



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

ELCILANE ARAÚJO DE FREITAS

**IMPLANTAÇÃO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA DISTRIBUÍDA: O
CASO DAS COMUNIDADES DO AÇAIZAL DO PRATA.**

**SANTARÉM – PA
2017**

ELCILANE ARAÚJO DE FREITAS

**IMPLANTAÇÃO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA DISTRIBUÍDA: O
CASO DAS COMUNIDADES DO AÇAIZAL DO PRATA.**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentado ao Programa de Ciência e
Tecnologia para obtenção do grau de Bacharelado
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da
Universidade federal do Oeste do Pará, Instituto
de Engenharia e Geociências.

Orientador: Prof. Msc. Lázaro João Santana da Silva

**SANTARÉM - PA
2017**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIGI/UFOPA

F886i Freitas, Elcilane Araújo de
Implantação de geração hidráulica distribuída: o caso das comunidades
do Açaizal do Prata./ Elcilane Araújo de Freitas. – Santarém, 2017.
87 fls.: il.
Inclui bibliografias.

Orientador Lázaro João Santana da Silva
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do
Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências, Curso de Bacharelado In-
terdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

1. Microcentral hidrelétrica. 2. Fontes alternativas - Pará. 3. Turbina Indalma. I.
Silva, Lázaro João Santana da Silva, orient. II. Título.

CDD: 23 ed. 621.2098115

Bibliotecário - Documentalista: Renata Ferreira – CRB/2 1440

TERMO DE APROVAÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi Analisado pelos membros da Banca Examinadora, abaixo assinados:

Aprovado em: 26/05/17

Título: **IMPLANTAÇÃO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA DISTRIBUÍDA: O CASO DAS COMUNIDADES DO ACAIZAL DO PRATA.**

ELCILANE ARAÚJO DE FREITAS

BANCA EXAMINADORA

Lázaro João Santana da Silva

Orientador

Lázaro João Santana da Silva

Manoel Roberval

1º membro

Manoel Roberval Pimentel Santos

Kléber A.S. Cruz

2º membro

Kléber Agustin Sabat da Cruz

SANTARÉM - PA

2017

*Ao meu eterno e amado pai, Elson
Freitas, pelas doses de amor e
disciplina.*

In memoriam.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que primeiro me amou e me permitiu a conclusão dessa etapa que para mim se configura com um dos desafios mais importantes na minha jornada, até agora. Defino-o como um desafio de amor;

Agradeço a minha família por todo amor e atenção dedicados a mim, mesmo com a minha presença limitada nas reuniões familiares, e por tanto sacrifício para que eu permanecesse neste objetivo. Especificamente ao meu pai Elson Freitas (In Memoriam), que tanto me incentivou e sempre me disse o quão forte eu era, e à minha mãe Maria Araújo que tanto em mim confiou e garantiu eu ter chegado até aqui. Aos meus irmãos (Jéssica Moura, Elciane Freitas, Erielson Freitas, Eurilane Freitas, Elisa Freitas) que sempre me apoiaram e acreditaram em meus sonhos, me dando suporte em todas as dificuldades; à minha tia Val Moura pelo incentivo;

Agradeço aos meus amigos pelo companheirismo, que independente da distância ou não, influenciaram muito na minha caminhada, salvando meus dias, salvando a minha alegria, (Dayane Pimentel, Emanuelle Bentes, William Mota, Rardiles Branches, Erick Oliveira, Elenice de Matos, Rafael Del Vecchio, Paula Francinete, Adriano Ataíde). Agradeço também à Elivany Bentes por se preocupar com meu bem estar durante os dias de intenso estudo;

Os mais sinceros agradecimentos ao meu querido orientador e amigo, Professor Lázaro João Santana da Silva, pela paciência e companheirismo e por todo o conhecimento que repassou e que vem repassando a cada dia com a grande preocupação com minha formação crítica e humana;

Agradeço a 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;

Agradeço às comunidades do Açaizal pela aceitação da pesquisa e algumas entrevistas, em especial aos senhores José Julião (Presidente de uma das comunidades), e José Edinaldo mais conhecido como senhor Peba (Presidente da associação dos moradores e responsável pela manutenção da microcentral hidrelétrica), e o senhor Mário César Zanelato (Presidente da Cooperativa do Açaizal do Prata) pelas informações repassadas a respeito das comunidades/Cooperativa;

Agradeço também à Empresa Indalma, especificamente ao senhor Antônio Nazareno Almada de Sousa que cedeu uma pequena parte de seu acervo de informações referentes às suas turbinas Indalma e para que este trabalho pudesse ser esclarecido o máximo possível.

Agradeço a todos os professores que contribuíram direta e indiretamente para minha formação acadêmica, ética e moral ao longo desse período.

Elcilane Araújo

A criatividade nasce da angústia, como o dia nasce da noite escura. É na crise que nascem as invenções, os descobrimentos e as grandes estratégias. Quem supera a crise, supera a si mesmo sem ficar "superado".

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	17
1.1 TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO	17
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 GERAL	20
1.2.2 ESPECÍFICOS	20
1.3 METODOLOGIA	20
1.4 JUSTIFICATIVA	21
1.5 ESTRURURA DO TRABALHO	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1 UMA ALTERNATIVA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA DESCENTRALIZADA	24
2.2 ENERGIA HIDRÁULICA E O CENÁRIO DE INSERÇÃO DE PEQUENOS PRODUTORES DE ENERGIA ELÉTRICA COMO SOLUÇÃO PARA REFORÇAR A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	26
2.3 A INSERÇÃO DE MICRO E MINIGERAÇÃO À REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA	29
2.4 CLASSIFICAÇÃO E CENÁRIO DAS MICRO E MINICENTRAIS.....	34
2.5 COMPONENTES DE MICROCENTRAIS GERADORAS	37
2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS MICROCENTRAIS HIDRELÉTRICAS	45
2.7 PRINCÍPIOS IMPORTANTES PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE TURBINAS HIDRÁULICAS	47

2.8	TURBINAS HIDRÁULICAS PARA EMPREENDIMENTOS DE PEQUENO PORTE E SUA CLASSIFICAÇÃO	49
3	TURBINA INDALMA COMO PROTAGONISTA NA ELETRIFICAÇÃO RURAL NA REGIÃO OESTE DO PARÁ.....	56
3.1	CONCEPÇÃO DA TURBINA INDALMA E SUAS CARACTERÍSTICAS.	56
3.2	TRABALHOS RELACIONADOS À TURBINA INDALMA E SUA REPERCUSSÃO	59
	RESULTADOS	62
4	APRESENTAÇÃO DA REGIÃO AÇAIZAL DO PRATA	62
5	HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DA μ CH DO AÇAIZAL DO PRATA.....	64
5.1	CENÁRIO DA CHEGADA DO “LUZ PARA TODOS”.	67
6	A INFLUENCIA DA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NA ECONOMIA DO AÇAIZAL DO PRATA.....	69
7	A MICROCENTRAL E DETALHAMENTO DE SEUS COMPONENTES	70
8	PROPOSTA PARA PROBLEMAS QUE INTERFEREM NA OPERAÇÃO DA μ CH E POSSÍVEL PLANO DE MANUTENÇÃO	76
9	CONCLUSÃO	80
	REFERENCIAS	83
	ANEXO I – RELAÇÃO DAS TURBINAS INSTALADAS PELA INDALMA E SUAS ESPECIFICAÇÕES.	89
	ANEXO II – MODELO DE CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO ANCILAR - GERAÇÃO.....	91
	ANEXO III – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA.	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz de Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica do Brasil...	28
Figura 2 - Etapas de acesso dos micro e minigeradores ao Sistema de Distribuição da CELPA	33
Figura 3 - Classificação das centrais hidrelétricas quanto à potência segundo a ANEEL e DNAEE.....	35
Figura 4 - Quantidade e distribuição de CGH's em 2007 no Brasil.....	36
Figura 5 - Principais componentes de uma microcentral hidrelétrica	38
Figura 6 - Modelo de gerador utilizado em microcentrais	42
Figura 7 - Dispositivo de controle de velocidade presente, na turbina.....	43
Figura 8 - Exemplos de dispositivos de chaveamento e proteção	43
Figura 9 - Exemplo de transformadores	44
Figura 10 - Linhas de Transmissão de energia	45
Figura 11 - Seleção de Turbinas apropriadas para microcentrais.....	50
Figura 12 - Turbina Francis real.....	52
Figura 13 - Rotor Francis em visão de corte	52
Figura 14 - Turbina Kaplan Real.....	54
Figura 15 - Turbina Pelton Real.....	55
Figura 16 - Ilustração da Turbina Indalma com suas respectivas vistas lateral e frontal	57
Figura 17- Ilustração do funcionamento da Turbina	58
Figura 18 - Turbinas Indalma em tamanho real	58
Figura 19 - Turbina Indalma em vista isométrica (3D).....	61
Figura 20 - Características Técnicas dos empreendimentos existentes nas comunidades	62
Figura 21 - Localização da região da central hidrelétrica do Açaizal do Prata.....	63
Figura 22 - Placa da unidade geradora da comunidade	65
Figura 23 - Comunidade abastecida pelas redes de distribuição, CELPA e Central Geradora	68
Figura 24 - (a) recibo de cobrança pelo consumo da energia. (b) relógio medidor.....	69
Figura 25 - Vertedouro da microcentral	71
Figura 26 - Desvio do rio para a entrada do canal de adução.....	72

Figura 27 - Sistema de adução. (a) vista desde o canal de adução até o conduto forçado. (b) câmara de carga com vistas para o conduto forçado.....	72
Figura 28 - Conduto forçado por tubulação até as turbina	73
Figura 29 - Disposição dos componentes da casa de máquina.....	73
Figura 30 - Turbinas Indalma, μ CH do Açaizal do Parta em operação.....	74
Figura 31 - Gerador acoplado ao eixo das duas turbinas.....	75
Figura 32 - Especificação do Gerador da microcentral	75
Figura 33 - Ligação em estrela do gerador para os painéis de comando.....	76
Figura 34 - Transformador e suas instalações	76
Figura 35 - (a) Parte do reservatório. (b) Vertedouro. (c) canal de adução-câmara de carga.....	77
Figura 36 - (a) acesso à casa de máquinas. (b)Turbinas. (c) equipamentos sem proteção de segurança	78
Figura 37 - Modelo proposto para implementar na microcentral do Açaizal do Prata em diversas vistas com rampas de acesso e casa de máquinas readequada, em CAD.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

CELPA – Centrais Elétricas do Pará S/A.

CEMAR – Companhia Energética do Maranhão.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia.

CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina.

CGH – Centrais Geradoras Hidrelétricas.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S/A.

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética.

GD – Geração Distribuída.

IEA - International Energy Agency.

MME – Ministério das Minas e Energia.

ONS – Operador Nacional do sistema Elétrico

PROINFA – Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica.

PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional.

PCH – Pequena Central Hidrelétrica.

REN- Resolução Normativa.

SIN – Sistema Interligado Nacional (de Produção e Transmissão de Energia Elétrica)

μ CH – Microcentral Hidrelétrica.

mCH – Minicentral Hidrelétrica.

.

RESUMO

A questão sobre o difícil acesso às comunidades mais isoladas de centros urbanos foi responsável pelo desencadeamento da 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 sendo criadas resoluções normativas que facilitavam esse tipo de prática, como a Resolução Normativa de nº 482 de Abril de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, que trata da permissão dada ao consumidor brasileiro de produzir energia elétrica a partir de micro e minissistemas provenientes de fontes renováveis com a possibilidade de injeção do excedente à rede de distribuição de uma Concessionária, com retorno em forma de créditos. 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 e tendo sua existência ameaçada. O que protagoniza este estudo é a implementação 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, apresentando surpreendentes resultados e características. A iniciativa desse projeto se deve aos próprios moradores das comunidades do Açaizal que a partir desse fato alcançaram outras conquistas como criação de uma cooperativa de produção de alimentos, eletrificação das escolas, entre outras. Todavia além de mostrar esses avanços, será feita uma análise de alguns cenários de modo mais técnico, como a catalogação da instalação como um todo, para se tenha em vista a possibilidade de ampliação desse empreendimento com uma possível conexão à rede (rápida síntese), bem como análise de problemas nas instalações e suas devidas adequações que serão necessárias. Em suma a partir da introdução da microcentral hidrelétrica no local, apontar os impactos diretos e indiretos na vida dos comunitários e enfatizando a importância da utilização desses pequenos empreendimentos na vida de populações que perecem sem energia elétrica.

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

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. The initiative of this project is due to the residents of the communities of Açaizal that from that fact reached other achievements like the creation of a cooperative of food production, electrification of the schools, among others. However, in addition to showing these advances, an analysis of some scenarios will be done in a more technical way, such as the cataloging of the whole installation, in order to allow for the expansion of this project with a possible connection to the network (rapid synthesis) as well as analysis of problems in the installations and their adjustments that will be necessary. In general, starting with the introduction of the hydroelectric power plant at the site, to point out the direct and indirect impacts on community life and emphasizing the importance of using these small enterprises in the lives of populations that perish without electricity

Key Words: Small hydroelectric plants. Renewable energy. Distributed generation. Decentralized electricity generation. Indalma Turbine.

1. INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO

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.

Segundo Bertoncello (2011), a nova política energética brasileira está visando incentivar empreendimentos de pequeno porte que utilizem fontes renováveis para a produção de energia elétrica.

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).

O mesmo é reforçado por Campos (2007) quando diz que em consequência do quadro econômico ambiental e adicionalmente, com a crise de energia elétrica e o plano de racionamento vivenciado pelo país em 2001, chamou-se à atenção mais uma vez para a necessidade de diversificar a matriz energética, motivando a criação de mecanismos legais para regulamentar e fomentar o uso dessas fontes alternativas de energia.

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.

Os autores a seguir apresentam argumentos e discussões sobre o atendimento de energia elétrica em comunidades isoladas.

Para Tiago Filho et al (2008), a energia elétrica é, sem dúvida, um fator modificador da vida do homem do campo uma vez que possibilita, através dos equipamentos que aciona, economia de tempo nas atividades rurais, liberando tempo para outras atividades como a educação e o lazer. 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).

Para Souza *apud* Soares Neto (2012), o mercado disperso é composto de comunidades isoladas, sendo caracterizado como um mercado em desenvolvimento, representado por grupos que não possuem o serviço de energia elétrica e que possuem pequenas unidades geradoras a diesel. Além disso, subdivide o mercado disperso em cinco grupos:

- Grupo I: Populações tradicionais como seringueiros e pescadores;
- Grupo II: Populações tradicionais como extrativistas, seringueiros e ribeirinhos que habitam áreas de Reserva Extrativista;
- Grupo III: populações alocadas em áreas de reforma agrária
- Grupo IV: populações de reservas indígenas
- Grupo V: populações que não se enquadram nos grupos anteriores;

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.

ELS (2008) também pontua sobre haver vários argumentos a favor do uso de geração descentralizada. As premissas apresentadas fazem parte da realidade em construção de algumas comunidades que já detém de algum tipo de geração de energia elétrica. Uma comunidade, vilarejo ou vila, quando gera sua própria energia, significa que não precisa importá-la, dinamizando sua economia local, ressaltando que essa comunidade pode até mesmo exportar a energia gerada ou agregar valor à produção com a energia.

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.

De mesmo modo isso é levantado por Tiago Filho et al (2008) que ainda cita uma reação advinda disso:

“A baixa atratividade da eletrificação rural para as concessionárias causa o baixo interesse de implementação da eletrificação rural sob a ótica privada. Como forma de reduzir essa desigualdade, surgiram cooperativas de eletrificação rural, que em conjunto com a participação financeira de governos estaduais e municipais buscavam fornecer eletricidade a pequenos”.

Apesar de o setor elétrico contar com um sem-número de normas, recomendações, manuais de projeto e modelos de gestão de negócio para empreendimentos em energia elétrica, a maioria é voltada para os de grande porte e para sistemas elétricos interligados, (ROSA, 2007 *apud* TIAGO FILHO et al, 2008).

Segundo Tiago Filho et al (2008), o maior número de pessoas que não têm acesso à energia elétrica no meio rural reside na Região Norte, e é nesta região onde se pode considerar que serão encontrados os maiores desafios para universalização da energia, isto devido às dimensões da região, dificuldade de utilização de rede de transmissão e pelo alto índice de pulverização das comunidades, cerca de 2,5 milhões de pessoas, o que corresponde a 62,5% da população rural.

A chegada de energia elétrica às áreas rurais em regiões menos favorecidas, de difícil acesso e baixa renda, proporciona um impacto positivo na melhoria da qualidade de vida e acesso a condições básicas para exercício da cidadania. Atingir esse objetivo significa um avanço no País rumo à sustentabilidade, (PARENTE, 2008).

São encontradas barreiras para o abastecimento de comunidades isoladas na Região Amazônica, em virtude de expandir a rede elétrica, bem como inviabilização técnica e econômica para sua implementação, como a ausência de infraestrutura rodoviária, extensa área geográfica e dispersão populacional, (ELS, 2008) (ELS et al, 2010).

Dentre as diversas alternativas de prover comunidades onde o acesso à energia é dificultado, Els (2008) diz que a principal solução implementada ainda é a geração descentralizada com geração térmica com combustíveis fósseis, a exemplo as milhares de vilas e cidades que na região amazônica são atendidas com grupos motogeradores diesel gerando energia elétrica à noite. Como forma de mitigar o uso de fontes nocivas

ao meio ambiente, são apresentadas tecnologias de geração descentralizadas baseadas em fontes de energia renováveis, podendo ser usadas para atender a povos e populações tradicionais quando a proximidade do recurso natural viabilizar a instalação.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GERAL

Realizar um estudo sobre uma instalação de geração hidrelétrica na Região do Açaizal do Prata, verificando a influência desse empreendimento na vida da população local como uma solução da problemática de geração de energia em comunidades isoladas.

1.2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar o cenário da implementação da microcentral hidrelétrica (μCH) no Açaizal do Prata.
- Analisar o cenário após da chegada das linhas de distribuição de energia do “Luz para Todos” do Ministério de Minas e Energia – MME.
- Mostrar como a implementação da μCH e posteriormente a chegada do “Luz para todos” influenciaram a vida dos comunitários, bem como a economia do lugar e disseminação de conhecimentos;
- Avaliar qualitativamente o funcionamento de equipamentos presentes em uma Unidade Geradora hidrelétrica;
- Verificar o nível de adequação em que essa unidade geradora opera;
- Trazer uma proposta de possíveis melhorias a serem atendidas para que essa unidade possa, minimamente, estar adequada conforme normas atuais de geração de energia elétrica.

1.3 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 (μCH). 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 μCH , 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 hidrelétrica de pequeno porte, tendo como apoio uma Bancada para ensaio de uma turbina 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*, projeto este que tem como título “*Desenvolvimento de Tecnologia em Turbinas Hidráulicas para Geração de Energia na Amazônia*”.

1.4 JUSTIFICATIVA

Há um ponto muito importante que se encaixa exatamente no contexto em que se encontram as várias pequenas unidades hidrelétricas funcionando na Amazônia, e essa por sua vez é levantada por Di Lascio & Barreto (2009), de que as informações sobre elas são escassas.

O estudo do caso da região do Açaizal do Prata a partir da inserção da μCH para suprimento da necessidade elétrica trouxe um impacto significativo para a vida de todas as comunidades envolvidas, no entanto ainda há uma grande deficiência relacionadas à quantidade de informações que não são suficientes.

DI LASCIO & BARRETO (2009) sugerem que seja efetuado um levantamento *in loco* para avaliar de forma efetiva quais estão sendo os custos de operação e manutenção dessas usinas. Levantamento esse que diz respeito à pesquisa de campo, levantamento de informações nas localidades relacionadas, buscando a melhor forma de reunir o maior número de informações possíveis sobre o modo de geração, influência nas atividades dos comunitários, como economia, educação profissionalizante e etc.

Baseado nisso, surgiu a ideia de realizar um estudo sobre uma instalação de geração hidrelétrica nas Comunidades do Açaizal do Prata e verificar como a problemática de geração de energia neste local foi solucionada.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 trata-se de uma breve contextualização sobre o cenário de comunidades isoladas e já apresenta o caso desse trabalho como o tema e problematização, bem como o motivo para a escolha do tema, objetivos, e a metodologia utilizada para o alcance dos resultados almejados.

No capítulo 2 serão abordados assuntos que são conceitos importantes que vão deste a relevância que trata a geração hidráulica como uma boa possibilidade para o atendimento em comunidades isoladas, sob a forma de centrais hidrelétricas (mini e micro), mediante aproveitamento de calhas de rios e igarapés e de outros corpos de água, minimizando o impacto ambiental elevando dessa forma a importância social do projeto além de mencionar, através da literatura pesquisada, que a geração hidráulica, principalmente as centrais de pequeno porte, em especial as microcentrais hidrelétricas como fundamentais ao complexo do parque energético adequando-se devido a sua capilaridade, ao atendimento em comunidades isoladas, sem os impactos sociais e ambientais ocasionados pelas grandes usinas.

Aspectos relativos à **Energia Hidráulica** e ao **Cenário de Inserção de Pequenos Produtores de Energia Elétrica como Solução para Reforçar a Matriz Energética Brasileira** serão relatados, destacando-se as principais contribuições encontradas e também, no tópico, **A Inserção de Micro e Minigeração à Rede Elétrica de Distribuição de uma Concessionária de Energia**, aspectos concernentes aos marcos regulatórios e a forma de conexão entre uma unidade de Geração Distribuída - GD e a rede elétrica serão revisadas.

