrelétrica detinha a responsabilidade de abastecer essas comunidades, e se encontrava operando no limite de sua faixa, sobrecarregada, pois além das residências os moradores resolveram abastecer os aparelhos telefônicos e as escolas, sendo essa também uma prioridade. Com isso os comunitários precisavam se limitar a compra de novos eletrodomésticos, por exemplo, para evitar extrapolação no consumo. Apesar de algumas limitações, a comunidade cresceu em vários aspectos, pois agora possuía algum tipo de eletrificação.

Após quase 14 anos à espera de soluções que do governo, sendo supridos pela central hidrelétrica, a Celpa em conformidade como o “Luz para todos”, passa sua rede de distribuição pelo eixo dessas comunidades, em meados de 2015. Isso trouxe algumas mudanças tanto na forma de uso da energia, como na organização da comunidade.

Havia em torno de 100 residências que faziam uso da energia das turbinas, até a chegada das linhas da rede CELPA (Centrais Elétricas do Pará). Com isso várias famílias deixaram de ser sócios da geração comunitária, diminuindo a carga a qual estava submetida. Deve-se abrir um parêntese relacionado à comunidade Fé em Deus, que após a passagem das linhas de energia do governo, se desvincularam como sócios da usina geradora. O que antes era preocupação por não conseguir abastecer com qualidade um número alto de residências, e ainda as escolas, agora passa a possuir um excedente de energia que até então não é utilizada (conexão à casa de farinha principal em andamento), sem contar que já contribui para o processo de irrigação de alguns plantios existentes.

Atualmente cerca de 35 famílias estão associadas à geração de energia pela microgeração, no entanto pelo fato de os requisitos de contabilidade do consumo da rede do “Luz para Todos” ser diferente da adotada na geração própria, está havendo um retorno dos antigos usuários.

---

<sup>1</sup> Senhor José Edinardo Edmundo de Sousa (Peba), e o senhor José Arimatéia.



É importante salientar que dentro das comunidades há alguns perfis de grupos que utilizam a energia elétrica: os que utilizam a energia tanto da Concessionária (Celpa) quanto da central; os que utilizam apenas a energia da Concessionária. Para os que utilizam ambos os serviços, a energia da central ainda revela um custo menor que a energia da distribuidora, razão esta que está gerando tal retorno de ex-sócios para a microcentral.

Esse faturamento é pago ao presidente da comunidade<sup>2</sup>. A arrecadação do dinheiro é usada para a manutenção das instalações da usina. Porém, a queda na arrecadação quase não supre a demanda de ajustes e sempre que é necessária a compra de algum equipamento, há uma união dos interessados para tal compra, não havendo prejuízo para cada morador/sócio. A Figura 01 apresenta o relógio para a leitura do consumo mensal, em uma das residências da comunidade juntamente como o recibo simples de cobrança da tarifa. Dentro do sistema de medição do consumo em kWh, antes, os associados tinham créditos de 60 kWh sem cobrança alguma, caso extrapolassem esse limite, assim então eram cobrados uma taxa de R\$ 0,40 centavos por excesso para cada kWh consumido. Hoje, a contabilização do consumo é paga de forma um pouco diferente. Como houve a saída de vários sócios desse empreendimento, não há mais os 60 kWh para uso livre, sendo que pagam agora 0,30 centavos por cada kWh consumidos.



Figura 1: (a) Recibo de cobrança pelo consumo da energia. (b) relógio medidor.  
FONTE: Próprio autor.

A manutenção sempre foi realizada pelo presidente da Associação dos comunitários mediante orientação da Empresa Indalma, para que o mesmo pudesse ter capacidade de fazer as devidas paradas para ajustes como trocas de correias, limpeza etc.

Analisando o funcionamento da microcentral de acordo com suas instalações e componentes, a mesma opera de modo contínuo, com curtas paradas, para manutenção

---

<sup>2</sup> Senhor José Julião.



de pequena dimensão, como trocas de correia do eixo das turbinas, limpezas de filtro da câmara de carga e limpezas superficiais pelas tubulações e terreno. É importante frisar que ao longo dos 14 anos de sua instalação não houve nenhum tipo de grande intervenção para revitalização da unidade, apesar de as instalações apresentarem corrosões na tubulação (conduto forçado), casa de máquinas necessitando de reforço em sua edificação e gerador e eixo das turbinas necessitarem de mecanismos de proteção por serem equipamentos mais delicados à investidas ambientais do local.