Outros assuntos, não menos importante, foram acrescentamos ao capítulo para situar a **Classificação e o Cenário das Micro e Minicentraís** perante a legislação brasileira bem como reportar, as opiniões de alguns especialistas sobre a atenção para a necessidade de diversificação da matriz energética mediante o quadro econômico e ambiental, que se colocaram em evidência no Brasil a partir da crise de energia elétrica e do plano de racionamento, vividos em 2001 no país. Encerramos o tópico apresentado: os **elementos de natureza técnica que fazem parte de Microcentrais Geradoras**; as evidências das **Vantagens e das Desvantagens do uso dessas unidades** e, sem profundidade, balanços físicos para a avaliação da quantidade de energia que pode ser produzida por uma Microcentral, por fim uma breve visão da literatura em relação às **Turbinas Hidráulicas para empreendimentos de pequeno porte e sua classificação**.

O capítulo 3 traz a Turbina Indalma como protagonista de energização de várias comunidades (**Turbina Indalma Como Protagonista Na Eletrificação Rural Na Região Oeste Do Pará**) bem como características gerais e seu diferencial. São levantados alguns trabalhos de pesquisa relacionados a ela, como testes para comprovação de seu rendimento envolvendo equipamentos desenvolvidos justamente para meio em que opera.

Ainda neste capítulo, são levantadas as inúmeras comunidades que possuem a implantação de centrais geradoras utilizando a turbina Indalma, mostrando a grande repercussão dessa alternativa e ressaltando a importância de tal feito.

A partir do capítulo 4, consideram-se os resultados adquiridos, apresentando o caso da Região do Açaizal do Prata, bem como os cenários pela qual passou e o atual, destacando as mudanças ocorridas desde a construção da central geradora. Aponta os desafios que foram enfrentados pelos comunitários, os mecanismos utilizados para solucioná-los, e os desafios atuais como também o que está sendo feito para achar a melhor alternativa, mediante o fornecimento de energia.

O capítulo 5 traz consigo o modo como a chegada da μCH influenciou e está influenciando na economia das comunidades pertencentes à região. Aborda também os planos referentes ao destino da energia que não está sendo utilizada no momento.

O detalhamento de todas as partes da microcentral está contido no capítulo 6, bem como a catalogação dos equipamentos eletromecânicos.

O capítulo 7 aborda uma proposta prévia para revitalizar a central. Apesar de abastecer a quase 13 anos as comunidades desse eixo, a microcentral apresenta riscos que comprometem a geração de energia. Esse capítulo abrange em resumo, um estudo

que está sendo desenvolvido para tornar apropriada a mesma de acordo com normas de segurança e possíveis modificações em sua estrutura de modo a melhorar seu funcionamento.

A conclusão e principais discussões sobre as μCH desde sua concepção e a relação que mantém com a região a qual está instalada, a proposta do estudo para revitalização e possível adequação às normas requeridas dos empreendimentos dessa natureza, trabalhos futuros que mostram grande potencial, estão colocados no capítulo 8.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As seções a seguir trarão conceitos e ideias que são de extrema importância para o entendimento do cenário aqui estudado.

2.1 UMA ALTERNATIVA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA DESCENTRALIZADA

A fonte renovável evidenciada aqui será a Hidráulica e é defendida por uma série de autores como alternativa de implementação em comunidades inseridas nos grupos que não possuem energia elétrica.

Para Parente (2008), a geração hidráulica é uma boa possibilidade para o atendimento em comunidades isoladas em forma de centrais hidrelétricas (mini e micro), mediante aproveitamento de calhas de rios e igarapés e de outros corpos de água, minimizando o impacto ambiental, elevando dessa forma a importância social do projeto.

CAMPOS (2007) também menciona a geração hidráulica, principalmente as centrais de pequeno porte, em especial as microcentrais hidrelétricas como fundamentais ao complexo do parque energético adequando-se devido a sua capilaridade, ao atendimento em comunidades isoladas, sem os impactos sociais e ambientais ocasionados pelas grandes usinas, ressaltando também que essas centrais atendem de forma eficaz as necessidades de pequenos povoados e aglomerados que servem de polo de desenvolvimento, resultando em importantes benefícios sociais, ambientais e econômicos.

A ANEEL manifesta-se acerca da geração descentralizada de energia elétrica enfatizando as políticas de estímulo que estão promovendo a crescente participação de

fontes alternativas na matriz energética nacional (Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002 e revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003 que institui o PROINFA) estando neste contexto às pequenas centrais hidrelétricas desempenhando um papel importante.

Sobre a geração descentralizada a partir do uso das energias renováveis, Ciência Hoje *apud* Soares Neto (2012) disserta que quase sempre as comunidades têm fontes locais de energia renovável que podem ser usadas para garantir o seu abastecimento elétrico e aponta o grande potencial hidráulico disponível em seu território em forma de hidroeletricidade, uma das melhores soluções técnica e econômica para a geração de eletricidade.

Nas últimas décadas, o aumento dos preços da energia, combinado com as recentes preocupações ambientais, fez com que o interesse pelas microcentrais aumentasse, visto que essas constituem uma fonte de energia segura e de baixo custo, particularmente em áreas mais remotas, (NOGUEIRA et al, 2007).

Várias iniciativas surgiram por conta da demanda na região Amazônica, e um dos exemplos é a Empresa Indalma, que instalou algumas estruturas em Santarém* e em cidades adjacentes. Nesses locais, foram encontrados pequenos recursos hídricos que revelaram potencial para geração de energia com o uso de microcentrais hidrelétricas compostas de turbinas modificadas artesanalmente a partir do modelo de turbinas Francis (ELS, 2008 *apud* CALIXTO, 2015).

Em Els (2008) outros empreendimentos também surgiram com a mesma proposta, beneficiando um número significativo de famílias dessa região (em torno de 580) com o fornecimento de energia, mas não estão inseridos no setor elétrico brasileiro, caracterizando-se como sistemas isolados.

PARENTE (2008), ao realizar estudos sobre projetos integrados de geração e distribuição de energia elétrica na Amazônia, vê que cada projeto tem sua finalidade e alcance e pode ser visto como a busca do remédio para a oferta de energia elétrica em áreas isoladas.

Na região Oeste do estado do Pará existem várias comunidades que se enquadravam na problemática de não possuir acesso à energia elétrica.

Um caso em especial e que é digno de um olhar mais cauteloso é o caso da região do Açaizal do Prata que abrange quatro comunidades – Fé em Deus, São

* Santarém é uma das principais cidades da região Oeste do estado do Pará

Raimundo, Açaizal e Prata, localizado em uma área de fronteira Santarém/Belterra, com uma distância de aproximadamente 62 km do Centro de Santarém. Segundo a pesquisa realizada, a comunidade até a década de 90 sofria com a falta de acesso a energia elétrica, mas a partir de 2003 houve a implantação de uma geração de energia elétrica advinda de fonte hidráulica descentralizada, de pequeno porte e que permanece até hoje em funcionamento. A iniciativa partiu dos próprios moradores dessa comunidade, que logo conseguiram algumas parcerias para que o projeto desta unidade, mais especificamente uma microcentral hidrelétrica, pudesse ser executado.

Ao contrário de outras comunidades, essa região foi uma das poucas que resistiu ao êxodo rural e conseqüente contribuição para seu não desaparecimento, e a inserção dessa microcentral hidrelétrica foi o estopim para que a situação pudesse ser revertida. Isso será tratado mais especificamente, com o desenvolvimento dos tópicos a seguir deste trabalho.

2.2 ENERGIA HIDRÁULICA E O CENÁRIO DE INSERÇÃO DE PEQUENOS PRODUTORES DE ENERGIA ELÉTRICA COMO SOLUÇÃO PARA REFORÇAR A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Por definição, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANNEL, energia hidráulica resulta da irradiação solar e da energia potencial gravitacional, que provocam a evaporação, condensação e precipitação da água sobre a superfície terrestre. É uma energia renovável que representa uma parcela significativa da matriz energética mundial e possui tecnologias de aproveitamento devidamente consolidadas.

A energia hidráulica para o desenvolvimento do país tem sido expressiva, seja no atendimento das diversas demandas da economia – atividades industriais, agrícolas, comercial e de serviços (ANNEL, 2002). Essa contribuição reflete diretamente na sociedade em forma de melhorias do conforto das habitações e da qualidade de vida das pessoas. Além disso, participa da integração e desenvolvimento de regiões distantes dos grandes centros urbanos e industriais (comunidades isoladas).

Há dois argumentos que de fato são palpáveis para esse tipo de recurso, e referem-se ao baixo custo no suprimento na comparação com outras fontes (carvão, petróleo, urânio e gás natural) reforçando o fato de as usinas hidrelétricas não provocarem a emissão de gases causadores do efeito estufa (ANEEL, 2002).

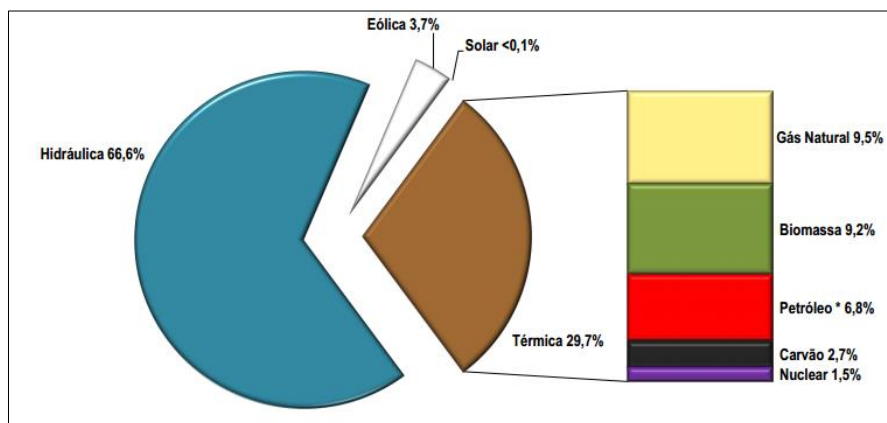
A energia hidráulica como fonte primária para a geração de energia elétrica é a que predomina no Brasil. A existência de grandes potenciais hidráulicos e a busca pela redução no custo de geração fez com que, por muito tempo, essa energia fosse produzida em grandes centrais hidrelétricas, apesar de estas implicarem em um impacto ambiental considerável, resultante da formação do reservatório, (NOGUEIRA et al, 2007).

Da mesma forma, Tolmasquim (2016) também enfatiza que a hidroeletricidade tem sido a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro por várias décadas, tanto pela sua competitividade econômica quanto pela abundância deste recurso energético a nível nacional. Trata-se de uma tecnologia madura e confiável que, no contexto atual de maior preocupação com as emissões de gases de efeito estufa, apresenta a vantagem adicional de ser uma fonte renovável de geração.

A IEA (*International Energy Agency*) apresenta balanços energéticos abrangentes para todos os maiores países produtores e consumidores de energia do mundo, no *Key Worlds Energy Statistics*. Em sua última edição (2016), fornece dados dos maiores produtores de energia hidrelétrica com ano base 2014 e início de 2015, e aponta o Brasil como o terceiro país entre os dez maiores, com 9.4% de toda a produção mundial, atrás somente de Rep. Popular da China (26,7%) e Canadá (9,6%).

De acordo com o Boletim de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro, no mês de janeiro de 2015 a capacidade instalada total de geração de energia elétrica do Brasil atingiu 134.008 MW. Em comparação com o mesmo mês em 2014, houve expansão de 3.277 MW de geração de fonte hidráulica, de 1.429 MW de fontes térmicas e de 2.729 MW de geração eólica, considerando os Ambientes de Contratação Regulada e Livre (ACR e ACL). Esses valores podem ser observados a partir da capacidade instalada (em porcentagem) fiscalizada pela ANNEL, como mostrados na Figura 01.

Figura 1 - Matriz de Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica do Brasil



FONTE: ANEEL (BIG: 30/01/2015)

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE no Anuário Estatístico de Energia Elétrica de ano base 2014 relata que a região Norte em relação ao cenário Nacional de geração de energia elétrica detém 13,7% dessa participação, sendo que 7,10% disso equivalem à geração no Estado do Pará. É interessante ressaltar que a participação das energias renováveis está cada vez mais inserida no cenário de geração de energia elétrica na região, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais existentes.

O Pará é o estado dotado de maior potencial hídrico nacional e exportador de eletricidade, possui seu serviço público de distribuição de energia elétrica sob concessão das Centrais Elétricas do Pará - CELPA, enquanto o mercado de geração hídrica é de domínio das Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte), (BORGES & ZOUAIN, 2010). Ainda assim essa a região possui o maior número de pessoas sem eletricidade.

Direciona-se essa questão para tornar viável economicamente a inserção de pequenos produtores no cenário de geração (incluindo a hidráulica) e comercialização de energia elétrica, e a intensificação no uso das energias renováveis.

A partir dessa premissa, NOGUEIRA et al (2007) discorre sobre benefícios da utilização da energia hidráulica em centrais de pequeno porte:

“A energia é produzida a uma taxa constante; sendo assim, a necessidade de armazenamento em baterias é quase inexistente e a energia está disponível a qualquer hora. Apresentam concepção simplificada, que lhes proporciona baixo custo de implantação e manutenção e facilidade na operação. A tecnologia é de fácil adequação

para fabricação e utilização em países em desenvolvimento ou em áreas remotas”.

São encontradas algumas limitações levantadas ainda por NOGUEIRA et al (2007) a cerca desse tema, pois é uma tecnologia de lugar específico, os locais precisam ser localizados próximos ao ponto onde a energia será utilizada. Como normalmente são instalados em riachos, a potência máxima é limitada e não pode ser aumentada caso haja crescimento da demanda. Há alguns casos em que a potência disponível é reduzida ou inexistente em período de seca. Porém, é o tipo de tecnologia mais adequada para determinados perfis de localidades como as comunidades isoladas.

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).

2.3 A INSERÇÃO DE MICRO E MINIGERAÇÃO À REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA

Uma das questões importantes e que vem sendo discutida com bastante frequência dentro deste tema é a que trata dos critérios e requisitos impostos para uma possível conexão de geradores de centrais de pequeno porte à linha de transmissão de uma concessionária de energia.

A apresentação deste tópico é necessária, pois 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.

Desse modo é importante também fazer um pequeno estudo sobre a geração conectada à rede, além de somente sistemas isolados.

Para regulamentar a forma como esses agentes geradores de energia distribuída conectam-se ao sistema, cada concessionária, em sua área de atuação, dispõe de instruções normativas baseando-se nas normas técnicas da ANNEEL que visam apresentar os requisitos básicos que o agente gerador deve atender para conectar às suas redes de distribuição, (COPEL, 2006) (CELESC, 2006) (COPEL, 2008) (CELPA; CEMAR, 2014).

A Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL, classificava de três formas: Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW de potência instalada), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, acima de 1 MW até 30 MW de potência instalada) e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW).

A Resolução Normativa nº 482/2012 “Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências”. No entanto, essa Resolução vem sendo constantemente modificada desde 2012. Em 24 de Novembro de 2015, a Diretoria da ANEEL aprovou alterações que aprimoram essa resolução, de forma a tornar o processo de conexão dos micro e minigeradores distribuídos mais simples e rápido, além de aumentar o público alvo.

Na audiência Pública realizada pela ANEEL em 24/11/15, foi aprovada a Resolução Normativa nº 687, que altera a REN 482 de 17 de Abril de 2012. A Resolução ainda é mesma, porém com alguns artigos modificados pela REN 687.

Segundo as alterações previstas pela ANEEL, destacam-se a permissão do uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 kW e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW (sendo 3 MW para a fonte hídrica), conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

A partir dessa alteração torna-se mais fácil para que pessoas e empresas possam produzir sua própria energia, a partir de fontes renováveis e assim também acessar o sistema de distribuição de energia elétrica.

São apresentadas a seguir, importantes melhorias advindas dessas resoluções e suas alterações. Deve-se ressaltar que entraram em vigor em 01 de Março de 2016. Dentre as principais, destacam-se:

- 1) Estabelecimento das modalidades de autoconsumo remoto e geração compartilhada (a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores);
- 2) Possibilidades de compensação de créditos de energia entre matrizes e filiais de grupos empresariais;
- 3) Sistemas de geração distribuída condominiais (pessoas físicas e jurídicas);
- 4) Ampliação da potência de minigeração de 1 MW para 5 MW;

- 5) Ampliação da duração dos créditos de energia elétrica de 36 meses para 60 meses;
- 6) Redução dos prazos de tramitação de pedidos junto às distribuidoras;
- 7) Padronização dos formulários de pedidos de acesso para todo território Nacional;
- 8) Submissão e acompanhamento de novos pedidos pela internet a partir de 2017;
- 9) Correção de obstáculos criados com pedidos de alteração de padrão de entrada, de acordo com a nova redação do PRODIST:

Há algumas considerações acerca do item 2 que é importante frisar, quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor ficará com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes (autoconsumo remoto).

A ANEEL cria a figura da “geração compartilhada”, para possibilitar que diversos interessados se unam em um consórcio ou em uma cooperativa, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados, citada no item 1.

Além disso, o prazo total para a distribuidora conectar usinas de até 75 kW, que era de 82 dias, foi reduzido para 34 dias.

Para maiores esclarecimentos referentes à compensação de créditos de energia, a REN 687 traz consigo o detalhamento de como seria esse possível funcionamento.

A compensação de energia é conceituada pela Resolução Normativa de nº 482/2012 (alterada pela Resolução Normativa de nº 687/2015) como a energia ativa no sistema de distribuição por uma unidade consumidora que é cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa possuindo um prazo que antes era de 3 anos, agora para 60 meses (5 anos) para ser consumida. Como pode ser entendido, esse conceito caracteriza-se como uma troca de energia, basicamente.

O faturamento de unidade consumidora que integra o sistema de compensação de energia elétrica inclui vários procedimentos que estará de acordo com determinadas situações, estão listados no artigo sétimo da resolução em questão.

Na unidade consumidora onde se localiza uma microgeração distribuída, a energia elétrica ativa que será faturada, consiste na energia consumida, ou seja, a energia injetada e se houver excedente de energia acumulada em ciclos de faturamentos

anteriores, por posto tarifário, se for o caso. As componentes da tarifa devem ser contabilizadas em R\$/MWh.

Quando a energia injetada for superior à energia consumida, esse excedente de energia será calculado como a diferença entre o montante de energia injetada e o montante de energia consumida. Esse montante de energia ativa injetada também pode ser utilizado para compensar o consumo de outras unidades consumidoras, caso não tenha sido compensado na própria unidade consumidora e compreende os diferentes tipos de empreendimentos que a compensação de energia abrange.

A compensação elétrica sempre será feita primeiramente no posto tarifário onde ocorre a geração e depois nos demais postos.

A porcentagem de energia excedente para cada unidade consumidora que participa do sistema de compensação de energia deve ser decidida pela unidade onde se localiza a mini ou microcentral distribuída.

Quando a compensação de determinada unidade encerra – se dentro do mesmo ciclo de faturamento, os créditos devem permanecer na mesma unidade. Se o faturamento acontecer em modalidade convencional[†], os créditos serão considerados fora do período de ponta e deverão ser utilizados em outra unidade consumidora.

De acordo com Módulo 3 do PRODIST - Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, são necessárias algumas etapas para a viabilização da conexão ao sistema de compensação de créditos de energia elétrica.

A maior questão de interesse e que se encaixa na Geração Distribuída de pequeno porte, está detalhada na seção 3.7 desse módulo (Módulo 3).

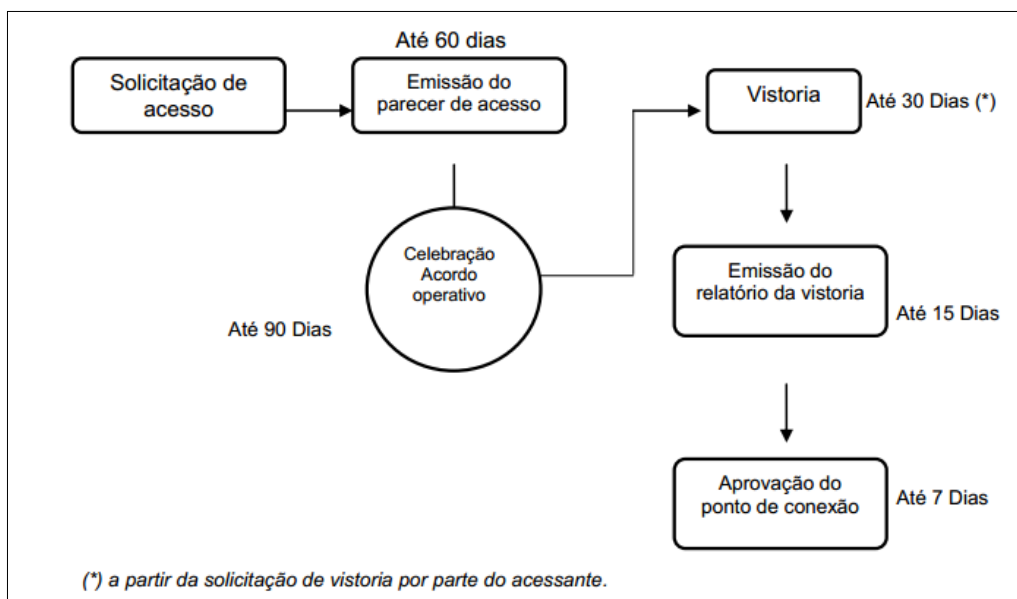
Esta seção do módulo 3 trata do Acesso de Micro e Minigeração Distribuída e tem como objetivo descrever os procedimentos para o acesso dessas centrais que participam do Sistema de Compensação de Energia Elétrica ao Sistemas de distribuição.

A partir desta seção, é possível observar uma maior flexibilidade ao se tratar de centrais de pequeno porte, visto que para a central geradora classificada como micro ou minigeração, são obrigatórias apenas as etapas de solicitação de acesso e parecer de acesso, sendo facultadas a consulta de acesso e a informação de acesso. A Figura 02 foi retirada da Nota técnica emitida pela ANNEL que trata das etapas de conexão e

[†] Também chamada de modalidade tarifária Convencional Binômica, aplicada às unidades consumidoras do grupo A (alta tensão) caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia. Esta modalidade será extinta a partir da revisão tarifária da distribuidora, segundo a ANEEL.

requisitos para o sistema de conexão, que é disponibilizada para as concessionárias de energia elétrica.

Figura 2 - Etapas de acesso dos micro e minigeradores ao Sistema de Distribuição da CELPA



FONTE: CELPA, CEMAR (2014).

De acordo com o Art. 7º da REN 687 que altera o Art. 8º da REN 482, o custo de adequação do sistema de medição de uma microgeração distribuída é de responsabilidade da Distribuidora, enquanto que para uma minigeração distribuída e compartilhada, a responsabilidade técnica e financeira é do interessado. Esses custos se referem à diferença entre os custos dos componentes do sistema de medição que são requeridos para o sistema de compensação de energia elétrica e os componentes do sistema de medição utilizados nas unidades consumidoras do mesmo nível de tensão.

A REN 687 também altera o Art. 10 da REN 482 através do Art. 8, que atribui a Distribuidora a responsabilidade de adequar o sistema de medição e de dar início ao sistema de compensação de acordo com os prazos que já foram decididos nos processos para a possível conexão (etapas para viabilização), (REN 687, PRODIST-Módulo 3).

É de responsabilidade da Distribuidora também de reunir todas as informações das unidades consumidoras envolvidas na compensação e registrar junto à ANEEL. Para isso é cedido um modelo de formulário de acesso para geração distribuída que cada distribuidora deve adotar.

No que se refere ao sistema de medição, deve atender às mesmas especificações exigidas para unidades consumidoras conectadas no mesmo nível de tensão de micro ou

minigeração distribuída, acrescido da funcionalidade de medição bidirecional de energia elétrica ativa. E constando que para esse tipo de conexão de geração distribuída, em unidade consumidora existente sem a necessidade de aumento da potência disponibilizada, a distribuidora não pode exigir adequação do padrão de entrada da unidade consumidora em função da substituição do sistema de medição existente, exceto se for constatado irregularidades referente ao não cumprimento das normas e padrões técnicos, ou inviabilidade para se instalar um novo sistema de medição (seção 3.7 do PRODIST-ANEEL).

2.4 CLASSIFICAÇÃO E CENÁRIO DAS MICRO E MINICENTRAIS

A microgeração é a produção de energia elétrica através de instalações de pequena escala usando fontes renováveis.

Entre as diferentes fontes de energias renováveis destaca-se a hidroeletricidade, através das μ CH e mCH e das unidades hidrocinéticas que, além de ser uma energia renovável e não poluente, com elas se evita o custo das linhas de transmissão (TIAGO FILHO et al, 2008).

As μ CH's e as mCH's compõem sistemas simplificados de geração de energia elétrica, muito mais simples que os das centrais hidrelétricas, o que faz com que as ações necessárias para sua implementação sejam diferentes em relação às grandes centrais, (TIAGO FILHO et al, 2008).

A ANEEL classificava as pequenas centrais geradoras pela potência instalada, Segundo a Portaria Nº 136, de 6 de outubro de 1987, do DNAEE e a resolução Nº 394 da ANEEL, bem como a Resolução Normativa 482 de 2012 , como sugere a Figura 03.

Figura 3 - Classificação das centrais hidrelétricas quanto à potência segundo a ANEEL e DNAEE

CLASSIFICAÇÃO	SIGLA	FAIXA DE POTÊNCIA (KW)		
		DNAEE	ANEEL	PROPOSTA CERPCH
Picocentral Hidrelétrica	π CH	Até 5	-	Até 5
Microcentral Hidrelétrica	μ CH	De 5 até 100	-	De 5 a 100
Minicentral Hidrelétrica	mCH	De 100 até 1000	-	De 100 a 1000
Pequena Central Hidrelétrica	PCH	De 1000 até 10000	1 a 30.000	1 a 30.000

FONTES: ANEEL, 1998.

De acordo com as novas alterações da ANEEL pela Resolução Normativa 687, classifica as Centrais geradoras hidrelétricas - CGH de acordo com a potência instalada:

Tabela 1: Classificação das Centrais quanto à Potência Instalada.

Classificação das Centrais	Potência P (kW)
MICRO	$P \leq 75$
MINI	$75 < P \leq 5000$ (≤ 3000 para fonte hídrica)

Fonte: Informações fornecidas pela ANEEL.

A microgeração se classificará em termos de $P \leq 75$ kW, enquanto que a minigeração pode ser conceituada, então, como a central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e não mais a partir de 100 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

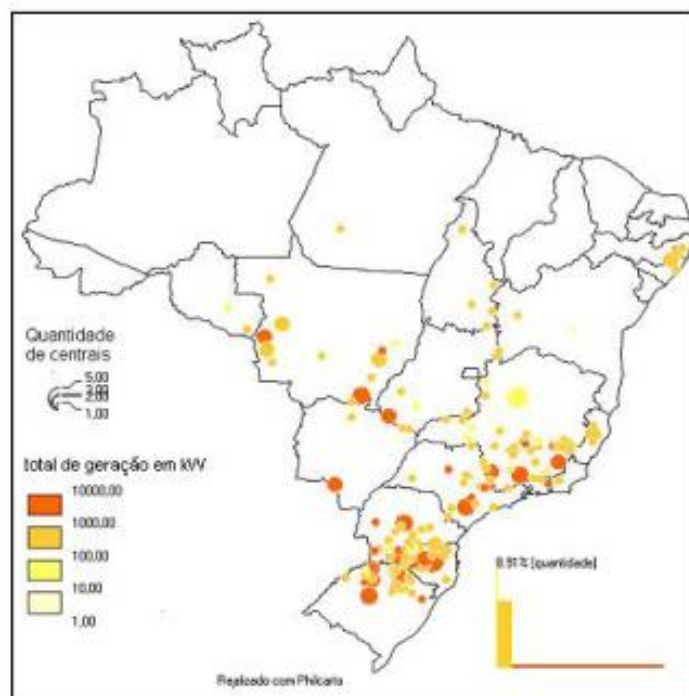
De acordo com Tiago Filho et al (2008), o esperado com a implantação das micro e minicentrais na região Amazônica de uma forma sustentável, administrada dentro de um ambiente sinérgico e equilibrado, através do uso produtivo da eletricidade é que

gere impactos positivos sob pilares de inclusão social, prudência ambiental e viabilidade econômica.

A primeira geração descentralizada de energia elétrica com fonte renovável em forma de microcentral hidrelétrica, que se tem registro numa comunidade tradicional na Amazônia, foi realizada no Suriname (Amazônia) em 1981, que foi chamada de Puketi, como é registrado por Els (2008), sendo uma experiência que funcionou por aproximadamente 6 anos e depois foi abandonada por dificuldades em assistência técnica adequada.

O uso de CGH (centrais geradoras hidrelétricas) não é um assunto novo, como é colocado por Els (2008), é um assunto considerado bem difundido no Brasil, porém, apresenta sua aplicação concentrada na região Sul e Sudeste. ELS elaborou uma espécie de mapa da distribuição e quantidade de CGH no Brasil com base no ano de 2007, a partir de dados disponibilizados pelo BIG (Banco de informações de Geração), como pode ser visualizado na Figura 04.

Figura 4 - Quantidade e distribuição de CGH's em 2007 no Brasil



FONTE: ELS (2008).

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).

NOGUEIRA et al (2007), ainda lista o que onde pode ser justificada a implantação de um empreendimento desse tipo:

- Nas propriedades que se encontram localizadas distantes das redes de distribuição de eletricidade das concessionárias;
- Nas fazendas onde o consumo de energia elétrica é elevado;
- Nas propriedades onde se deseja abastecimento em rede trifásica e a concessionária só atende em rede monofásica. A vantagem das linhas trifásicas é a de permitirem o acionamento de motores trifásicos, que são mais baratos que os monofásicos, demandam menores custos de manutenção e, são encontrados com maiores potências;
- Para atender a povoados e comunidades rurais, cujos habitantes possuem baixa qualidade de vida;
- Para a inserção social, com uso da energia na melhoria das condições das atividades produtivas de uma fazenda ou de uma comunidade;
- Para atendimento a programas de universalização do uso da energia elétrica, etc;

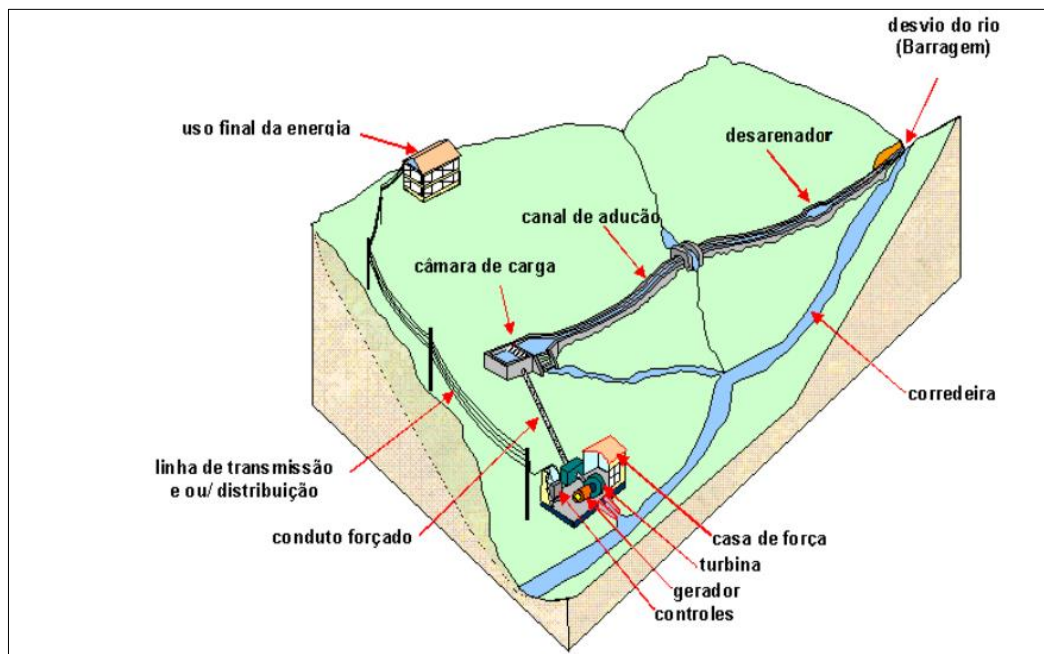
TIAGO FILHO et al (2008) ainda sob essa perspectiva enxerga a importância de definir uma linha de atuação a partir de um diagnóstico amplo. Quanto mais apurado esse diagnóstico dessas áreas, melhores serão as chances de fazer gerar resultados satisfatórios para a comunidade, levando-se em consideração as seguintes áreas-chaves:

- Organização e estrutura;
- Estratégia da comunidade;
- Recursos Humanos;
- Recursos materiais locais;
- Gestão financeira;
- Vendas;
- Nível de competitividade (qualidade e produtividade);

2.5 COMPONENTES DE MICROCENTRAIS GERADORAS

Para uma central o projeto prevê os componentes: barragem, tomada d'água, sistema de adução, câmara de carga, conduto forçado e casa de máquinas, o que basicamente sugere a ilustração da Figura 05.

Figura 5 - Principais componentes de uma microcentral hidrelétrica



FONTE: CERPCH (2006).

Conceituando sinteticamente, temos:

Barragem/Represa:

É a estrutura componente do aproveitamento responsável por criar um desnível hidráulico localizado. Assim sendo a barragem deve elevar o nível das águas do rio, permitindo o afogamento da tomada de água. No caso de microcentrais, a altura da barragem prevista é da ordem de 3 metros. A barragem tem altura reduzida e geralmente é construída em trechos encachoeirados do rio onde já existe uma variação de cotas de fundo entre início e final do trecho, que permita o aproveitamento da queda natural para produzir a queda desejada. O tipo da barragem deve ser escolhido em função das características dos materiais disponíveis e levando em conta o balanceamento dos mesmos no aproveitamento integrado de todas as obras (DNAEE & ELETROBRÁS, 1985) (ELETROBRÁS, 2000).

Represas, que são estruturas menores, e simplesmente “selam” e regularizam o leito do rio elevando o nível de montante e possibilitando o desvio da água do rio para a tomada d'água (NOGUEIRA et al, 2007).

As barragens raramente são construídas somente para uma microcentral, mas algumas vezes, uma pequena barragem é integrada a uma microcentral de geração de energia para o controle de cheias e para o uso com sistemas de irrigação. Em alguns casos, essas barragens de microcentrais são adaptadas para suprimento de água, ou utilizadas para fornecer uma vazão “remanescente”, ou seja, a vazão mínima especificada pelos comitês reguladores para salvaguardar peixes e plantas que estão à jusante (abaixo) da barragem, (NOGUEIRA et al, 2007).

Vertedouro:

Tem a função de proteger a barragem e as demais partes nas ocasiões de chuvas intensas e águas altas, permitindo o escoamento das cheias com segurança. São dimensionados com as informações sobre a frequência e intensidade das maiores cheias registradas. Com um tratamento estatístico é possível prever, associado a um certo risco, um valor de cheia máximo, (NOGUEIRA et al, 2007).

Dependendo do porte da obra, geralmente, nos projetos de PCH podem ser definidos três tipos básicos de solução para extravasamento do excesso de água afluente ao local do aproveitamento (ELETROBRAS, 2000):

- Por um canal lateral, em cota elevada em relação ao leito natural do rio, com soleira vertedoura a jusante;
- Por sobre o próprio corpo da barragem, ao longo de toda a extensão da crista ou parte dela;
- Através da combinação dos tipos acima citados;

A melhor solução dependerá das condições topográficas e geológico-geotécnicas de cada local, que condicionam a definição do arranjo geral das obras e da vazão de projeto do vertedouro.

Tomada d'água:

É a estrutura civil responsável por captar a água de montante e levá-la até o sistema de adução, regular a vazão de entrada e retirar os detritos, folhas e galhos carregados pelo curso d'água. Normalmente é projetada para receber os seguintes acessórios: comporta de controle, uma seção de desarenação, comporta desarenadora e uma grade grossa, (NOGUEIRA et al, 2007).

Câmara de Carga:

Para a Eletrobrás a câmara de carga é a estrutura, posicionada entre o canal de adução e a tomada d'água propriamente dita, destinada a promover a transição entre o

escoamento a superfície livre, no canal de adução, e o escoamento sob pressão no conduto forçado.

A câmara de carga tem a finalidade de dimensionar sua estrutura e os equipamentos mecânicos de proteção e fechamento iguais à tomada d'água. Dependendo das condições topogeológicas do terreno, a tomada d'água que capta no rio a água necessária para movimentar a turbina, pode descarregar a água em um canal aberto de adução ou em uma tubulação de baixa pressão, que conduzem a água até um ponto mais conveniente para a instalação da tubulação forçada, (ELETROBRAS & DNAEE, 1985).

Sistema de adução:

Nos casos dos aproveitamentos por derivação, quando é aproveitada a conformação topográfica de uma queda natural e a barragem tem por objetivo apenas garantir o afogamento da boca da estrutura de captação, torna-se geralmente necessária a utilização de um canal de adução ou uma tubulação ligando a tomada d'água de captação até a câmara de carga, a qual por sua vez acopla-se à tubulação forçada, (ELETROBRAS & DNAEE, 1985).

A escolha da seção típica mais adequada para o canal vai depender das condições topográficas e geológico-geotécnicas da ombreira em cada local onde o canal será implantado. Poderão ser adotados canais trapezoidais, em solo, ou retangulares, em rocha, ou sem revestimento, (ELETROBRAS, 2000).

Normalmente é constituído por um trecho com pequena declividade (baixa pressão), com um canal aberto ou uma tubulação de baixa pressão e por um trecho com declividade mais acentuada (alta pressão), ou conduto forçado, esse sempre construído com tubos. Na maior parte dos casos, na transição entre o trecho de alta e o de baixa pressão é colocada uma câmara de carga. Quando o comprimento do conduto forçado é muito elevado é necessário usar as chaminés de equilíbrio (NOGUEIRA et al, 2007).

Casa de Máquinas:

A casa de máquinas é a edificação que abriga os grupos geradores destinados à produção de energia elétrica, bem como os equipamentos auxiliares necessários ao funcionamento da central hidrelétrica. É a parte principal da central hidrelétrica, dela partem as linhas da rede elétrica; nela estão concentrados os indicadores; dispositivos de proteção; e quadro de controle, (ELETROBRAS & DNAEE, 1985).

No interior da casa de máquinas é que estão abrigados a turbina, o gerador (ou o moinho ou qualquer outro equipamento) e o sistema de comando e controle.

Normalmente a casa de máquinas deve ficar situada um pouco acima do nível de cheia do rio. Em centrais maiores, ela pode ser uma edificação com duas ou três salas para abrigar os equipamentos eletromecânicos e oferecer acomodação para os operadores, (NOGUEIRA et al, 2007).

Canal de Fuga:

O canal de fuga, a jusante do tubo de sucção, entre a casa e o rio, é o canal através do qual a vazão turbinada é restituída ao rio. O dimensionamento de sua geometria será sempre condicionado pelo tipo e dimensões da casa de força e pela distância entre a casa de força e o rio, (ELETROBRAS, 2000).

Em outras palavras, é a estrutura que faz a recondução da água ao rio após a passagem pela turbina, (ELETROBRAS & DNAEE, 1985).

Equipamentos eletromecânicos necessários em um grupo gerador:

- Geradores elétricos

Basicamente os geradores são responsáveis por transformarem energia mecânica, que é fornecida por uma turbina, em energia elétrica. Possuem rendimento da ordem de 85% a 90% para a faixa de potência de microcentrais. A grande maioria dos geradores utilizados em microcentrais é do tipo síncrono, que faz justamente a conversão de energia mecânica em elétrica, apesar de também serem usados geradores de indução, que na verdade são motores de indução operando como geradores. Nesse caso é necessário acoplar ao motor um banco de capacitores para a formação do campo magnético necessário para a geração de energia elétrica. Embora os geradores de indução apresentem custo de inicial de manutenção menor, os geradores síncronos, são mais caros, porém apresentam maior eficiência, além de dispositivo que permita controle da velocidade (regulador de carga). Quando se trata de um gerador acionado por uma turbina hidráulica, por exemplo, deve ser aumentada a quantidade de água que passa pela turbina, (NOGUEIRA et al, 2007).

A maioria dos sistemas de distribuição de energia em todo o mundo utilizam geradores do tipo trifásico, ou seja, os consumidores residenciais poderão ser alimentados com três fases (com três circuitos no estator) dos sistemas trifásicos, com duas das fases ou apenas uma delas, (STANIO JUNIOR et al, 2007).

Para funcionarem, os geradores síncronos precisam de um sistema de excitação, responsável pela produção do campo magnético necessário para a geração de tensão. Os geradores de menor potência são do tipo autorregulado, nos quais a energia para excitação provém de uma amostra da própria tensão gerada. Esse sistema de excitação

possui baixo custo, porém não possui um bom desempenho. Quando se trata do nível de potência das microcentrais, é normal a opção por geração em baixa-tensão, geralmente no nível de 220/127 (V), que é a tensão padronizada da maioria dos equipamentos elétricos e eletrônicos existentes, (NOGUEIRA et al, 2007).

Figura 6 - Modelo de gerador utilizado em microcentrais



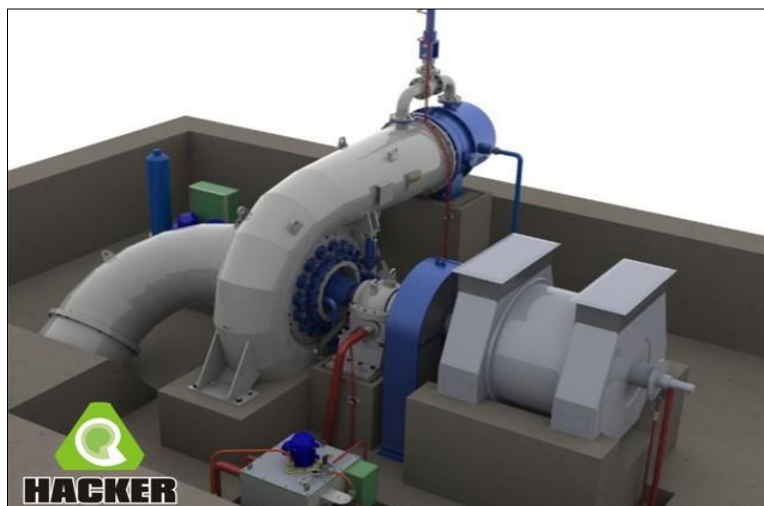
FONTE: GRUPO BAMBOZZI, (2006-2011) (Divulgação)

- Reguladores de Velocidade

Eles são necessário para manter constante a velocidade de rotação do conjunto gerador, mantendo assim a frequência de tensão gerada, (STANIO JUNIOR et al, 2007) (NOGUEIRA et al, 2007). A regulação da velocidade pode ser feita ajustando-se a quantidade de água que passa pela turbina ou ainda mantendo-se constante a quantidade de água e a potência elétrica da carga conectada nos terminais do gerador (controlador de carga). A opção de regulador de carga é adequada apenas para pequenas potências de geração, da ordem de até 20 (kW).

Os reguladores de velocidade são uma combinação de dispositivos e de mecanismos que detectam os desvios da velocidade e os convertem em uma mudança na posição de um servomotor. Quando o elemento sensor de velocidade detecta o desvio do ponto ajustado; este sinal de desvio é convertido e amplificado para excitar um atuador, hidráulico ou elétrico, que controla o fluxo de água que passa pela turbina, (NOGUEIRA et al, 2007).