A microcentral do Açaizal do Prata, como qualquer outra central de pequeno porte possui os componentes básicos de projeto. As figuras 02 e 03 mostram o início do sistema de adução, a partir do desvio do rio, bem como tomada d'água, câmara de carga e conduto forçado.



Figura 2: Desvio do rio para a entrada do canal de adução.  
FONTE: Próprio autor.



Figura 3: Sistema de adução. (a) vista desde o canal de adução até o conduto forçado. (b) câmara de carga com vistas para o conduto forçado.

FONTE: Próprio autor.

A casa de máquinas (gerador, turbinas), subestação e linha de transmissão podem ser visualizadas nas figuras 04 e 05 e 06, onde se abriga todos os componentes eletromecânicos da central está construída em madeira, abrigando o grupo gerador (turbinas e gerador), painéis de força e observação.



Figura 4: Disposição dos componentes da casa de máquina.  
FONTE: Próprio autor.

A central passou por algumas adequações relacionadas ao gerador. Inicialmente a mesma operava com dois geradores, cada um com 40 kVA, acoplado cada um em uma turbina, totalizando uma potência de 80 kVA.

O motivo para a troca era que operavam em apenas uma fase, produzindo uma energia de saída de qualidade inferior ao que realmente tinha capacidade. Assim, hoje as duas turbinas são acopladas em um único gerador trifásico de 60 kVA, com uma qualidade da energia superior a gerada antes. Isso é relatado com muita propriedade pelos associados.

O recomendado de acordo com a bibliografia seria um gerador de potência igual ou inferior ao do transformador (75 kVA). Assim sendo, o gerador obedece a esse limite de adequação, sendo um gerador síncrono trifásico de 60 kVA, com tensão nominal 220/127 V, frequência de 60 Hertz, fator de potência 0,8 Indutivo, com rotação nominal de 1800 rpm, com ligação em estrela.

Fabricada pela Indalma de modo empírico as Turbinas são capazes de operar em pequenas quedas e com pouco volume de água de modo a se adaptar às diversas condições encontradas. O rotor apresenta geometria diferente dos convencionais, e pode ser classificado como rotor do tipo centrífugo-axial. A caixa espiral possui seção triangular, sem sistema de regulação de velocidade.

As duas turbinas instaladas, operam com queda d'água de 6 metros de altura. Seu rendimento pode alcançar a faixa de 70 %, há casos para mais e para menos, (TIAGO FILHO et al, 2008) (TIAGO FILHO et al, 2006) (PARENTE, 2008)(OLIVEIRA, 2014).



Figura 5: Turbinas Indalma,  $\mu$ CH do Açaizal do Prata em operação.  
FONTE: Próprio autor.

O transformador usado na microcentral para elevar e rebaixar a energia é do tipo trifásico, desabrigado, com potência 75 kVA, como recomendado que seja para a potência de gerador que a turbina se acopla. A tensão da linha de transmissão é feita em 13,8 kV, enquanto que a tensão de distribuição em 110 V, com um número de trafos igual a 12.



Figura 6: Subestação da central.  
FONTE: Próprio autor.

#### 4 Conclusão

Durante todo este trabalho, percebe-se que apesar de haver alternativas como programas emergenciais para energizar essas regiões, como o Programa Luz para Todos, do Governo Federal, ainda há inúmeras localidades sem o acesso à energia elétrica, e a inserção empreendimentos como centrais hidrelétricas de pequeno porte é uma forma de mitigar a problemática das comunidades isoladas ligadas a energização, especificamente na Amazônia,

As comunidades do Açaizal do Prata, como é popularmente chamada é uma das poucas exceções que resistiram às dificuldades já citadas anteriormente, alcançando independência elétrica a partir da introdução de uma central hidrelétrica. Vários aspectos fizeram com que esse empreendimento fosse possível, como recursos hídricos encontrados na própria localidade, e próximos ao destino final onde seriam entregue essa energia.



A questão levantada é a utilização dessa alternativa (microcentral hidrelétrica distribuída) e a organização e iniciativa dos moradores foram de grande importância e decisiva para que não ficassem à parte da sociedade ou viessem a desaparecer como a própria literatura diz como foi o caso de diversas comunidades citadas por Youssef Filho (2013).