Figura 7 - Dispositivo de controle de velocidade presente, na turbina



FONTE: HACKER GERAÇÃO, (201-) (Divulgação)

- Chaveamento e proteção

Esse sistema deve ser instalado entre o gerador e a carga, ou entre o gerador e o transformador. É equipamento de manobra que permite a ligação e o desligamento manual do gerador, bem como seu desligamento automático quando houver sobrecarga ou curto-circuito (NOGUEIRA et al, 2007).

Para microcentrais são utilizados normalmente disjuntores de baixa-tensão em caixa moldada, que são equipamentos robustos, e que apresentam boa segurança operacional e baixo custo. A corrente nominal do disjuntor deve ser igual ou ligeiramente superior à corrente nominal do gerador, (NOGUEIRA et al, 2007).

Figura 8 - Exemplos de dispositivos de chaveamento e proteção



FONTE: C4SOLAR (2017) (Digulgação).

- Transformadores elevadores

Basicamente o transformador é utilizado para mudar níveis de tensão. Se ele eleva o nível de tensão ele é chamado de Transformador elevador, quando reduz o nível de tensão ele é chamado de Transformador Abaixador. Devem ser utilizadas tensões mais elevadas se houver uma distância grande entre o gerador e as cargas, para que diminua a corrente e também as perdas e quedas de tensão, (STANIO JUNIOR et al, 2007) (NOGUEIRA et al, 2007).

Para microcentrais dar-se preferência à utilização de transformadores com tensão secundária de 13,8 Kv, que é uma tensão padronizada para redes de distribuição. Esses transformadores são construídos para instalação ao tempo, permitindo com que sejam montados em um poste no lado externo da casa de máquinas, proporcionando uma instalação simples, de baixo custo e segura, (NOGUEIRA et al, 2007).

Para o dimensionamento do transformador recomenda-se a escolha da potência do transformador igual à potência máxima do gerador, em kVA. A tensão nominal do primário deve ser igual à tensão no gerador, e a tensão nominal do secundário igual à tensão adotada para a linha. O transformador não deve utilizar fluido isolante que seja tóxico e poluente, (ELETROBRÁS & DNAEE, 1985).

Figura 9 - Exemplo de transformadores



FONTE: MUNDO DA ELÉTRICA, (2017) (Divulgação).

- Subestação e Linhas de transmissão

De acordo com o manual para microcentrais hidrelétricas da Eletrobrás e DNAEE (1985), as subestações para microcentrais hidrelétricas devem ser instaladas junto à casa de máquinas.

A linha de transmissão é responsável pelo transporte da energia gerada até o ponto de consumo. Tratando-se de linhas aéreas de transmissão, tanto em baixa-tensão quanto

em média-tensão é recomendada a utilização de cabos de alumínio nu, por serem mais baratos e mais leves, (NOGUEIRA et al, 2007).

Figura 10 - Linhas de Transmissão de energia



FONTE: JBT TELECOM (2017) (Divulgação).

2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS MICROCENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Resumidamente são apresentadas algumas vantagens e limitações na cartilha de microcentrais hidrelétricas, encontrados em (NOGUEIRA et al, 2007).

Vantagens:

- Como não há grandes barragens ou grandes obras hidráulicas, grandes alagamentos, problemas enfrentados pelas grandes usinas hidrelétricas, como deslocamento de populações e estratificação dos reservatórios, são evitados;
- Para esse tipo de alternativa os custos totais são menores se comparados às outras fontes;
- Não é necessário o uso de combustíveis;
- A manutenção é bastante simples, pois apresenta uma concepção simples. Resumem-se na lubrificação periódica dos rolamentos e na substituição de correias de transmissão, quando necessário, alguns trabalhos de conservação das estruturas, como pintura e limpeza. Desse modo o custo de manutenção é baixo;
- Tecnologia robusta, apresentando vida útil elevada, cerca de 20 anos, podendo atingir cerca de 50 ou 60 anos, sem maiores investimentos;

- Essas centrais não emitem dióxido de Carbono (CO₂), ou qualquer outro resíduo que seja prejudicial à saúde;
- São silenciosas e trabalham com uma perda de calor reduzida;
- É uma tecnologia antiga e sendo, portanto bem dominada e estabelecida;

Desvantagens:

- É uma tecnologia de local específico, sendo necessários locais com as características requeridas, ou seja, locais próximos ao ponto onde a energia será utilizada.
- Por serem instalados em pequenos riachos, ou qualquer pequena queda, a potência máxima é limitada caso haja aumento da demanda
- Há lugares em que em período de seca a potência disponível é reduzida ou inexistente;

Apesar de A Agência Nacional de Energia Elétrica classificar como pequenos os impactos ambientais se comparados ao impactos de natureza das grandes usinas hidrelétricas, motivo pelo qual torna esses pequenos negócios interessantes ambientalmente, esses impactos necessitam ser estudados, como é realizado para as PCH's. Para Centrais hidrelétricas classificadas como micro e mini, os impactos são consideravelmente reduzidos.

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA n° 1 de 23 de Janeiro de 1986, conceitua o impacto ambiental a partir do art.1°:

“Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causando por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam:

I – a saúde, ou segurança e o bem-estar da população;

II – as atividades sociais e econômicas;

III – a biota;

IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V – a qualidade dos recursos ambientais.”

Seguindo essa resolução, o art.2° trata das atividades de licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente que necessitam de elaboração de Estudo de Impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, submetidos à aprovação do órgão estadual competente e da Secretaria Especial do Meio Ambiente –

SEMA em caráter supletivo. O inciso VII deste artigo classifica obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem ou irrigação, abertura de canais, retificação de cursos d'água, abertura de barras embocaduras, transposição de bacias, diques, como dependentes desses estudos. Assim também como é reforçada no inciso XI, a dependência desses estudos para usinas de geração de eletricidades para qualquer que seja a fonte de energia primária apenas acima de 10 MW.

De acordo com a classificação de centrais geradoras hidrelétricas a partir da ANEEL, ficariam isentas dessa determinação as microcentrais e minicentrais, seguindo esta resolução. De qualquer modo é importante analisar esses impactos, por menores que sejam antes de qualquer implantação de empreendimentos dessa natureza.

2.7 PRINCÍPIOS IMPORTANTES PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE TURBINAS HIDRÁULICAS

Alguns conceitos sobre energia hidráulica e suas derivações são necessários para que esse estudo se torne mais robusto.

Potência Hidráulica

A energia que é naturalmente dissipada em um curso d'água quando este escoar através de um desnível topográfico é chamada de potência hidráulica (Nogueira et al, 2007) ou também a potência fornecida à uma turbina pelo fluido que é igual ao peso específico γ vezes a vazão volumétrica Q vezes o valor da altura líquida de carga H , encontrado na NBR 228 (ABNT, 1990). Temos a Equação 01:

$$P_h = \gamma \cdot Q \cdot H \quad (1)$$

H é a altura de queda líquida, sendo a energia hidráulica, ou altura líquida de carga disponível na turbina, enquanto que γ é denotado como sendo o produto da massa específica da água (ρ) pela aceleração da gravidade (g).

A unidade de medida, para cada grandeza física, é dada pela tabela abaixo:

Tabela 2: Grandezas e suas respectivas unidades

Grandeza	Unidade de medida
----------	-------------------

P_h (Pot. hidráulica)	kW
ρ (massa específica H_2O)	kg/m^3
g (aceleração da gravidade)	m/s^2
H (alt. queda líquida)	m
Q (vazão vol.)	m^3/s

FONTE: Próprio autor

Potência de Eixo

É a Potência necessária para acionar o gerador, e pode ser determinada pela Equação 02:

$$P_e = \omega \cdot \tau \quad (2)$$

Onde τ ($N.m$) (N . é o momento do motor (torque), fornecido pelo eixo da turbina e ω ($rad.s^{-1}$) é o número de rotações.

Rendimento da Turbina

Pode-se obter sinteticamente o rendimento a partir de Fox (2012) ou White (2011), pela razão entre a potência de eixo e a potência hidráulica da turbina, temos então a Equação 03:

$$\eta = \frac{P_e}{P_h} \quad (3)$$

Potência do Gerador

A potência do gerador é determinada após o cálculo da potência disponível no eixo da turbina (ELETROBRÁS, 2000), dado pela Equação 04:

$$P_G = P_e \cdot \left(\frac{\eta_G}{\cos\phi} \right) \quad (4)$$

Onde, P_G é a potência do gerador em kVA, η_G é o rendimento do gerador, e $\cos\phi$ é o fator de potência do gerador.

Rendimento do Gerador

O rendimento do gerador deve ser obtido junto ao fabricante do equipamento. Na falta de informações, podem ser utilizados os seguintes valores (ELETROBRÁS, 2000):

- 96% para geradores até 1 MVA;
- 97% para geradores até 10 MVA;
- 98% para geradores até 30 MVA.

2.8 TURBINAS HIDRÁULICAS PARA EMPREENDIMENTOS DE PEQUENO PORTE E SUA CLASSIFICAÇÃO

Segundo Nogueira et al (2007), as turbinas hidráulicas, basicamente, sendo elas pequenas ou grandes, são classificadas como turbomáquinas motrizes de fluxo contínuo que operam segundo o princípio da ação ou da reação, como é conceituado:

Turbinas de ação - a energia hidráulica disponível é transformada em energia cinética para, depois de incidir nas pás do rotor, transformar-se em mecânica: tudo isto ocorre à pressão atmosférica. Classificam-se como turbinas de ação: as turbinas Pelton com um ou mais jatos, a turbina de Fluxo Cruzado, Michell–Banki, e a turbina Turgo.

Turbinas de reação - o rotor é completamente submerso na água. Com o escoamento da água, ocorre uma variação de pressão e de velocidade no escoamento, entre a entrada e a saída do rotor. O uso do tubo de sucção é uma característica importante das turbinas de reação. Esse tubo permite a recuperação de parte da energia cinética da água que deixa o rotor. A soma das energias cinética e de pressão, na saída da turbina é menor quando há o tubo de sucção instalado. Exemplos desse tipo são: a turbina Francis, a hélice e a Kaplan com suas variantes.

TIAGO FILHO et al (2008), reforça o conceito de que as turbinas hidráulicas são máquinas motrizes que transformam a energia hidráulica em mecânica, que é o torque com o qual o eixo da máquina gira. Além de também classificar as turbinas quanto à forma de transformação de energia (ação ou reação), classifica as turbinas quanto à trajetória da água no rotor, como radial, axial, e tangencial:

Radial – Quando o fluxo d’água que passa pelas pás do rotor se efetua na direção na direção radial, a exemplo a turbina Francis.

Axial – Quando o fluxo d’água que passa pelas pás do rotor toma a direção do eixo da máquina. As turbinas axiais são constituídas basicamente por um rotor em forma de hélice que, conforme o caso pode ter pás fias (turbinas hélice) ou pás móveis, ajustáveis (turbinas Kaplan).

Tangencial – Quando a água incide nas pás na direção tangencial ao rotor, a exemplo a turbina Pelton.

Conforme Macintyre (1983) as turbinas convencionais empregadas em usinas hidrelétricas de pequeno porte podem ser do tipo Francis, Pelton e Axiais (hélices, Kaplan, Tubulares, Bulbo). As turbinas Kaplan, Francis e Pelton são consideradas já

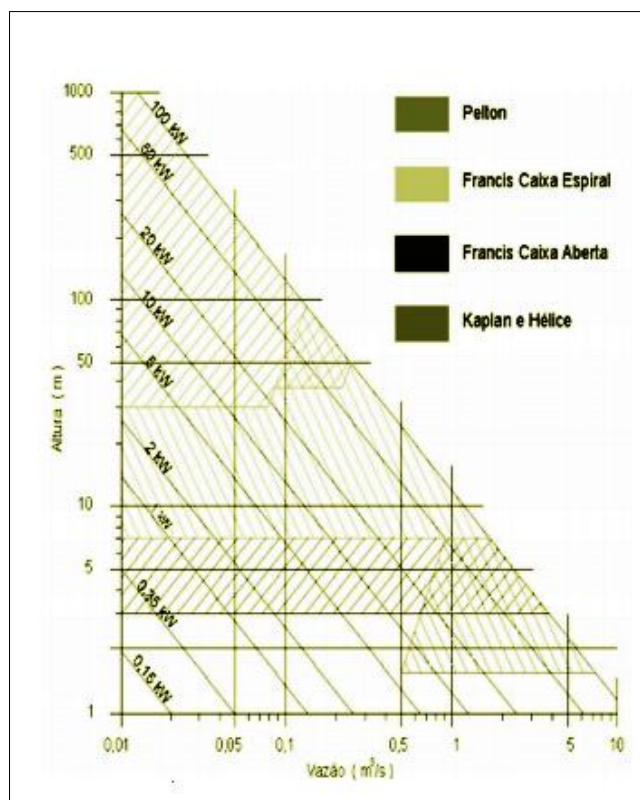
bastante consolidadas para a categoria de minicentrals e maiores, assim como reforça Els (2008).

Isso ainda é reforçado pela Eletrobrás & DNAEE (1985) ao orientar que as turbinas hidráulicas a serem utilizadas nas microcentrais hidrelétricas, devem ser selecionadas de modo a se obter facilidade de operação e manutenção dos equipamentos, dando-se grande importância à sua robustez.

Para Nogueira et al (2007) os rendimentos em turbinas hidráulicas dependem muito da condição adequada de operação, sendo necessário para alcançar um bom rendimento, trabalhar nas condições para as quais foi projetado. Condições essas relacionadas a queda. As turbinas Pelton são mais indicadas para altas quedas, Hélice em baixas quedas, e as turbinas Francis em médias quedas.

A Figura 06 mostra o comportamento de um gráfico da altura versus vazão, que dá exatamente as regiões de potência para diferentes tipos de turbinas. Dessa forma, pode-se selecionar a melhor opção de turbinas para o par (Q,H), especialmente para microcentrais.

Figura 11 - Seleção de Turbinas apropriadas para microcentrais



FONTE: NOGUEIRA et al (2007).

De acordo com Soares Júnior (2013), independente do tipo de turbina, alguns componentes podem ser chamados de órgãos essenciais:

Distribuidor: é um elemento fixo com a função de direcionar a água à roda segundo uma direção adequada, modificar a vazão (alterar a seção de saída do distribuidor, de zero até a abertura máxima) e a transformação total ou parcial da energia de pressão em energia cinética na entrada da roda.

Rotor ou roda: é um órgão móvel e gira em torno de um eixo, munido de um sistema de pás fixas a um eixo e é responsável por transformar grande parte da energia hidráulica em energia mecânica.

Difusor ou tubo de Sucção: é uma parte fixa com a função de recuperar a altura entre a saída da roda e o nível do canal de fuga e recuperar parte da energia cinética correspondente à velocidade residual da água na saída da roda.

Carcaça: Também é uma parte fixa que conduz a água do conduto forçado até o distribuidor para garantir descargas parciais iguais em todos os canais formados pelas pás do distribuidor.

Optou-se por conceituar os três principais tipos de Turbina que podem ser empregadas na geração de energia hidráulica na forma de pequenos empreendimentos:

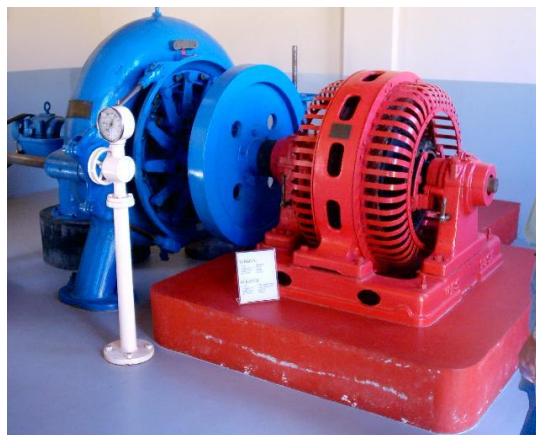
Turbina Francis – As Turbinas Francis são máquinas de reação, com escoamento radial (lenta e normal) e escoamento misto (rápida). São máquinas ideais para médias vazões e quedas, sendo que o controle de vazão é realizado no distribuidor ou sistema de par móveis. São Turbinas rigorosamente centrípetas, que permitem o uso de tubo de sucção, podendo alcançar altos rendimentos da ordem de 85 a 93% (NOGUEIRA et al, 2007).

Elas podem estar inseridas em caixa espiral, ou, em instalações de menor porte, sem a caixa espiral, em caixas cilíndricas ou em um poço de caixa aberta. Para quedas abaixo de 10 metros, Francis caixa aberta, e em quedas acima de 10 metros, Francis caixa espiral, (NOGUEIRA et al, 2007) (ELETROBRAS & DNAEE, 1985).

O seu distribuidor possui um conjunto de pás dispostas em volta do seu rotor, podendo ser orientadas durante a operação, assumindo ângulos adequados às descargas com o intuito de reduzir a perda hidráulica. As pás do distribuidor têm um eixo de rotação paralelo ao eixo da turbina, que ao girar pode maximizar a seção de escoamento ou fechar totalmente (NOGUEIRA et al, 2007).

A Figura 12 apresenta um modelo de turbina Francis.

Figura 12 - Turbina Francis real.

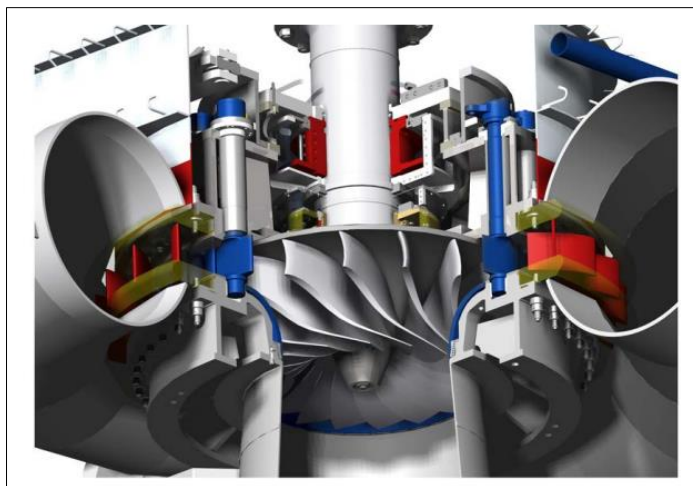


FONTE: FRANCIS (2015).

Nessas Turbinas, a água sob pressão entra em um conduto em espiral que tem forma de “caracol”, circundando as pás móveis e fluindo através de pás fixas na direção radial para o interior da turbina, assim a água passa pelo rotor no sentido descendente que exerce uma pressão contra as pás móveis fazendo com que o rotor da turbina seja acionado (COSTA, 2003).

A Figura 13 apresenta um corte onde é possível visualizar tal descrição.

Figura 13 - Rotor Francis em visão de corte



FONTE: Grupo VOITH, (200-) (Divulgação)

Turbina Kaplan – A Turbina Kaplan recebe esse nome em virtude da sua criação ter se dado pelo Engenheiro Austríaco Vitor Kaplan (1876-1934), ele criou um novo tipo de turbina a partir das turbinas Hélices em meio a estudos teóricos e experimentais possibilitando a variação do passo das pás. Esse tipo de turbina é adequada para operar em baixas alturas de queda e com grandes e médias vazões.

Segundo Costa (2003) essas turbinas são usadas em instalações com alturas de queda de 15 a 60 metros, e que fazendo uma comparação com a Turina Francis, as unidades Kaplan operam a velocidades mais altas para uma mesma altura de queda, e a velocidade da água através da turbina também é maior.

A principal característica dessa máquina é que o fluxo d'água entra no rotor na direção axial e este o orienta também na direção axial para o tubo de sucção.

A cerca dessa possibilidade, o rotor Kaplan possui as mesmas características do rotor Hélice, o que difere é o fato de haver pás móveis que permitem a regulagem da vazão através dele, o que permite a turbina uma dupla regulagem, (NOGUEIRA et al, 2007). Variação esta que de permite adequar as pás ao ponto de operação do grupo gerador, (TIAGO FILHO et al, 2008).

De acordo com Nogueira et al (2007), os rotores de ambas podem ser inseridos em caixa espiral de concreto ou de aço, em caixa aberta, ou caixa em forma de tubo, com o escoamento todo no sentido axial.

Geralmente os rotores têm de quatro a seis pás, em que um número maior de pás é usado para alturas de quedas maiores. Utiliza-se um servomotor para ajustar o ângulo das pás, que é instalado no núcleo do rotor. A relação correta entre ângulos das pás do rotor e a vazão de água admitida pelo distribuidor da turbina é determinado por um mecanismo de cames operadas por um servomotor que é comandado a partir do regulador de velocidade (COSTA, 2003). Esse mecanismo permite essa regulação, sem que ocorra uma variação considerável do rendimento, (SOARES JÚNIOR, 2013).

A figura 14 apresenta a turbina Kaplan e uma ilustração para visualizar o rotor desse tipo de turbina.

Figura 14 - Turbina Kaplan Real



FONTE: EQUIPO2FAE (2012).

Turbina Pelton – Essa turbina recebe esse nome, pois foi criada pelo americano Allan Lester Pelton, com experimentos iniciados em 1878 envolvendo rodas d'água que o conduziram a invenção de um novo conceito de rodas d'água baseados no chamado “splitter”, (SOARES JUNIOR, 2013).

As Turbinas Pelton são máquinas de ação e escoamento tangencial que operam com altas quedas e baixas vazões, e ainda podendo ser de um jato, dois, quatro ou seis jatos e ser de eixo horizontal ou vertical, com rendimentos que podem chegar a 94%, (NOGUEIA et al, 2007).

TIAGO FILHO et al (2008) caracteriza de modo bem técnico a turbina Pelton: “A turbina Pelton é turbina do tipo de ação e é constituída por um rotor onde são fiadas conchas duplas com aresta diametral sobre a qual incide o jato d'água, produzindo um desvio simétrico na direção axial buscando o equilíbrio dinâmico de forma a eliminar os esforços axiais. Dependendo da potência da turbina são utilizados um ou mais injetores distribuídos uniformemente na periferia do rotor.” . As turbinas Pelton de grande potência normalmente utilizam eixo vertical o que simplifica o projeto da unidade geradora bem como as obras civis e eletromecânicas, (TIAGO FILHO et al, 2008).

ELETROBRAS & DNAEE (1985) aconselha que para microcentrais hidrelétricas até 30 kW seja realizado um estudo para a utilização de uma roda Pelton, que seria uma turbina derivada da Turbina Pelton, não convencional que possui o mesmo princípio que

a Turbina Pelton, para empreendimentos menores, constituída por um rodízio de conchas, de eixo horizontal, com caixa metálica de proteção e acionada por meio de um único jato d'água através de um bocal cônico, devido ao seu baixo custo e aquisição e fácil instalação. TIAGO FILHO et al (2008) também fala que nas μ CH e mCH hidrelétricas as unidades geradoras são montadas normalmente com eixo horizontal. Em se tratando de μ CH, alguns fabricantes as oferecem com eixo vertical.

A Figura 15 pode ser explicada a partir de Eletrobrás & DNAEE (1985), sendo constituída basicamente por um rotor em torno do qual estão fixadas as pás ou conchas por uma tubulação de adução contendo um, dois ou mais injetores e por blindagens metálicas no caminho da água.

Figura 15 - Turbina Pelton Real.



FONTE: VASQUEZ; VIDAL, (1996)

Após a revisão de algumas turbinas consideradas de maior relevância para implantação de projetos hidrelétricos considerados mais robustos, é de grande importância que sejam destacadas outros tipos de turbinas, essas por sua vez chamadas de não convencionais, pois, são utilizadas em pequenas instalações, assim como é colocado por Tiago Filho (2008) relatando que há alguns tipos de turbinas que são bastante conhecidas no Brasil, outras que possuem tecnologia bastante rústica, empregadas em regiões remotas como a Amazônia Legal, e outras que embora sejam utilizadas em outros países, são pouco disseminadas no Brasil. Podem ser citadas a partir disso: Turbina periférica Turbo Silva, Bomba funcionando como turbinas (BFT), Turbina Turgo, Turbina Michell Banki, roda Pelton, Turbinas com caixa espiral feita pelo processo do “Barro perdido”, Turbina hidrocínéticas, e a Turbina Indalma.

No presente trabalho, se enfatizará o cenário da Turbina Indalma, que vêm protagonizando o cenário de eletrificação de comunidades isoladas na Amazônia, especificamente região Oeste do Pará.

3 TURBINA INDALMA COMO PROTAGONISTA NA ELETRIFICAÇÃO RURAL NA REGIÃO OESTE DO PARÁ

A seção trata de uma breve introdução referente à empresa e a idealização de uma alternativa para eletrificação da Amazônia.

3.1 CONCEPÇÃO DA TURBINA INDALMA E SUAS CARACTERÍSTICAS.

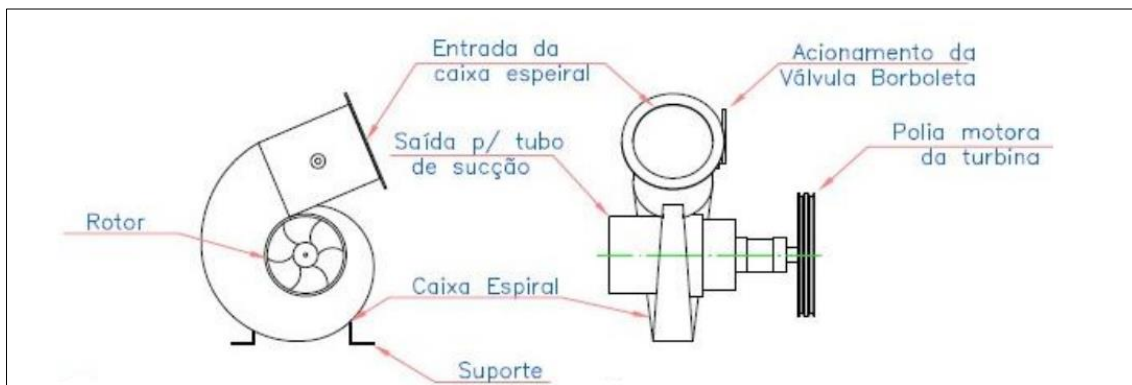
A partir da década de 90, com as dificuldades de geração de energia na Amazônia os irmãos Almada reconheceram a necessidades como grandes distâncias das comunidades aos centros urbanos, matas fechadas, pantanais, rios e estradas que dificultam o acesso a eletricidade, investiram na criação de alternativas para essa problemática.

Empiricamente desenvolveram, então, uma turbina capaz de operar em pequenas quedas e com pouco volume de água de modo a se adaptar às diversas condições encontradas.

O Centro Nacional de Referência de Pequenas Centrais Hidrelétricas – CERPCH, comprovaram o rendimento e os benefícios econômicos e sociais alcançados com essa alternativa, através de várias tentativas e inúmeras turbinas instaladas, chegando-se assim ao modelo testado pela CERPCH, onde se comprovou um rendimento maior que as turbinas convencionais. Após estes testes, outras melhorias foram realizadas, aumentando ainda mais o rendimento energético das turbinas INDALMA. Essas turbinas são semelhantes às turbinas tipo Francis. Tem uma voluta tipo caracol, na forma de V; Rotor duplo com 12 palhetas, com grau diferenciado; Controle de vazão simplificado com válvula de borboleta na entrada; Acoplamentos com anéis o’ring e controle de rotação automático através do rotor centrípedo – axial. A Figura 16 ilustra o formato dessa turbina.

As informações aqui colocadas são cedidas pelos próprios fabricantes das Turbinas Indalma.

Figura 16 - Ilustração da Turbina Indalma com suas respectivas vistas lateral e frontal

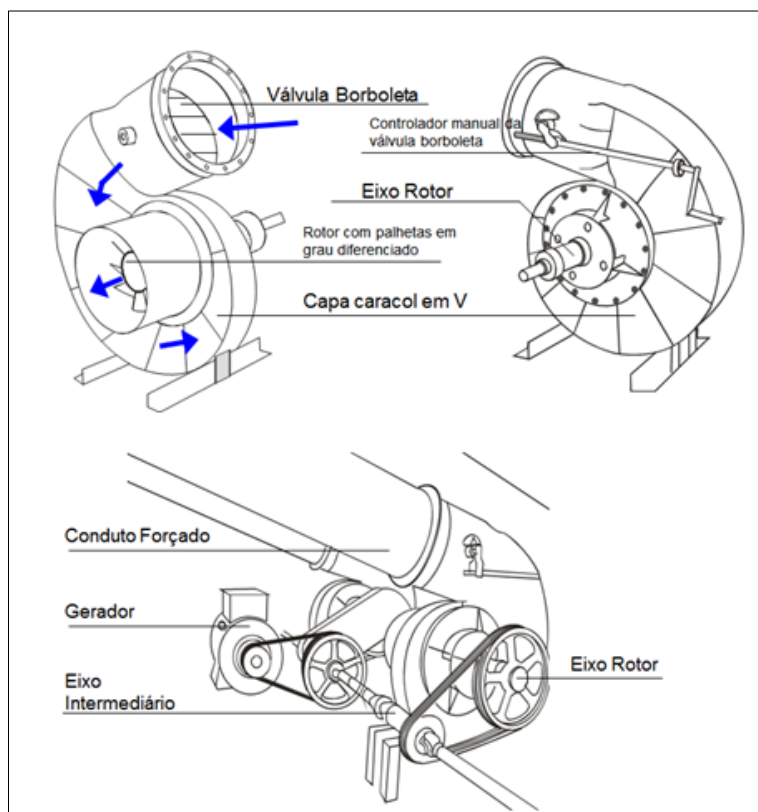


FONTE:TIAGO FILHO et al (2006).

Através do formato da Voluta em V, considerando um corte transversal efetuado por um plano vertical, se consegue um direcionamento perfeito do fluxo até as palhetas do rotor, eliminando turbulências e atritos proporcionando um aumento de rendimento do conjunto. A estabilidade de rotação é alcançada com um rotor de duplo tamanho e com grau diferenciado onde a parte maior tem ação centrífuga quando sem carga e de guias quando com carga e desta forma conferindo estabilidade de rotação capaz de responder as variações de potência com muito mais rapidez, (INDALMA & COMÉRCIO LTDA).

O funcionamento desse tipo de turbina pode ser visualizado na Figura 17, fornecida pela INDALMA, seguido de seu tamanho real (Figura 18).

Figura 17- Ilustração do funcionamento da Turbina



FONTE: INDALMA (2006) (Divulgação).

Figura 18 - Turbinas Indalma em tamanho real



FONTE: INDALMA (2006) (Divulgação).

Construídas em vários tamanhos, as turbinas podem atender diferentes quantidades de vazões e quedas d'água, tendo perfeita funcionalidade em qualquer ambiente e já alcançam a marca de mais de 70 unidades instaladas em várias

comunidades e municípios da região Oeste do Pará. A lista das instalações nessas unidades, e especificações é mostrada na tabela em anexo (ANEXO I).

A turbina do tipo Indalma foi e continua sendo implantada e também sendo alvo de vários estudos, pelo fato de ter sido concebida de modo empírico.

3.2 TRABALHOS RELACIONADOS À TURBINA INDALMA E SUA REPERCUSSÃO

TIAGO FILHO et al (2006) se posiciona sobre a fabricação dessa turbina, sendo simples e robusta, fabricada quase que artesanalmente, e fazendo com que o seu preço seja abaixo do mercado se comparado com outras máquinas equivalentes. Ressalta ainda que esse tipo de turbina é capaz de suportar com tranquilidade as condições de trabalho na região Amazônica além de apresentar rendimentos razoáveis, ao considerar as alturas de quedas e vazões disponíveis nesta região.

Em ELS et al (2010) apud Oliveira (2014) esta turbina já foi instalada em diversas localidades da região Norte do Brasil e, atualmente é responsável pelo suprimento de energia elétrica para mais de duas mil e duzentas famílias que não são atendidas pela concessionária de energia elétrica.

OLIVEIRA (2014) realizou uma avaliação experimental em modelo reduzido da turbina Hidráulica Indalma, para verificar questões de rendimento mediante mudança de geometria. Anteriormente alguns resultados disponíveis em (TIAGO FILHO; NOGUEIRA; MARCUCCI, 2006) mostraram que o rendimento dessa turbina é da ordem de 70% no ponto ótimo de operação, (OLIVEIRA, 2014).

OLIVEIRA (2014), ao se basear em Macintyre (1983) para curvas de desempenho teóricas em termos da eficiência e da potência em função do número de rotações, onde apresenta comportamento característico para o tipo de turbinas mais usuais como Kaplan, Francis e Pelton, utilizou uma bancada de ensaios de turbinas hidráulicas para analisar o desempenho da turbina Indalma e comparar com a teoria.

Foi comprovada mediante esses testes por Oliveira (2014), sua teoria de que a mudança de geometria pode influenciar em seu rendimento, nesse caso, aumentando-o.

Em um de seus resultados relativos ao rendimento e à potência de eixo da turbina, indicou-se que essa turbina tem um potencial de utilização abrangente, pois não houve variações significativas no rendimento máximo da turbina e sua potência de eixo aumenta com a elevação de altura de queda disponível.

CALIXTO (2015) também realizou trabalhos relacionados à Turbina Indalma, com um projeto de um modelo de sistema supervisório para ser aplicado à bancada de ensaio da picoturbina presente em laboratório.

SANTOS (2015) fazendo uso da mesma bancada para realizar ensaios sobre as características da Turbina Indalma, propondo o controle de pressão de operação da bancada de testes para turbinas hidráulicas, utilizando a picoturbina Indalma presente em laboratório.

OLIVEIRA et al (2015), desenvolveram um trabalho de avaliação experimental em modelo reduzido da turbina hidráulica Indalma, para caracterizar seus limites operacionais. Eles adotaram técnicas de controle dinâmicas no modelo matemático aplicado e um banco de dados foi desenvolvido para ensaios experimentais em picoturbinas hidráulicas.

Os trabalhos citados desenvolveram seus estudos a partir da Bancada de Ensaios de Turbinas Hidráulicas presente no laboratório de Termofluidos da Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília.

Em Tiago Filho et al (2006), em um estudo para energização de Comunidade isolada na Amazônia – Projeto Microcentral Canaã, no estado de Rondônia, escolheram utilizar uma Turbina Indalma, justificando ser uma ótima opção com a vantagem de requerer um baixo investimento inicial.

DONALD & SLOOT (2014) desenvolveram uma réplica do modelo físico da turbina Indalma (em CAD transferido para SolidWorks), observado na Figura 19 para poder então ser criada uma geometria necessária para análise numérica da turbina em comparação com uma turbina do tipo Francis. De acordo com esse trabalho, um dos resultados constataram que a turbina possui capacidade de auto-regulação.

Figura 19 - Turbina Indalma em vista isométrica (3D)



FONTE: DONALD & SLOOT (2014).

PARENTE (2008) realizou estudos sobre diversos projetos integrados de geração e distribuição de energia elétrica na Amazônia, que foram implementados com recursos públicos por conta do convênio firmado entre o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Ministério de Minas e Energia – MME ou com recursos de particulares.

Como projeto implantado com recursos públicas pode-se citar a Microcentral Hidrelétrica da Cachoeira do Aruã-PA, sendo um projeto energético de 50 kW com aproveitamento de desnível de cerca de 6 metros na cachoeira do Rio Arapiuns, utilizando turbinas Indalma.

Ele destaca três comunidades atendidas com sistemas energéticos que estão à margem da Legislação brasileira que foram implementados com recursos particulares e que apresentam características parecidas no que diz respeito à utilização da energia. Todos os sistemas (geração, distribuição e transmissão) dessas comunidades foram construídos pela Indalma, a fabricante de Turbinas.

As comunidades se localizam todas na região Oeste do Pará: Crepurizão (Município de Belterra), Comunidade São Jorge (Município de Belterra), e Região do Açaizal (situado na fronteira dos municípios Santarém/Belterra).

A Figura 20 contém resultados da pesquisa de Parente (2008) com o levantamento de características técnicas desses empreendimentos. Todas utilizam Turbinas Indalma, e uma delas além da hidroeletricidade, utiliza também o termo-diesel.

Todas as informações cedidas por Parente foram fornecidas pelo fabricante das Turbinas.

Figura 20 - Características Técnicas dos empreendimentos existentes nas comunidades

Características	Crepurizão	São Jorge	Açaizal
Curso d'água		Igarapé São Benedito	Igarapé Grande
Distância da rede (km)	100	52	38
<u>Reservatório</u>	Sim	Sim	Sim
<u>Turbina</u>			
Unidades	2	4	2
Vazão(*)	1,0 m ³ /s	0,35 m ³ /s	0,39 m ³ /s
Potência(*)	240 kVA	120 kVA	80 kVA
Motor diesel potência	250 cv		
<u>Gerador</u>			
Potência	250 kVA	100 kVA	80 kVA
Tensão	120 V	120 V	120 V
<u>Rede</u>			
Extensão	5,7 km	3,2 km	14,9 km
nº de trafos	5	5	12
tensão transmissão	13,8 kV	13,8 kV	13,8 kV
tensão distribuição	110 V	110 V	110 V
tipo de cabo transmissão	CAA 4 MCM	Arame galvanizado 10 mm	CAA 4 MCM
Ilumin pública	não	Sim	Não

(*) Informação fornecida pelo fabricante da turbina

FONTE: PARENTE (2008.)

Ainda segundo o levantamento de Parente (2008), a Indalma implantou mais dois projetos integrados (geração, transmissão e distribuição) de energia elétrica contabilizando 06 MCHs para atender os assentamentos rurais Moju I e II do Município de Santarém-PA mesmo, que abrangem as seguintes comunidades: Sombra-Santa, Cachoeira, Fortaleza, Princesa Isabel, Santa Rita de Cássia, São Mateus, São João, Santo Antônio, Bom Jesus, Piranha I e Piranha II; e o assentamento Corta Corda com as comunidades: Água Azul e Cora Corda. Esse projeto abastecia cerca de 1.753 famílias.

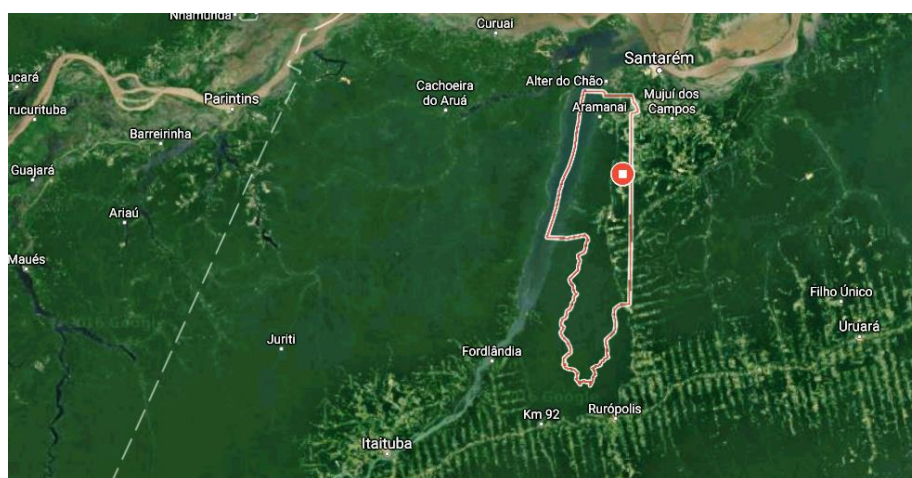
RESULTADOS

Os resultados iniciam-se a partir do capítulo seguinte e suas respectivas seções, que abordarão a análise específica do caso da região objeto do estudo.

4 APRESENTAÇÃO DA REGIÃO AÇAIZAL DO PRATA

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-PA, como já foi dito, 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. A Figura 21 localiza essa região.

Figura 21 - Localização da região da central hidrelétrica do Açaizal do Prata



FONTE: Google Maps (2016).

A economia dessas comunidades é baseada na agricultura de subsistência como mandioca, milho, arroz e feijão, sendo que a exploração da mão de obra é local (familiar). Há casas de farinha que 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).

De acordo com a Empresa Indalma[‡], essa região de modo geral conseguiu resistir às investidas dos grandes produtores de grãos, o que não ocorreu com comunidades vizinhas que em decorrência desse agravante e de outros fatores foram extintas.

[‡] Empresa da Região Oeste do Pará, em Santarém, fabricante de Turbinas hidráulicas, responsável pela realizar a instalação da microcentral hidrelétrica.

O cenário antes da inserção da μ CH 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, que contribuiria como atrativo para a permanência das pessoas no local.

5 HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DA μ CH DO AÇAIZAL DO PRATA

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.

YOUSSEF FILHO (2013) frisa em seu trabalho que a mobilização para implementação da microcentral hidrelétrica partiu dos próprios moradores das comunidades da localidade do Açaizal.

Sendo denominada “Hidrelétrica Sociedade Comunitária Açaizal-São Raimundo”, a microgeração foi inaugurada em 06 de Dezembro de 2003, construída pela comunidade com o apoio de diversos parceiros incluindo a Prefeitura Municipal de Belterra; Câmara Municipal de Belterra, INDALMA; ELETROLUZ; IBAMA e outros, como pode ser visualizado na Figura 22.

Figura 22 - Placa da unidade geradora da comunidade



FONTE: Próprio autor.

A região do Açaizal tem um histórico de lutas em busca de soluções para dificuldades enfrentadas por eles. 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.

YOUSSEF FILHO (2013) diz que Quando o assunto é direcionado aos projetos implementados por iniciativa dos próprios moradores, no decorrer do trabalho de campo com as entrevistas e visitas aos empreendimentos desenvolvidos, ficava cada vez mais nítida a capacidade de articulação e negociação desses moradores. Dificuldades como a formação profissional dos filhos, foi outro assunto que despertou a mobilização dos comunitários, sendo que após terminarem o ensino fundamental as opções eram se deslocarem para cidades vizinhas como Santarém ou finalizarem os estudos naquela etapa. Dessa forma, reunindo esforços, surgiu a Casa Familiar Rural de Belterra para qualificar os alunos considerando novas tecnologias para a produção agrícola de baixo impacto ambiental.

No entanto Youssef não deixa esquecer que moradores desse eixo enfrentaram enormes dificuldades para implantar esses projetos. Na construção da μ CH tiveram que superar diversas barreiras: falta de recursos financeiros, assistência técnica especializada

escassa ou inexistente, apoio efetivo do poder público, dúvida de alguns moradores que não acreditavam que o projeto iria se concretizar, entre outras.

O programa “Luz para Todos” do governo federal lançado em 2002, criado pelo decreto de nº 4.873, de 11 de novembro de 2003, é uma alternativa que visa à universalização do serviço da energia elétrica em todo o território nacional, principalmente das pequenas comunidades isoladas dando acesso a elas ao desenvolvimento decorrente da chegada da energia. Esse programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e operacionalizado financeiramente pela Eletrobras e executado pelas concessionárias de distribuição. Seu intuito era de propiciar o atendimento em energia elétrica para a população do meio rural brasileiro, que ainda não tem acesso a esse serviço público sem que houvesse custos, até o ano de 2010.

Apesar disso, até início de 2015, a região do Açaizal que abrange as comunidades já relacionadas, ainda não possuía tal benefício.

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[§] de duas comunidades dessa região, 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 uma microgeração a partir de um igarapé existente no local, o igarapé Grande, como é chamado.

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.

[§] José Edinardo Edmundo de Sousa (Pebe), e José Arimatéia.

A Empresa Indalma foi responsável pela fabricação das duas Turbinas instaladas, e responsável pelas instalações elétrica na microcentral e orientações acerca do funcionamento da mesma.

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 a as comunidades cederam a mão de obra braçal para toda a construção civil da instalação.

Dentro do sistema de medição do consumo em kWh, inicialmente, 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.

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, a partir da sua eletrificação.