A chegada de uma tecnologia alternativa ou emergencial desencadeou uma série de mudanças sentidas até hoje por toda essa região. Mudanças essas na economia, qualidade de vida, e também na disseminação de conhecimento. A economia se levantou com a oportunidade de avanços como a comercialização de seus produtos em uma escala maior que antes, com a criação da cooperativa e capacidade abastecimento elétrico para subsidiar o sistema de irrigação agrícola.

Ainda há dificuldades sobre a lógica de abastecimento elétrico de regiões como esta. A questão da lógica do atendimento nas áreas rurais é levantada por Els (2008) como uma crítica, visto que primeiro é atendido aos grandes consumidores, complexos

agroindustriais mais próximos com o serviço de fornecimento de energia elétrica e só depois atender os menores e mais distantes, onde a expansão dos sistemas se orienta pela lógica da oferta, favorecendo as cargas que são mais viáveis economicamente e não pela lógica da demanda.

Contudo, a introdução de turbinas de baixo custo como as utilizadas para geração de energia no Açaizal, se enquadra como uma boa alternativa para suprimento de energia elétrica em áreas semelhantes.

### ***Agradecimentos***

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes pela concessão da bolsa de pesquisa por intermédio do Projeto Pró-Amazônia, cujo incentivo foi de extrema importância para a realização deste trabalho.

### **REFERÊNCIAS**

- ANEEL. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de Novembro de 2015**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em Janeiro e 2016
- BRASIL. DECRETO Nº. 4.873, DE 11 DE NOVEMBRO DE 2003. **Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS"** e dá outras providências, 2003.
- BORGES, F. Q. ZOUAIN, D. M. **A Matriz elétrica no Estado do Pará e seu Posicionamento na Promoção do Desenvolvimento Sustentável**. Planejamento e Políticas Públicas – PPP. n.35. 2010
- CAMPOS, Bruno Thiago Lopes da Costa. **Proposta de Modelo de Gestão Participativa e Auto-sustentável para Geração Descentralizada de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas no Contexto da Economia Solidária**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá. Minas Gerais, 2007.
- ELS, R. H. V. **Sustentabilidade de Projetos de implementação de aproveitamentos hidroenergéticos em comunidades tradicionais na Amazônia: Casos no Suriname e Amapá**. Tese de Doutorado, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. Brasília, 2008.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- NOGUEIRA, Fábio José Horta. et al. **Microcentrais Hidrelétricas (Série Energias Renováveis**. Ministério de Minas e Energia. Itajubá, MG, 2007.



**PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas>>. Acesso em Janeiro de 2017.  
**SOARES NETO, Albano. As microcentrais hidrelétricas e seus impactos socioambientais em assentamentos rurais: proposta de uma matriz simplificada para avaliação de impactos ambientais.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Manaus, 2012.  
**YOUSSEF FILHO, Adnan Assad. Comunidades Persistentes: A Resistência dos moradores da Região do Açaizal do Prata.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2013.

**Abstract:** *The question about the difficult access to the most isolated communities of urban centers was responsible for the creation of some alternative projects to electrify communities with these peculiarities; such as the "LIGHT FOR EVERYONE" of the Ministry of Mines and Energy. However, there are still some communities that persist with such problem. Emergent alternatives were created, some under governmental and others for particular purpose, in order to promote the small producer (mostly rural) to produce their own energy, as a result of which normative resolutions were created to make easier this type of practice, such as Normative Resolution no. 482 of April 2012 of the National Electric Energy Agency - ANEEL, which deals with the permission given to the Brazilian consumer to produce electricity from micro and mini-systems from renewable sources with the possibility of injecting surplus to the grid of a Concessionaire, with the return in the form of credits. The present work deals with the case of a region of Açaizal do Prata that covers several communities, and which suffered from the lack of electric energy and had its existence threatened. The main focus of this study is the implementation of a micro central hydroelectric provided by particular incentive, with the use of Indalma Turbines, which in the other hand is handcrafted in the interior of Pará, presenting surprising results and characteristics. An analysis will be made of some scenarios from the insertion of the hydroelectric power plant in the place, pointing out the direct and indirect impacts on the life of the community and emphasizing the importance of the use of these small enterprises in the life of populations that perish without electricity.*

**Key words:** *Small hydroelectric plants, Renewable Energy, Distributed Generation, Decentralized Generation of Electric Power, Indalma Turbine.*