5.1 CENÁRIO DA CHEGADA DO “LUZ PARA TODOS”.

Após quase 14 anos à espera de soluções de cunho governamental, sendo as comunidades supridas eletricamente pela central hidrelétrica, as Centrais Elétricas do Pará - Celpa em conformidade com 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 já existente, 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. Com a nova alternativa, várias famílias desassociaram-se da geração comunitária distribuída, 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 (há o projeto de abastecer eletricamente a casa de

farinha principal à partir da energia da microcentral), sem contar que já contribui para o processo de irrigação de alguns plantios existentes, como o de bananas.

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 da concessionária ser diferente da adotada na geração da microcentral, está havendo um retorno dos antigos usuários. A Figura 23 registra atualmente as duas redes de distribuição, tanto da concessionária Celpa (Luz para todos) quanto central hidrelétrica comunitária. É importante salientar que dentro das comunidades há dois 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 **μCH**.

Figura 23 - Comunidade abastecida pelas redes de distribuição, CELPA e Central Geradora



FONTE: Próprio autor.

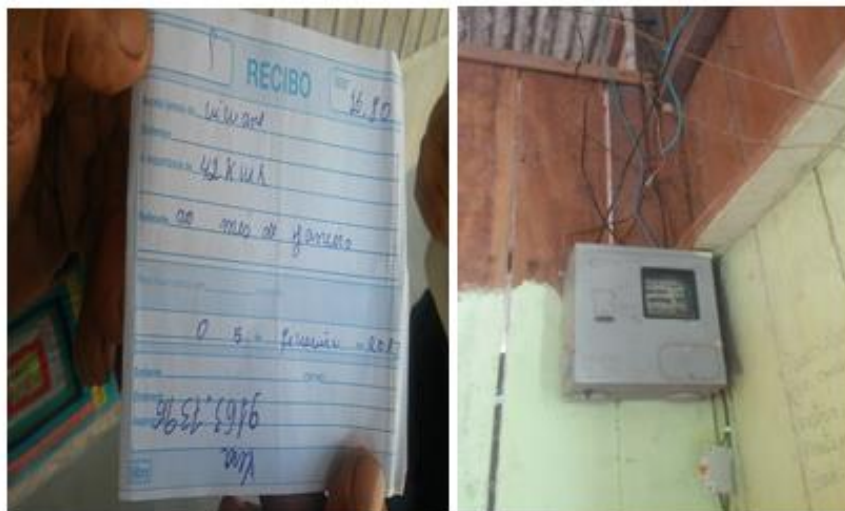
Hoje, a contabilização do consumo é paga de forma diferente. Como houve a saída de vários sócios desse empreendimento, não há mais os 60 kWh para uso livre, sendo que pagam 0,30 centavos por cada kWh consumidos, atualmente.

Esse faturamento é direcionado ao presidente da comunidade^{**}. A arrecadação do montante 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

^{**} José Julião

de algum equipamento, há uma união dos interessados para tal compra, não havendo prejuízo para cada morador/sócio. A Figura 24 apresenta o relógio para a leitura do consumo mensal, em uma das residências da comunidade juntamente como o recibo de cobrança da tarifa.

Figura 24 - (a) recibo de cobrança pelo consumo da energia. (b) relógio medidor



FONTE: Próprio autor.

A manutenção sempre foi realizada pelo presidente da associação do moradores, e a Empresa Indalma fez uma série de orientações para que o mesmo pudesse ter capacidade de fazer as devidas paradas para ajustes como trocas de correias, limpeza etc.

6 A INFLUENCIA DA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NA ECONOMIA DO AÇAIZAL DO PRATA.

Em entrevista com o Presidente da Associação dos comunitários do Açaizal, senhor Peba, relatou que após orientações repassadas sob caráter de consultoria, surgiu a possibilidade de criação de uma cooperativa de produção para beneficiar os pequenos produtores agrícolas existentes na região, justificando que em virtude da Associação presente no Açaizal não ser tão interessante no sentido de viabilizar o incentivo da produção agrícola como o esperado.

Em reunião com as comunidades interessadas, foi decidido criar uma cooperativa que dá suporte em Santarém, Belterra e Mojui, como uma cooperativa de produção, com as casas de farinha (uma casa central e outras menores) e o cultivo e beneficiamento de

diversos outros produtos nativos (frutas, hortaliças, legumes etc.). Hoje a Cooperativa conta com um Diretor Presidente^{††}, que também contribuiu com informações a respeito dessas mudanças. A Cooperativa foi instituída juridicamente em 22 de Janeiro de 2011, e fundada em 18 de Fevereiro de 2011. Tem por razão Social “Cooperativa dos produtores rurais de Santarém, Mujuí dos Campos e Belterra”, com nome fantasia “Coopromubel”. Hoje a Coopromubel é a principal mediadora no arrecadamento de renda, mais precisamente no sustento da maioria das famílias das comunidades desse eixo.

A casa de farinha ainda não é abastecida eletricamente com a energia da MCH. No entanto já iniciaram os trabalhos para a conexão da mesma a rede da central. Já houve a compra de um transformador trifásico e a introdução de postes já iniciou também. Por enquanto essa casa de farinha conta com um grupo gerador Diesel com transformador trifásico de 15 kVA, que abastece a mesma.

De acordo com os relatos do presidente da associação dos moradores do Açaizal, a justificativa para a não utilização da energia da concessionária local, a Celpa, é que a energia não é trifásica, enquanto que todos os motores existentes no Açaizal são trifásicos. A ideia de abastecer as casas de farinha com a energia da geração local já está sendo aderida para abastecer pequenas casas de farinha particulares. Todas essas decisões são tomadas mediante reuniões, assim afirma o comunitário.

Além de começar abastecer as casas de farinhas existentes, a μ CH já é usada em sistema de irrigação de alguns plantios de banana, por exemplo.

No que diz respeito à comercialização dos produtos manufaturados na casa de farinha, que não são apenas a farinha, mas sim os outros produtos de gênero alimentício, são realizados através da cooperativa. São feitas distribuição para PAA-Programa de Aquisição de Alimentos, do Governo Federal, para a merenda escolar em Santarém e Belterra, além de fornecer também para a rede de supermercados CR, da região.

O presidente da cooperativa fala sobre alguns planos futuros que pensam em introduzir, como a industrialização de produtos a partir dos produtos *in natura* da região e também de algumas dificuldades com as embalagens para os produtos que já são comercializados, como tamanho, slogan e material.

7 A MICROCENTRAL E DETALHAMENTO DE SEUS COMPONENTES

^{††} Mário César Zanelato.

Analisando o funcionamento da microcentral de acordo com suas instalações e componentes, a mesma opera de modo contínuo, com curtas paradas, para manutenção 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. A central passou por algumas adequações relacionadas ao gerador, apenas. 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 que estava antes. Isso é relatado com muita propriedade pelos associados.

A microcentral do Açaizal do Prata, como uma central geradora hidrelétrica, possui os componentes básicos de projeto

VERTEDOIRO

A Figura 25 mostra como é o vertedouro da central, com arranjos bem simples.

Figura 25 - Vertedouro da microcentral



FONTE: Próprio autor.

SISTEMA DE ADUÇÃO

O sistema de adução pode ser enxergado desde o desvio do rio (Figura 26) até sua entrada no reservatório, contando com o canal de adução, a câmara de carga onde forma

a tomada d'água (Figura 27), e por fim a tubulação formando o conduto forçado (Figura 28) para direcionar até as turbinas.

Figura 26 - Desvio do rio para a entrada do canal de adução



FONTE: Próprio autor.

Figura 27 - 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.

Figura 28 - Conduto forçado por tubulação até as turbina



FONTE: Próprio autor.

CASA DE MÁQUINAS

A casa onde se abriga todos os componentes eletromecânicos da central está construída em madeira, abrigando o grupo gerador (turbinas e gerador), painéis de força e comando. A casa possui instalação rústica, não apresentando proteção para equipamentos mais delicados.

A Figura 29 mostra como o estado atual da casa e a disposição dos componentes existentes na casa de máquinas.

Figura 29 - Disposição dos componentes da casa de máquina



FONTE: Próprio autor.

▪ Turbinas

Fabricada pela Indalma, apresentando características peculiares. O rotor apresenta geometria diferente dos convencionais, e pode ser classificado como rotor do

tipo centrípido-axial. A caixa espiral possui sessão triangular, sem sistema de regulação.

A Figura 30 mostra as duas turbinas instaladas na comunidade do Açaizal do Prata, cada uma operando 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 30 - Turbinas Indalma, μ CH do Açaizal do Parta em operação



FONTE: Próprio autor.

▪ GERADOR

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, como especificado abaixo.

Tabela 3: Gerador e suas especificações

Equipamento/Característica	Especificação
Gerador	Síncrono Trifásico
Montagem	Eixo horizontal
Potência	60 kVA
Tensão Nominal	220/127 V
Conexão	Estrela
Fator de Potência	0,8 indutivo
Frequência	60 Hz
Rotação Nominal	1800 rpm
Isolação	Classe. B
Grau de Proteção	IP 21

FONTE: Dados do Catálogo de Produtos BAMBOZZI (Fabricante).

A Figura 31 apresenta tal gerador que é acoplado ao eixo das turbinas.

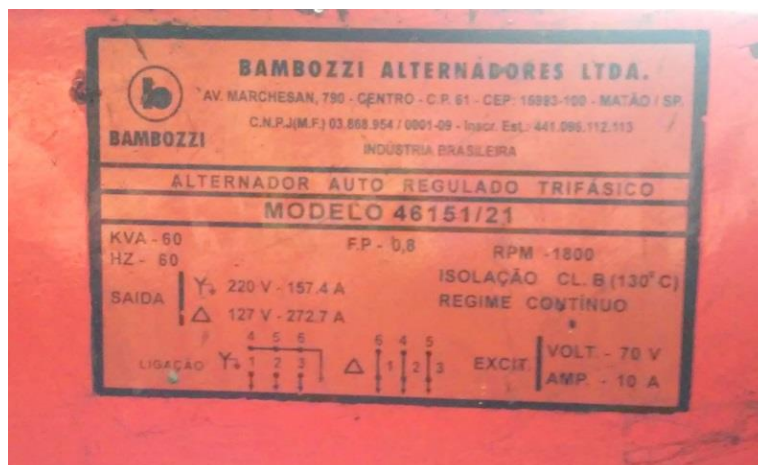
Figura 31 - Gerador acoplado ao eixo das duas turbinas



FONTE: Próprio autor.

A Figura 32 apresenta as especificações do gerador ao quais as turbinas estão acopladas. De acordo com os fabricantes do grupo gerador Bambozzi, esse gerador é autoexcitado e autorregulado por sistema compensador baseado em enrolamento de excitação independente e uma excitatriz eletrônica.

Figura 32 - Especificação do Gerador da microcentral



FONTE: Próprio autor.

A Figura 33 identifica a ligação em estrela do gerador da microcentral.

Figura 33 - Ligação em estrela do gerador para os painéis de comando



FONTE: Próprio autor.

▪ SUBESTAÇÃO E LINHA DE TRANSMISSÃO

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, como mostrado na Figura 34. 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, como também já foi colocado em Parente (2008).

Figura 34 - Transformador e suas instalações



FONTE: Próprio autor.

8 PROPOSTA PARA PROBLEMAS QUE INTERFEREM NA OPERAÇÃO DA μ CH E POSSÍVEL PLANO DE MANUTENÇÃO

A construção civil da μ CH do Açaizal foi feita pelos próprios moradores das comunidades usando material como a madeira, do próprio local para a casa de máquinas e uma estrutura de concreto para o canal de adução, desviando o canal do igarapé, assim como auxiliaram nas instalações da rede elétrica.

Geralmente nas construções de centrais como essa, a economia e adequação ao meio são prioridades para que a viabilidade aconteça. O tempo de vida útil pode chegar a 20 anos sem grandes reformas, no entanto a central com 14 anos de operação apresenta problemas em estrutura, como a fundação da casa de máquinas, tubulações e parte elétrica exposta, como o texto a seguir mostra.

As instalações elétricas ficaram inapropriadas (sem proteção recomendada), acarretando riscos para os equipamentos, para os trabalhadores e para os visitantes da μ CH. Com o passar do tempo, essas inadequações acarretaram diversos problemas como, deterioração de partes das tubulações das turbinas, prejudicando outras partes envolvidas além da redução de produção energética; desgaste das instalações elétricas, possibilitando a ocorrência de graves acidentes, ainda mais pela condição ambiental (umidade) do local; estrago da estrutura da casa de máquinas que, por ser construída com madeira, a função e o ambiente, ocasiona o apodrecimento de madeiras que foi utilizada na construção, e pode não ter força o suficiente para suportar por longo período os equipamentos que ali estão instalados. Além disso, durante a construção e montagem dessa unidade geradora, houve a ausência de um plano de segurança para os equipamentos. O gerador necessita de mecanismo de proteção por ser um equipamento mais delicado, e o eixo das turbinas de mecanismos de proteção para um bom funcionamento e também a segurança de quaisquer pessoas que tenham acesso a este ambiente.

Figura 35 - (a) Parte do reservatório. (b) Vertedouro. (c) canal de adução-câmara de carga



FONTE: Próprio autor.

Figura 36 - (a) acesso à casa de máquinas. (b) Turbinas. (c) equipamentos sem proteção de segurança



FONTE: Próprio autor.

Nota-se nas imagens apresentadas na Figura 35, a facilidade de acesso de pessoas aos mais diversos locais, sem a preocupação com a segurança, e a Figura 36 com os equipamentos sem a devida proteção. Fazer a revitalização, abordando a implantação de um plano de segurança, e manutenção desse empreendimento na forma correta, de acordo com as normas, vai possibilitar uma maior duração da Central, um maior aproveitamento da capacidade energética hídrica do igarapé, e maior segurança de quaisquer pessoas que tenham acesso à unidade.

Para o desenvolvimento deste trabalho, que por sua vez está sendo desenvolvido por outra aluna da mesma linha de pesquisa que este, as Normas Regulamentadoras utilizadas para fundamentar essas adequações, estão listadas a seguir:

NBR 7195 – CORES PARA SEGURANÇA: Esta norma tem como objetivo fixar as cores que devem ser usadas para prevenção de acidentes, empregadas para identificar e advertir contra riscos.

NR 08 – EDIFICAÇÕES: Que estabelece requisitos técnicos mínimos que devem ser observados nas edificações, para garantir segurança e conforto aos que nelas trabalham.

NR 12 – SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS: A qual define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e agravos à saúde nas fases de projeto e fabricação de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua importação, comercialização, exposição para comercialização e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas.

NR 18 – CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: Esta norma estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

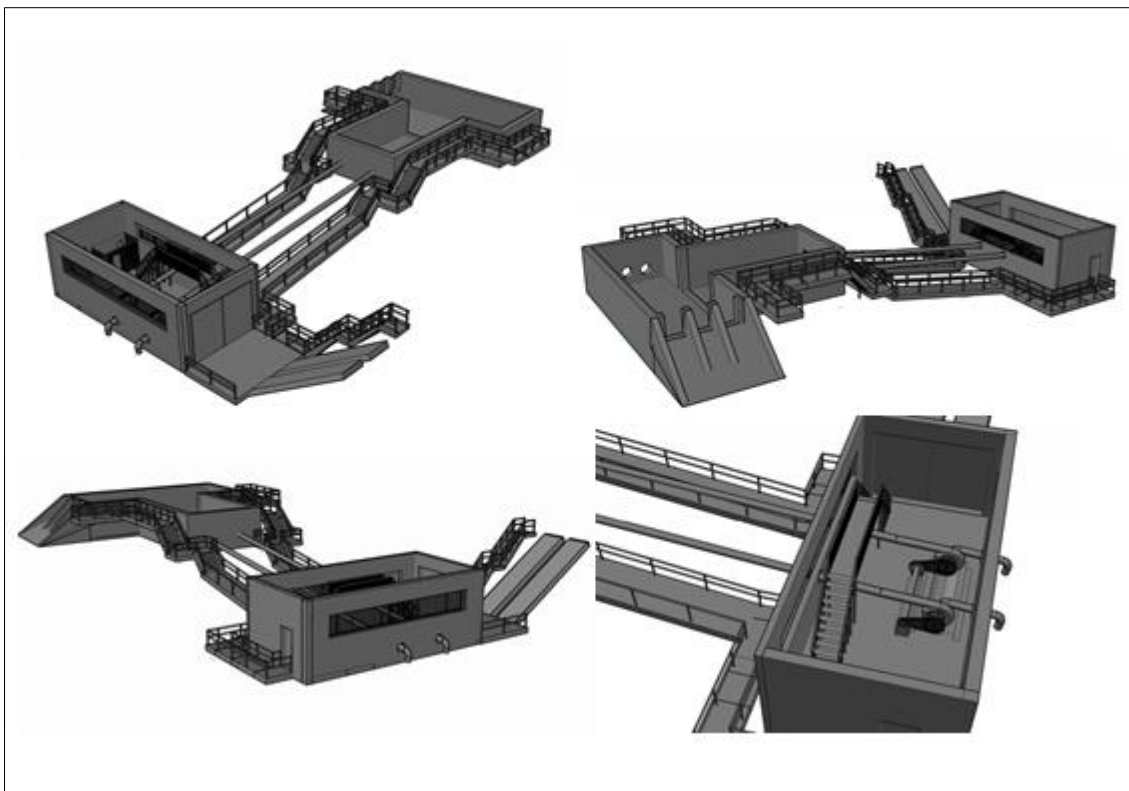
NR 20 – SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA: fixa as condições exigíveis que devem satisfazer o sistema de sinalização de emergência em edificações e áreas de risco, atendendo o previsto no Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (Lei n. 15802, de 11 de setembro de 2006).

NBR 213-2 - SEGURANÇA DE MÁQUINAS - CONCEITOS FUNDAMENTAIS, PRINCÍPIOS GERAIS DE PROJETO PARTE 2: PRINCÍPIOS TÉCNICOS E ESPECIFICAÇÕES: Esta Norma define princípios técnicos e especificações destinadas a auxiliar os projetistas e os fabricantes a integrarem a segurança no projeto de máquinas de uso profissional e não profissional. Também pode ser aplicada a outros produtos técnicos que provoquem perigos semelhantes.

Essas normas fazem parte de cada situação específica no funcionamento da microcentral, logo, a necessidades de melhorias nessa unidade geradora está presente nos mais diversos ambientes, como casa de máquinas, máquinas e equipamentos, instalação elétrica, segurança de quem realiza trabalhos de manutenção e meio ambiente.

São adicionados ao modelo do projeto em CAD, que pode ser visualizado a partir da Figura 37, meios de acesso permanentes (escadas e rampas) desta unidade, sinalizações de segurança (placas e faixas de segurança) e mecanismos de proteção para o eixo turbinas e gerador.

Figura 37 - Modelo proposto para implementar na microcentral do Açaizal do Prata em diversas vistas com rampas de acesso e casa de máquinas readequada, em CAD



FONTE: Cedido por Elenice de Matos.

Para microcentrais não há limitação para adequação dela às normas de segurança citadas, apesar de que para este tipo de construção, a economia e aproveitamento de materiais do próprio local ser o recomendado, quando há a oportunidade financeira e técnica para melhorar/modernizar tal construção, não há restrições desde que não haja impacto ambiental considerável.

Com a aplicação de tais normas citadas e consequentes reparos propostos, será possível obter uma central geradora com maior grau de segurança, maior qualidade de geração e a possibilidade desta poder ser requisitada para uma possível conexão à rede elétrica de uma distribuidora juntamente com os aspectos legais necessários encontrados no módulo 3 do PRODIST, mediado de seu formulário de acesso ao sistema de distribuição (ANEXO III).

9 CONCLUSÃO

Do exposto durante todo este trabalho, percebe-se que apesar de haver alternativas como a criação das Turbinas Indalma como forma de mitigar uma problemática das comunidades isoladas, especificamente na Amazônia, ainda há inúmeras localidades sem o acesso à energia elétrica, apesar de diversos programas emergenciais para energizar essas regiões, como o Programa Luz para Todos, do Governo Federal.

As comunidades do Açaizal do Prata, é uma das poucas exceções que resistiram às dificuldades já citadas anteriormente, alcançando independência elétrica a partir da introdução de uma central geradora 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 pertinente é que a organização e iniciativa dos moradores foram de grande importância para energizar a região, contribuindo, por exemplo, para que não viessem a desaparecer como a própria literatura afirma sobre o caso de comunidades vizinhas ao Açaizal, citadas por Youssef Filho (2013) sob a pressão de grandes produtores de grãos, a ausência de eletrificação, ou a carência de oportunidades para a aplicação de técnicas e tecnologias na produção agrícola a partir da energia elétrica.

A chegada de uma tecnologia alternativa ou emergencial desencadeou uma série de mudanças diretas e indiretas sentidas até hoje em 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 de abastecimento elétrico para subsidiar o sistema de irrigação agrícola. 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, limitando algumas práticas. A introdução da microgeração hidráulica distribuída inserida no Açaizal mostrou a grande relevância desses empreendimentos e o porquê de serem viáveis em lugares com tais características

Olhando para o futuro, os moradores acham interessante a proposta de que essa central geradora possa ser conectada ao Sistema Elétrico Nacional, já que a injeção do que não é utilizado por eles pode gerar retorno econômico de acordo com as Resoluções Normativas que recentemente foram melhoradas. A condição de que ela necessita ser revitalizada, não somente para melhorar a qualidade da energia gerada, mas também

porque se trata de reforçar a segurança e permanência dessa unidade, também é entendida pelos comunitários.

Sobre a entrada dessa microcentral hidrelétrica ao Sistema interligado (SIN), ou seja, conectado a rede, além das exigências contidas no capítulo 2, constando os requisitos que deve obedecer sobre conexão a rede, há um Contrato de Prestação de Serviços Ancilares – CPSA, que se faz entre o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e a Empresa autorizada/Concessionária de serviço público de energia elétrica, cujo o modelo está em anexo (ANEXO II). Tal contrato cita as atividades de coordenação, e controle da operação, da geração e da transmissão de energia elétrica no SIN, contendo sobre as atividades que serão executadas pelo ONS. Entre outras atribuições, a de contratar e administrar os serviços de transmissão de energia elétrica e respectivas de acesso e de uso Sistema de Transmissão, da Rede Básica, bem como os serviços disposto neste contrato.

A microcentral necessita de um projeto que revitalização, e por este motivo foi proposto tal estudo (estudo em andamento) para que seu potencial possa ser aproveitado e consiga gerar um excedente de qualidade para ejetar na rede de uma distribuidora, por exemplo. Isso foi constatado com todas as visitas *in loco*, e estudo de normas.

Pensando em trabalhos futuros que se pretende aplicar a esse conjunto comunidades/central, há medições sendo iniciadas de potência elétrica, potência de eixo da turbina, potência hidráulica real, a fim de analisar em que rendimento está operando esse microssistema, não se esquecendo do levantamento de vazão, visto que de 2003 para cá houve mudanças na estrutura topográfica do terreno como um todo.

A necessidade da realização de estudo desse caso, trouxe além das implicações acima, a existência da documentação de todo esse histórico até então não contado com todos as alterações ocorridas até aqui, corroborando para o aumento de um acervo que poderá fazer parte da história das comunidades, tornando a inserção desse projeto, referência como alternativa de energização de comunidades isoladas que persistiram.

REFERENCIAS

ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.**

ANEEL. **Resolução Normativa n° 482, de 17 de abril de 2012.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em Janeiro e 2016.

ANEEL. **Resolução Normativa n° 687, de 24 de Novembro de 2015.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em Janeiro e 2016.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** Brasília, 2002. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/aspectos_socioeconomicos/11_2_2.htm>. Acesso em janeiro de 2017.

ABNT. NBR 228 – **Turbinas Hidráulicas – Ensaios de campo.** Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnica, 1990.

BERTONCELLO, Ricardo. **Sistema de Conexão de Mini e Micro Centrais Hidrelétricas às Redes Monofásicas das Concessionárias.** 2011. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

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.

BAMBOZZI. Grupo Gerador Agrícola-Catálogo de Produtos. Disponível em:<<http://www.bambozzi.com.br/website/alternadores/produtos.php?produto=83>>. Acesso em Agosto de 2016.

BRASIL. DECRETO N°. 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.

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.

COSTA, Simões Antônio. **Turbinas Hidráulicas e Condutos Forçados**. [s. l.]. Março, 2003.

CALIXTO, Rodrigo de Oliveira. **Sistema Supervisório para Bancada de Ensaio de Picoturbina Hidráulica Indalma**. Monografia, Graduação Engenharia Eletrônica – Universidade de Brasília, Brasília, 2014

CELESC. **Requisitos para Conexão de Micro ou Mini Geradores de Energia ao Sistema Elétrico da CELESC Distribuição**.

COPEL. **Requisitos Técnicos para a Conexão de Geração em Paralelo com o Sistema Elétrico da COPEL**. 2006. Disponível em: <<http://www.copel.com>>, item Normas Técnicas. Acessado em: Novembro de 2016

COPEL. **Requisitos Técnicos sob o Aspecto de Proteção, Monitoração e Controle para Conexão de Geradores de Pequeno Porte, Movidos com Motores à Biogás, em Paralelo com o Sistema de Distribuição de Baixa Tensão**. 2008. Disponível em: <<http://www.copel.com>>, item Normas Técnicas. Acessado em: Novembro de 2016.

C4SOLAR. **Equipamentos para Energia Solar Fotovoltaica**. Disponível em: <<https://www.c4energiasolar.com/product-page/dispositivo-de-prote%C3%A7%C3%A3o-contra-surtos-el%C3%A9tricos-dps>>. Acesso em Janeiro de 2017.

CEMAR e CELPA. **Requisitos para a Conexão de Micro e Mini Geradores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição**.

DI LASCIO, Marco Alfredo; BARRETO, Eduardo José Fagundes. **Energia e Desenvolvimento Sustentável para a Amazônia Rural Brasileira: Eletrificação de Comunidades Isoladas**. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2009.

DONALD, Ramsay Mac; SLOOT, Nigel. *Experimental Assessment and Numerical Analysis of an Indalma Hydraulic Turbine*. Brasília: Universidade de Brasília, 2014.

DNAEE & Eletrobrás. **Manual de Microcentrais Hidrelétricas**. Ed. Eletrobrás, 1985

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.

ELS, R. H. V. Et al. **Eletrificação Rural em Santarém: Contribuição das Microcentrais**. Revista Brasileira de Energia, v.1, n.16, 2010.

EPE- Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015 (ano base: 2014)**. Rio de Janeiro, 2015.

ELETROBRAS. **Centrais Elétricas Brasileiras S.A.** Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br>>. Acesso em Julho de 2016.

ELETROBRAS. **Diretrizes para Projeto de PCH**. 2000. Disponível em: <https://www.google.com.br/?gws_rd=cr,ssl&ei=J9AfWarkMom3wATxp5egDQ#q=Fun%C3%A7%C3%A3o+da+c%C3%A2mara+de+carga+em+uma+microcentral+hidrel%C3%A9trica>. Acesso em Março de 2017.

EQUIPO2FAE. **Turbinas Kaplan**. Disponível em: <<http://TURBINASKaplan.1.>>. Acesso em Maio de 2017.

FOX, R. W. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

FRANCIS, James B. **Lowell hydraulic experiments**. 2015.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GRUPO VOITH. **Turbinas Francis**. Disponível em: <<http://www.voith.com/br/produtos-e-servicos/energia-hidreletrica/turbinas/turbinas-francis-561.html>>. Acesso em Maio de 2017.

IEA. *International Energy Agency. Key World Energy Statistics, 2016*. Disponível em: <<http://www.iea.org/textbase/publications>>. Acesso Fevereiro de 2017.

HACKER GERAÇÃO. **Dispositivo de controle de velocidade em turbinas**. Disponível em: <<http://www.hacker.ind.br/projetos.php?id=69.#>>. Acesso em janeiro de 2017.

INDUSTRIA E COMERCIO, INDALMA. **Micro Centrais Hidrelétricas De Baixa Queda**. Disponível em:<<http://www.idalma.com.br>>. Acesso em Novembro de 2017.

JTB TELECOM. **Soluções em Torres Metálicas**. Disponível em: < bt-telecom.com.br>. Acesso em Janeiro de 2017.

MME-Ministério de Minas e Energia/Secretaria de Energia Elétrica/Departamento de monitoramento do Sistema Elétrico. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro (ano base: 2014)**. Brasília, 2015.

MACINTYRE, A. **Máquinas Motrizes Hidráulicas**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

Mundo da Elétrica. **Tipos de Transformadores**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/tipos-de-transformadores/>>. Acesso em Janeiro de 2017.

NOGUEIRA, Fábio José Horta. et al. **Microcentrais Hidrelétricas (Série Energias Renováveis)**. Ministério de Minas e Energia. Itajubá, MG, 2007.

Normas Técnicas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

OLIVEIRA, Danilo S. ROSA, Suélia S. R. F. NOLETO, Luciano G. *Modeling and Experimental Evaluation in the new Hydraulic Turbine Used in the Amazon Region*. Global Journal of Engineering Science and Research Management · August 2015.

OLIVEIRA, Danilo dos Santos. **Avaliação Experimental em Modelo Reduzido da Turbina Hidráulica Indalma**. Monografia, Bacharelado em Engenharia de Energia- Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

PROINFA - **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas>>. Acesso em Janeiro de 2017.

PARENTE, Vicente Gomes. **Proposta de Criação do Pequeno Produtor de Energia Elétrica – PPE, para o Atendimento de Comunidades Isoladas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá. Minas Gerais, 2008.

RESOLUÇÃO CONAMA n°1, DE 23 de Janeiro de 1986. Publicada no DOU, de 17 de Fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em Janeiro de 2017.

SANTOS, Maria Eugênia Carvalho Matos dos. **Controle da Pressão de Operação da Bancada de Testes para Turbinas Hidráulicas**. Monografia, Bacharelado em Engenharia de Energia – Universidade de Brasília, 2015.

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.

SOARES JUNIOR, Ricardo Luiz. **Projeto Conceitual de uma Turbina Hidráulica a ser utilizada na Usina Hidrelétrica Externa de Henry Borden**. Monografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica, 2013.

TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio et al. **Pequenos Aproveitamentos Energéticos (Soluções Energéticas para a Amazônia)**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Rio de Janeiro, 2016.

VÁZQUEZ, José Ramírez; VIDAL, Lorenzo Beltrán. **Máquinas motices. Generadores de energía eléctrica**. Ceac, 1991.

WHITE, F. M. **Mecânica dos Fluidos**. 6ª ed. Rio Grande do Sul: McGRAW – BRASIL, 2011.

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.


**ANEXO I – RELAÇÃO DAS TURBINAS INSTALADAS PELA INDALMA E
SUAS ESPECIFICAÇÕES.**

Client/ Localidade	municipal	quant Dade turbinas	Taman turbina	Alturas da queda (m)	potência (Kva)	Nº de famílias	Nº de pessoas
ALMEIDA / SÍTIO	SANTARÉM - PA	1	12"	1,8	2	2	8
ARTUR / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	12"	3	6	3	11
JOSÉ MARCILIO / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	10"	4	4,5	1	4
PEROCA / SÍTIO	SANTARÉM - PA	1	14"	2,2	4	2	5
MACINHO / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	10"	3,9	4,5	1	5
JOAQUIM / SÍTIO	SANTARÉM - PA	1	10"	1,9	1,5	3	7
JOSÉ GOMES / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	14"	4	8	9	40
EDER / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	8"	6	6	1	12
CRISTOVAM / SÍTIO	SANTARÉM - PA	1	14"	6	18	4	18
ALENCAR / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	8"	6	6	1	8
CARLOS / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	12"	6	12	1	3
FAZENDA TREVISÓ / COMUNIDADE	BELTERRA - PA	1	20"	6,5	40	39	156
BAXINHO / SÍTIO	BELTERRA - PA	1	8"	3	3	1	6
JOSÉ ALMEIDA / FAZENDA	BELTERRA - PA	1	10"	4	4,5	2	12
DINIZ / SÍTIO	BELTERRA - PA	1	6"	4,5	2	1	4
ALCIDES / FAZENDA	BELTERRA - PA	1	12"	3	6	1	12
SEFREDO SÍTIO	RUROPOLIS - PA	1	4"	6,3	2	1	5
NATO / SÍTIO	BELTERRA - PA	1	8"	4	4	2	12
JOAO ALMADA / SÍTIO	SANTARÉM - PA	1	8"	1,6	1	1	5

CARLOS / COMUNIDADE	SANTARÉM - PA	1	14"	4,5	10	12	48
JIUDASIO / SITIO	RUROPOLIS - PA	1	8"	4	4	3	15
MESTRE PAULO / FAZENDA	BELTERRA - PA	1	12"	3	6	1	6
EDINALDO / SITIO	BELTERRA - PA	1	12"	4	8	1	1
MILTON FARIAS / FAZENDA	ITAITUBA - PA	1	12"	6	8	1	4
SÃO JORGE/ COMUNIDADE	SANTARÉM - PA	4	20"	5	100	180	810
AÇAIZAL /COMUNIDADE	SANTARÉM - PA	2	20"	6	40	80	327
CREPURIZÃO / COMUNIDADE	ITAITUBA - PA	2	20"	18	140	420	1680
PAULO (PIQUIATUBA)/SITIO	SANTARÉM - PA	1	4"	8	1,5	1	3
ZEZÃO / SITIO	SANTARÉM - PA	1	12"	4	8	1	8
ALEXANDRE / FAZENDA	URUARÁ - Pa	1	14"	5	16	2	13
PEZÃO/ FAZENDA	CREPURIZÃO	1	12"	4	8	1	6
PAULINHO / FAZENDA	CREPURIZÃO	1	8"	3	3	1	10
FRANCISCO / FAZENDA	OBDOS - PA	1	12"	2	3	1	4
PAULO NOGUEIRA / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	12"	3	6	2	9
ELIEZIO / SITIO	SANTARÉM - PA	1	8"	3	3	1	4
ALDOLINO / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	12"	4	8	1	6
ANTONIO TREVISO / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	8"	4	4	1	5
PEDRINHO / SITIO	SANTARÉM - PA	1	12"	4	8	1	3
TRAVESÃO 30 / SITIO	ITAITUBA - PA	1	4"	5	1	1	4
ROBERTO / FAZENDA	MATO GROSSO	1	20"	10	60	15	61
AGENOR / FAZENDA	MORAES ALMEIDA	1	14"	6	18	3	15

CARLOS / COMUNIDADE	SANTARÉM - PA	1	14"	4,5	10	12	48
JIUDASIO / SITIO	RUROPOLIS - PA	1	8"	4	4	3	15
MESTRE PAULO / FAZENDA	BELTERRA - PA	1	12"	3	6	1	6
EDINALDO / SITIO	BELTERRA - PA	1	12"	4	8	1	1
MILTON FARIAS / FAZENDA	ITAITUBA - PA	1	12"	6	8	1	4
SÃO JORGE/ COMUNIDADE	SANTARÉM - PA	4	20"	5	100	180	810
AÇAIZAL /COMUNIDADE	SANTARÉM - PA	2	20"	6	40	80	327
CREPURIZÃO / COMUNIDADE	ITAITUBA - PA	2	20"	18	140	420	1680
PAULO (PIQUIATUBA)/SITIO	SANTARÉM - PA	1	4"	8	1,5	1	3
ZEZÃO / SITIO	SANTARÉM - PA	1	12"	4	8	1	8
ALEXANDRE / FAZENDA	URUARÁ - Pa	1	14"	5	16	2	13
PEZÃO/ FAZENDA	CREPURIZÃO	1	12"	4	8	1	6
PAULINHO / FAZENDA	CREPURIZÃO	1	8"	3	3	1	10
FRANCISCO / FAZENDA	OBDOS - PA	1	12"	2	3	1	4
PAULO NOGUEIRA / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	12"	3	6	2	9
ELIEZIO / SITIO	SANTARÉM - PA	1	8"	3	3	1	4
ALDOLINO / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	12"	4	8	1	6
ANTONIO TREVISO / FAZENDA	SANTARÉM - PA	1	8"	4	4	1	5
PEDRINHO / SITIO	SANTARÉM - PA	1	12"	4	8	1	3
TRAVESÃO 30 / SITIO	ITAITUBA - PA	1	4"	5	1	1	4
ROBERTO / FAZENDA	MATO GROSSO	1	20"	10	60	15	61
AGENOR / FAZENDA	MORAES ALMEIDA	1	14"	6	18	3	15

ANEXO II – MODELO DE CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO ANCILAR - GERAÇÃO

 **ONS** Operador Nacional do Sistema Elétrico

MODELO

CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO ANCILAR - GERAÇÃO


Arquivo: Cpsa padrão- Geradoras ePIEs - jul13.docx

Motivo: Ajuste de texto da cláusula 16ª

Nos casos **destacados em azul** utilizar a redação conforme o tipo de agente envolvido ou a situação a que o texto se aplica.

Substituir os textos **destacados em amarelo** de acordo com o caso. O arquivo tem numeração automática de cláusulas e referências cruzadas.

Adequar o texto na parte referente às cláusulas anteriores.

CPSA n.º 09/20XX  1

CONTRATO CPSA N.º 00X/20XX

CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ANCILARES – CPSA QUE ENTRE SI FAZEM O OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS E A XXXXXXXXXXXXXXXX.

De um lado, o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, pessoa jurídica de direito privado, constituído sob a forma de associação civil sem fins lucrativos, autorizado a executar as atividades de coordenação e controle da operação da geração e da transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional - SIN nos termos do art. 13 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998 e do Decreto nº 5.081, de 14 de maio de 2004, com sede na Cidade de Brasília – DF, no SIA SUL, Área de Serviços Públicos – Lote A, Edifício CNOS, inscrito no CNPJ/MF sob o nº 02.831.210/0001-57 e Escritório Central na Cidade do Rio de Janeiro, na rua da Quitanda, nº 196 - Centro, neste ato representado por seu por seu Diretor-Geral Hermes Jorge Chipp e seu Diretor de Administração dos Serviços da Transmissão Alvaro Fleury Velloso da Silveira, ao final qualificados e assinados, doravante denominado simplesmente ONS; e de outro lado, a XXXXXXXXXXXXXXXX, empresa autorizada/concessionária de serviço público de energia elétrica, mediante AUTORIZAÇÃO/CONTRATO DE CONCESSÃO DE SERVIÇO PÚBLICO DE ENERGIA ELÉTRICA n.º XXXXXXXX firmado com a ANEEL, com sede na Cidade XXXXXXXX, Estado XXXXXXXXXXXXXXXX, na Rua XXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXX, XXXXXXXº andar, inscrita no Ministério da Fazenda sob CNPJ nº XXXXXXXXXXXXXXXX, doravante denominada simplesmente GERADORA, neste ato representada por seus representantes legais ao final assinados.

CONSIDERANDO QUE:

- A. A Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, regulamentada pelo Decreto nº 2.655, de 02 de julho de 1998, e o Decreto nº 5.081, de 14 de maio de 2004, determinam, dentre outras providências, que:
- As atividades de coordenação e controle da operação, da geração e da transmissão de energia elétrica, no SISTEMA INTERLIGADO, serão executadas pelo ONS, tendo entre as suas atribuições a de contratar e administrar os serviços de transmissão de energia elétrica e respectivas condições de acesso e de uso do SISTEMA DE TRANSMISSÃO, da REDE BÁSICA, bem como os SERVIÇOS ANCILARES;
 - As transações de compra e venda de energia elétrica, no SISTEMA INTERLIGADO, serão realizadas no âmbito da CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE;
 - A compra e venda de energia elétrica entre concessionários ou autorizados, para todos os efeitos legais, deve ser contratada separadamente do acesso e uso dos sistemas de transmissão e distribuição; e
 - As regras de comercialização poderão prever o pagamento de um encargo destinado à cobertura dos custos dos serviços do sistema, inclusive os SERVIÇOS ANCILARES.
- B. A Resolução ANEEL nº 265, de 10 de junho de 2003, que estabeleceu os procedimentos para a prestação de SERVIÇOS ANCILARES de geração e transmissão, e a Resolução ANEEL nº 251, de 13 de fevereiro de 2007, que a complementou.
- C. O ONS deve estabelecer com os Agentes de Geração as condições técnicas para contratação dos SERVIÇOS ANCILARES.



O ONS e a GERADORA celebram o presente CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ANCILARES - CPSA, doravante denominado "CONTRATO", que se regerá pelas disposições das Leis nº 9.074/95 e 9.648/98, regulamentadas, respectivamente, pelos Decretos nº 1.717/95 e 2.655/98 e o Decreto nº 5.081, de 14 de maio de 2004, pelas Resoluções da ANEEL, pelos PROCEDIMENTOS DE REDE, de acordo com os seguintes termos e condições:

TÍTULO I

Das Definições Aplicáveis ao Presente CONTRATO

Cláusula 1ª

Para o efeito de permitir o entendimento e a precisão da terminologia técnica empregada neste CONTRATO e seus Anexos, partes integrantes deste CONTRATO, fica, desde já, acordado entre as PARTES o conceito dos seguintes vocábulos e expressões:

- a) "ANEEL": Agência Nacional de Energia Elétrica, criada pela Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996;
- b) "AUTORREESTABELECIMENTO": é a capacidade que tem uma unidade geradora ou usina geradora de sair de uma condição de parada total para uma condição de operação, independentemente de fonte externa para alimentar seus serviços auxiliares para colocar em operação suas unidades geradoras, também conhecido por *Black Start*;
- c) "CASO FORTUITO" ou de "FORÇA MAIOR": São considerados Casos Fortuitos ou de Força Maior os descritos nos termos do Artigo 393 do Código Civil Brasileiro;
- d) "CCEE": Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, conforme disposto na Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004;
- e) "COMPENSADOR SÍNCRONO": Máquina cujo componente principal é girante ou rotativo, que funciona sem carga mecânica, fornecendo ou absorvendo potência reativa;
- f) "CONCESSIONÁRIA DE GERAÇÃO": Pessoa jurídica com delegação do Poder Concedente para a exploração dos serviços públicos de geração de energia elétrica;
- g) "CONTRATO DE CONCESSÃO DE SERVIÇO PÚBLICO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA": Contrato celebrado entre a União, por intermédio da ANEEL, e a GERADORA regulando a concessão do SERVIÇO DE GERAÇÃO;
- h) "CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ANCILARES - CPSA": Contrato celebrado entre o ONS e a GERADORA, que estabelece os termos e condições para prestação dos SERVIÇOS ANCILARES de SUPORTE DE REATIVO referente à operação de unidade geradora como COMPENSADOR SÍNCRONO, CONTROLE SECUNDÁRIO DE FREQUÊNCIA E/OU DE INTERCÂMBIO LÍQUIDO DE POTÊNCIA ATIVA ENTRE ÁREAS ,, AUTORREESTABELECIMENTO ou SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO, ao SISTEMA INTERLIGADO, conectados à REDE BÁSICA ou à REDE DE OPERAÇÃO;
- i) "CONTRATO DE USO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO – CUST": Contrato celebrado entre o ONS e a GERADORA, que estabelece os termos e condições para a operação integrada desta ao SISTEMA INTERLIGADO;

- j) **"CONTROLE SECUNDÁRIO DE FREQUÊNCIA"**: é o controle realizado pelas unidades geradoras participantes do Controle Automático de Geração - CAG, destinado a restabelecer a frequência do sistema ao seu valor programado e manter e/ou restabelecer os intercâmbios de potência ativa aos valores programados;
- k) **"DECLARAÇÃO DE ATENDIMENTO DOS REQUISITOS DOS PROCEDIMENTOS DE REDE"**: Documento emitido pelo ONS, caracterizando uma instalação de geração apta a se integrar ao SISTEMA INTERLIGADO;
- l) **"DESLIGAMENTO PROGRAMADO"**: Desligamento de geradores, linhas de transmissão ou demais equipamentos do sistema elétrico, programado em conformidade com o estabelecido nos PROCEDIMENTOS DE REDE;
- m) **"ENCARGO DE SERVIÇOS DO SISTEMA - ESS"**: Valor em Reais correspondente aos custos incorridos na manutenção da confiabilidade e da estabilidade do sistema para o atendimento do consumo de cada sub-mercado, e que não estão incluídos no preço de liquidação das diferenças - PLD;
- n) **"EXIGÊNCIA LEGAL"**: Qualquer lei, regulamento, ato normativo ou de qualquer ordem, diretriz, decisão ou orientação da Autoridade Competente, aplicável ao serviço de energia elétrica;
- o) **"ONS"**: Operador Nacional do Sistema Elétrico, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, conforme disposto na Lei n.º 9.648 de 27 de maio de 1998 e sua regulamentação, autorizada pela ANEEL mediante a Resolução n.º 351 de 11 de novembro de 1998, responsável pela coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica no SISTEMA INTERLIGADO, integrado por titulares de concessão, permissão ou autorização e consumidores;
- p) **"OPERAÇÃO COMERCIAL"**: Data em que a(s) unidade(s) geradora(s) da GERADORA são colocadas à disposição do ONS para operação, após a execução de todos os procedimentos de comissionamento de obra, emissão de DECLARAÇÃO DE ATENDIMENTO DOS REQUISITOS DOS PROCEDIMENTOS DE REDE por parte do ONS e liberação pela ANEEL;
- q) **"OUTROS DESLIGAMENTOS"**: Qualquer período de indisponibilidade de uma instalação fora dos períodos de DESLIGAMENTO PROGRAMADO;
- r) **"PARTE"**: O ONS ou a GERADORA, estes referidos em conjunto como "PARTES";
- s) **"PROCEDIMENTOS DE REDE"**: Documento elaborado pelo ONS, com a participação dos agentes e aprovado pela ANEEL, que estabelece os procedimentos e os requisitos técnicos para o planejamento, a implantação, o uso e a operação do SISTEMA DE TRANSMISSÃO, as penalidades pelo descumprimento dos compromissos assumidos pelos diversos USUÁRIOS do SISTEMA DE TRANSMISSÃO, bem como as responsabilidades dos mesmos, do ONS e de todas as Concessionárias de Transmissão;
- t) **"REDE BÁSICA"**: Instalações de transmissão pertencentes ao SISTEMA INTERLIGADO identificadas segundo regras e condições estabelecidas pela ANEEL;
- u) **"REDE DE OPERAÇÃO"**: União da REDE BÁSICA com a rede de transmissão fora dos limites da REDE BÁSICA, cujos fenômenos que nela ocorrem têm influência significativa na REDE BÁSICA, acrescidas das Usinas Despachadas Centralizadamente, em que o ONS exerce a coordenação, a supervisão e o controle da operação do SISTEMA INTERLIGADO brasileiro, atuando diretamente através de um dos Centros de Operação, ou via Centro da empresa proprietária das instalações;



- v) "SERVIÇOS ANCILARES": Serviços prestados mediante a utilização de equipamentos ou instalações do SISTEMA INTERLIGADO que possibilitam viabilizar a operação do sistema nos padrões de qualidade, segurança e confiabilidade exigidos;
- w) "SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO" (SEP): Sistema que, a partir da detecção de uma condição anormal de operação ou de contingências múltiplas, realiza ações automáticas para preservar a integridade do SISTEMA INTERLIGADO, dos equipamentos ou das linhas de transmissão deste. O SEP abrange os Esquemas de Controle de Emergência - ECE, os Esquemas de Controle de Segurança - ECS e as proteções de caráter sistêmico;
- x) "SISTEMA INTERLIGADO": Instalações responsáveis pelo suprimento de energia elétrica a todas as regiões do país eletricamente interligadas;
- y) "SISTEMA DE TRANSMISSÃO": Instalações e equipamentos de transmissão considerados integrantes da REDE BÁSICA, bem como as conexões e demais instalações de transmissão pertencentes a uma concessionária de transmissão;
- z) "SUPORTE DE REATIVO": Fornecimento ou absorção de energia reativa, destinada ao controle de tensão da REDE DE OPERAÇÃO, mantendo-a dentro dos limites de variação estabelecidos nos PROCEDIMENTOS DE REDE;
- aa) "USUÁRIOS": Todos os agentes conectados ao SISTEMA DE TRANSMISSÃO ou que venham a fazer uso da REDE BÁSICA; e
- bb) "TARIFA DE SERVIÇOS ANCILARES" (TSA): Tarifa de remuneração dos agentes provedores do Serviço Ancilar de SUPORTE DE REATIVO referente à operação de unidade geradora como COMPENSADOR SÍNCRONO, estipulada pela ANEEL.

TÍTULO II

Do Objeto, do Prazo e da Vigência

Cláusula 2ª

Este CONTRATO tem por objetivo estabelecer os termos e as condições que irão regular a administração e coordenação, por parte do ONS, da prestação ao SISTEMA INTERLIGADO dos SERVIÇOS ANCILARES de SUPORTE DE REATIVO referente à operação de unidade geradora como COMPENSADOR SÍNCRONO, CONTROLE SECUNDÁRIO DE FREQUÊNCIA E/OU DE INTERCÂMBIO LÍQUIDO DE POTÊNCIA ATIVA ENTRE ÁREAS „ AUTORESTABELECIMENTO ou SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO, pelas unidades geradoras da GERADORA, listadas nos Anexos deste CONTRATO.

Cláusula 3ª

Pelo presente instrumento, a GERADORA atenderá o ONS sempre que este solicitar a prestação dos SERVIÇOS ANCILARES de SUPORTE DE REATIVO referente à operação de unidade geradora como COMPENSADOR SÍNCRONO e de AUTORESTABELECIMENTO nas unidades geradoras relacionadas nos Anexos I e III deste CONTRATO, respectivamente, e deixará disponíveis ao SISTEMA INTERLIGADO os equipamentos referentes à prestação dos SERVIÇOS ANCILARES de CONTROLE SECUNDÁRIO DE FREQUÊNCIA E/OU DE INTERCÂMBIO LÍQUIDO DE POTÊNCIA ATIVA ENTRE ÁREAS „ SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO nas

unidades geradoras relacionadas nos Anexos II e IV deste CONTRATO, respectivamente.

Parágrafo Único Caberá ao ONS solicitar o provimento dos SERVIÇOS ANCILARES citados no caput para as unidades geradoras listadas nos Anexos deste CONTRATO, podendo a GERADORA decidir em quais unidades geradoras o serviço será prestado, desde que não haja condições de operação do SISTEMA INTERLIGADO que impeçam tal procedimento, caso em que caberá ao ONS tomar a decisão.

Cláusula 4ª

O presente CONTRATO entrará em vigor na data da sua assinatura, permanecendo válido até a extinção da concessão ou autorização da GERADORA. Para o provimento do SERVIÇO ANCILAR de SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO, o presente CONTRATO retroagirá seus efeitos a 1ª de janeiro de 2006.

Parágrafo 1º Somente terão direito à remuneração pela prestação dos SERVIÇOS ANCILARES de SUPORTE DE REATIVO referente à operação de unidade geradora como COMPENSADOR SÍNCRONO, CONTROLE SECUNDÁRIO DE FREQUÊNCIA E/OU DE INTERCÂMBIO LÍQUIDO DE POTÊNCIA ATIVA ENTRE ÁREAS ,, AUTORRESTABELECIMENTO ou SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO as unidades geradoras relacionadas nos Anexos deste CONTRATO e que se encontrarem em OPERAÇÃO COMERCIAL.

Parágrafo 2º A execução das obrigações e dos compromissos disciplinados neste CONTRATO fica condicionada à assinatura, pela GERADORA, do CONTRATO DE USO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO - CUST com o ONS, referente às unidades geradoras constantes dos Anexos deste CONTRATO, que deverá estar em plena validade e sendo atendido em sua plenitude.

TÍTULO III
Das Exigências Gerais para a Prestação dos Serviços

Cláusula 5ª

As PARTES submeter-se-ão aos PROCEDIMENTOS DE REDE, elaborados pelo ONS e aprovados pela ANEEL.

Cláusula 6ª

O ONS irá coletar e informar à GERADORA e à CCEE, de acordo com os prazos definidos nos PROCEDIMENTOS DE REDE, os dados relativos à prestação do SERVIÇO ANCILAR de SUPORTE DE REATIVO referente à operação como COMPENSADOR SÍNCRONO das unidades geradoras definidas no Anexo I deste CONTRATO, para fins de contabilização e liquidação desse serviço, necessárias à realização das atividades da CCEE.

Cláusula 7ª

O ONS poderá verificar qualquer informação fornecida pela GERADORA sob este CONTRATO,



Fica assegurada ao **ONS** a exclusividade de solicitar à **GERADORA**, para fins sistêmicos, a operação das unidades geradoras de propriedade desta, relacionadas nos Anexos deste CONTRATO e eventuais aditivos, de acordo com os PROCEDIMENTOS DE REDE.

Capítulo II - Responsabilidade pela Integridade das Instalações da GERADORA

Cláusula 10ª

As PARTES acordam a seguinte responsabilidade pela integridade das unidades geradoras que são objeto deste contrato:

Parágrafo 1º A manutenção das instalações e equipamentos de geração relacionados nos Anexos deste CONTRATO, necessários à prestação dos SERVIÇOS ANCILARES de SUPORTE DE REATIVO referente à operação de unidade geradora como COMPENSADOR SÍNCRONO, CONTROLE SECUNDÁRIO DE FREQUÊNCIA E/OU DE INTERCÂMBIO LÍQUIDO DE POTÊNCIA ATIVA ENTRE ÁREAS ,, AUTORRESTABELECIMENTO ou SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO é de responsabilidade da **GERADORA**.

Parágrafo 2º É de responsabilidade da **GERADORA** a manutenção dos sistemas de medição, proteção e controle de todas as suas unidades geradoras constantes dos Anexos deste CONTRATO.

Capítulo III - Manutenção das Instalações da GERADORA

Cláusula 11ª

É de responsabilidade da **GERADORA** a manutenção dos sistemas destinados ao provimento dos SERVIÇOS ANCILARES de SUPORTE DE REATIVO referente à operação de unidade geradora como COMPENSADOR SÍNCRONO, CONTROLE SECUNDÁRIO DE FREQUÊNCIA E/OU DE INTERCÂMBIO LÍQUIDO DE POTÊNCIA ATIVA ENTRE ÁREAS, AUTORRESTABELECIMENTO ou SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO de todas as suas unidades geradoras que são objeto deste CONTRATO, de forma a garantir a maior disponibilidade dos mesmos, fornecendo ao **ONS** as informações necessárias, definidas nos PROCEDIMENTOS DE REDE, de forma a possibilitar ao mesmo o desenvolvimento de suas ações de coordenação, supervisão e controle da operação.

Cláusula 12ª

A **GERADORA** deverá submeter ao **ONS** a sua programação de manutenção, contemplando as intervenções que tenham influência no provimento dos SERVIÇOS ANCILARES objetos desse contrato, cabendo ao **ONS** compatibilizá-lo com as programações de manutenção das demais CONCESSIONÁRIAS DE GERAÇÃO e Autorizadas de Geração, Produtores Independentes de Energia Elétrica, Concessionárias de Transmissão e Concessionárias e Permissionárias de Distribuição, a fim de adequá-lo às conveniências operativas e de segurança do sistema, também de acordo com os PROCEDIMENTOS DE REDE.

Capítulo IV - Novas Unidades Geradoras

Cláusula 13ª

As novas unidades geradoras da GERADORA, quando forem incorporadas à prestação de SERVIÇOS ANCILARES se submeterão às mesmas regras estabelecidas neste CONTRATO, sendo que os Anexos deste CONTRATO serão atualizados para proceder à inclusão dessas novas unidades geradoras.

Parágrafo Único A atualização de que trata o caput desta cláusula dar-se-á por meio de Termo Aditivo ao presente CONTRATO.

TÍTULO V Da Remuneração pela Prestação dos Serviços

Cláusula 14ª

A GERADORA, pela prestação de SERVIÇOS ANCILARES de SUPORTE DE REATIVO através de suas unidades geradoras operando como Compensadores Síncronos, terá direito a receber, a partir da OPERAÇÃO COMERCIAL, em base mensal, através da CCEE, via ENCARGO DE SERVIÇOS DO SISTEMA - ESS, o valor em Reais, em função do montante de Energia Reativa apurado e da TARIFA DE SERVIÇOS ANCILARES – TSA estabelecida pela ANEEL.

Parágrafo 1º O valor referido no caput desta Cláusula inclui todos os custos incorridos pela GERADORA necessários à completa e perfeita execução dos serviços estabelecidos neste CONTRATO.

Parágrafo 2º Sem prejuízo à prestação do serviço referido no caput desta Cláusula, a GERADORA só terá direito à remuneração daquelas unidades geradoras operando como Compensadores Síncronos constantes do Anexo I deste CONTRATO, que estiverem com os seus sistemas de medição de geração bruta respeitando os PROCEDIMENTOS DE REDE e conectados ao Sistema de Coleta de Dados de Energia (SCDE) da CCEE.

Cláusula 15ª

A GERADORA, pela prestação dos SERVIÇOS ANCILARES de CONTROLE SECUNDÁRIO DE FREQUÊNCIA E/OU DE INTERCÂMBIO LÍQUIDO DE POTÊNCIA ATIVA ENTRE ÁREAS, de AUTORREESTABELECIMENTO ou SISTEMA ESPECIAL DE PROTEÇÃO, por meio de suas unidades geradoras, terá direito a receber, a partir da OPERAÇÃO COMERCIAL, em base mensal, através da CCEE, via ENCARGO DE SERVIÇOS DO SISTEMA - ESS, a remuneração referente aos custos de operação e manutenção de seus equipamentos.

Cláusula 16ª

A aplicação de penalidades ou sanções pecuniárias em virtude de descumprimento de EXIGÊNCIA LEGAL não ensejará a revisão dos montantes previstos nas Cláusulas 14 e 15.

TÍTULO VI
Da Apuração do Período de Prestação do Serviço Ancilar

Cláusula 17ª

O ONS informará mensalmente à GERADORA e à CCEE o período de provimento (horas) e o montante de energia reativa (Mvarh) referentes ao SERVIÇO ANCILAR de SUPORTE DE REATIVO prestados mensalmente pelas unidades geradoras da GERADORA, constantes do Anexo I deste CONTRATO, operando como COMPENSADOR SÍNCRONO.

Cláusula 18ª

As divergências eventualmente apontadas nas apurações dos períodos de provimento do SERVIÇO ANCILAR de SUPORTE DE REATIVO referente à operação de unidade geradora como COMPENSADOR SÍNCRONO e nos montantes totais de energia reativa, não afetarão os prazos do pagamento mensal, devendo a diferença, se houver, ser compensada no pagamento mensal subsequente.

TÍTULO VII
Do Caso Fortuito ou de Força Maior

Cláusula 19ª

Caso alguma das PARTES não possa cumprir qualquer de suas obrigações, em decorrência de CASO FORTUITO ou de FORÇA MAIOR, o presente CONTRATO permanecerá em vigor, ficando a obrigação afetada suspensa por tempo igual ao de duração do evento e seus efeitos.

Parágrafo Único A alegação de motivo de CASO FORTUITO ou de FORÇA MAIOR deverá ser devidamente comprovada à outra PARTE.

TÍTULO VIII
Da Responsabilidade das Partes

Cláusula 20ª

A GERADORA sujeitar-se-á, exclusivamente, às penalidades previstas na legislação pertinente pelo descumprimento de sua obrigação de prestar os SERVIÇOS ANCILARES previstos neste CONTRATO e nos PROCEDIMENTOS DE REDE.

Cláusula 21ª

O ONS sujeitar-se-á, exclusivamente, às penalidades previstas na legislação pertinente e neste CONTRATO, pelo descumprimento das regras previstas neste CONTRATO e nos PROCEDIMENTOS DE REDE.

TÍTULO IX **Da Solução de Controvérsias**

Cláusula 22ª

Eventuais controvérsias entre as PARTES, poderão ser dirimidas através de arbitragem, na forma prevista no artigo 44 do Estatuto do ONS.

TÍTULO X **Das Disposições Gerais**

Cláusula 23ª

O término do prazo deste CONTRATO não afetará quaisquer direitos ou obrigações anteriores a tal evento, ainda que seu exercício ou cumprimento se dê após a ocorrência do final da vigência deste.

Cláusula 24ª

É vedada a cessão de direitos ou obrigações derivados deste CONTRATO sem o prévio e expresso consentimento da outra PARTE.

Cláusula 25ª

Fica assegurada às PARTES a prerrogativa de, a qualquer tempo, solicitar a revisão das cláusulas e condições ora avençadas. Este CONTRATO somente poderá ser alterado mediante formalização de Termo Aditivo.

Parágrafo Único Os Anexos deste CONTRATO deverão ser atualizados, através de Termo Aditivo, sempre que houver alteração das informações e dados nele contidos, Termo este formalizado até 60 (sessenta) dias após o fato gerador.

Cláusula 26ª

Nenhum atraso ou tolerância, por qualquer das PARTES, quanto ao exercício de qualquer direito, poder, privilégio ou recurso vinculado ao presente CONTRATO será tido como passível de prejudicar tal direito, poder, privilégio ou recurso, e tampouco será interpretado como renúncia dos mesmos.

Cláusula 27ª

Exceto pelas comunicações feitas de acordo com os PROCEDIMENTOS DE REDE, qualquer aviso ou comunicação de uma PARTE à outra a respeito deste CONTRATO será feita por escrito,

podendo ser entregue pessoalmente ou enviada por correio, fax ou meio eletrônico, em qualquer dos casos, com prova do seu recebimento, ao endereço e em atenção dos representantes indicados pelas PARTES.

Cláusula 28ª

Aplicam-se a este CONTRATO as normas legais relativas ao serviço público de energia elétrica, seja por Concessionário ou por Autorizado, vigentes nesta data e as que vierem a ser editadas pelo Poder Concedente.

Cláusula 29ª

Este CONTRATO será regido e interpretado, em todos os seus aspectos, de acordo com a legislação brasileira.

Cláusula 30ª

O presente instrumento substitui o Contrato de Prestação de Serviços Ancilares CPSA nº xxx/200x, firmado em xx/xx/xxx, entre o ONS e a GERADORA, dando as partes plena, rasa e geral quitação das obrigações com relação àquele instrumento.

Cláusula 31ª

Fica eleito o Foro da Comarca de Brasília para dirimir qualquer dúvida ou questão decorrente deste CONTRATO, com expressa renúncia de qualquer outro, por mais privilegiado que o seja.



E, por estarem assim justas e contratadas, as PARTES celebram o presente instrumento em 2 (duas) vias de igual teor, na presença das 2 (duas) testemunhas abaixo assinadas.

Brasília, de de 2012

Pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS

Hermes J. Chipp
Diretor-Geral

Alvaro Fleury Veloso da Silveira
Diretor de Administração dos Serviços
da Transmissão

Pela XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Testemunhas:

Nome:
CPF:

Nome:
CPF:



ANEXO III – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA.



Procedimentos de Distribuição

Assunto: Acesso de Micro e Minigeração Distribuída	Seção: 3.7	Revisão: 6	Data de Vigência: 01/03/2016	Página: 90 de 92
---	---------------	---------------	---------------------------------	---------------------

ANEXO III – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM POTÊNCIA SUPERIOR A 10kW

1 - Identificação da Unidade Consumidora - UC	
Código da UC:	Classe:
Titular da UC:	
Rua/Av.:	Nº: CEP:
Bairro:	Cidade:
E-mail:	
Telefone: ()	Celular: ()
CNPJ/CPF:	
2 - Dados da Unidade Consumidora	
Potência instalada (kW):	Tensão de atendimento (V):
Tipo de conexão: monofásica <input type="checkbox"/>	bifásica <input type="checkbox"/> trifásica <input type="checkbox"/>
Tipo de ramal: aéreo <input type="checkbox"/>	subterrâneo <input type="checkbox"/>
3 - Dados da Geração	
Potência instalada de geração (kW):	
Tipo da Fonte de Geração:	
Hidráulica <input type="checkbox"/>	Solar <input type="checkbox"/> Eólica <input type="checkbox"/> Biomassa <input type="checkbox"/> Cogeração Qualificada <input type="checkbox"/>
Outra (especificar):	
4 - Documentação a Ser Anexada	
1. ART do Responsável Técnico pelo projeto elétrico e instalação do sistema de microgeração	<input type="checkbox"/>
2. Projeto elétrico das instalações de conexão, memorial descritivo	<input type="checkbox"/>
3. Diagrama unifilar e de blocos do sistema de geração, carga e proteção	<input type="checkbox"/>
4. Certificado de conformidade do(s) inversor(es) ou número de registro da concessão do Inmetro do(s) inversor(es) para a tensão nominal de conexão com a rede.	<input type="checkbox"/>
5. Dados necessários ao registro da central geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/fscq	<input type="checkbox"/>
6. Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI a VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012	<input type="checkbox"/>
7. Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver)	<input type="checkbox"/>
8. Documento que comprove o reconhecimento, pela ANEEL, da cogeração qualificada (se houver)	<input type="checkbox"/>
5 - Contato na Distribuidora (preenchido pela Distribuidora)	
Responsável/Área:	
Endereço:	
Telefone:	
E-mail:	
Solicitante	
Nome/Procurador Legal:	
Telefone:	
E-mail:	
_____ / _____ / _____	_____
Local	Data
Assinatura do Responsável	