

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO - CAMPUS FLORESTA**

RAQUEL DA SILVA DIAS

**TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO VERDE: UMA ABORDAGEM DA
SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA ATRAVÉS DO
GERENCIAMENTO E COGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**FLORESTA – PE
2015**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO – CAMPUS FLORESTA**

RAQUEL DA SILVA DIAS

**TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO VERDE: UMA ABORDAGEM DA
SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA ATRAVÉS DO
GERENCIAMENTO E COGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Monografia apresentada ao curso de
Tecnologia em Gestão da Tecnologia da
Informação para a obtenção do Grau de
Tecnólogo em Gestão da Tecnologia da
Informação.

Orientado por: Prof. Esp. Paulo Thiago
Lima do Nascimento

**FLORESTA – PE
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA

DIAS, RAQUEL DA SILVA.

Tecnologia da informação verde: uma abordagem da sustentabilidade energética através do gerenciamento e cogeração de energia elétrica. /

DIAS. – Floresta, 2015.

76 f. : il.

TCC (Graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Floresta. Gestão da Tecnologia da Informação.

Orientador: Prof. Paulo Thiago Lima do Nascimento.

1. Tecnologia da Informação – Sustentabilidade. 2. TI Verde. 3. Energia Alternativa. I. Título. II. Nascimento, Paulo Thiago Lima do.

CDD 338.927

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO – CAMPUS FLORESTA

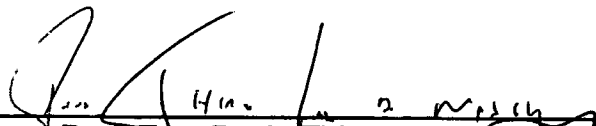
RAQUEL DA SILVA DIAS

**TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO VERDE, UMA ABORDAGEM DA
SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA ATRAVÉS DO
GERENCIAMENTO E COGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

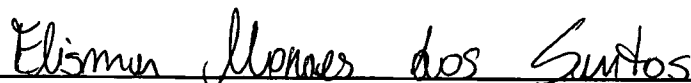
Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do Grau de Tecnólogo, e aprovada na sua forma final pela Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano

Data: 26 / 10 / 15

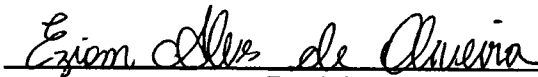
Nota: 9,50



Prof. Esp. Paulo Thiago Lima do Nascimento
Orientador



Prof. Esp. Elismar Moraes dos Santos



Prof. Ezium Alves Oliveira



FLORESTA - PE
2015

A Deus por me dar a sabedoria necessária para chegar até aqui. Ao meu marido meu maior exemplo e razão para seguir em frente, meu muito obrigada: "sempre irei te amar". À minha família que mesmo distante ofereceu-me todo apoio para que esta conquista fosse possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos e oportunidade oferecidas para estar finalizando o curso superior de Gestão da Tecnologia da Informação

Ao meu esposo Paulo Thiago, minha maior inspiração, que me concedeu apoio e condições que foram essenciais para o meu sucesso. Ao meu filho Thiago Filho que já me faz uma pessoa melhor.

À minha família, em especial à minha tia Dalgiara e seus filhos Nathan e Leandro Neto, pelo amor e carinho nessa minha caminhada.

"[...] Você é quem decide o que vai ser eterno em você, no seu coração. Deus nos dá o dom de eternizar em nós o que vale a pena, e esquecer definitivamente aquilo que não vale".

Padre Fabio de Melo

RESUMO

Com o advento de novas tecnologias e o esgotamento dos recursos naturais, a humanidade adentrou em um *status* de intensa saturação no setor energético, oriundo do surgimento de novos equipamentos, tendências tecnológicas e dispositivos. Indubitavelmente esse embrulho seria refletido em demais nichos da economia, gerando por sua vez um efeito avalanche.

Este colapso estabeleceu-se a partir da falta de ações em investimentos no setor energético (reestruturação da matriz energética), resultando na insuficiência de fornecimento de energia.

Fundamentado nos fatos, como o supracitado, as organizações vislumbraram por outro prisma a indispensabilidade incontestável da utilização dos benefícios oferecidos a partir do uso consciente da tecnologia, dando origem assim ao termo TI Verde.

Alicerçado na proposta fundamentada na sustentabilidade energética, este trabalho propõe fomentar a construção de micro-plantas de gerenciamento e cogeração de energia elétrica, baseando-se em pesquisas na área de desenvolvimento sustentável, principalmente energias alternativas com alta eficiência como técnicas de produção de potencial energético com dispositivos semicondutores.

Palavras-chave: TI Verde; Sustentabilidade; Cogeração; Energia; Alternativa.

ABSTRACT

With the advent of new technologies and the depletion of natural resources, humanity entered into an intense saturation status in the energy sector, arising from the emergence of new equipment, technology trends and devices. Undoubtedly this package would be reflected in other niches of the economy, generating in turn one avalanche effect.

This collapse was established from the lack of equity investments in the energy sector (restructuring of the energy matrix), resulting in insufficient power supply.

Based on the facts, as the above, organizations glimpsed from another standpoint the undisputed necessity of the use of benefits offered from the conscious use of technology, thus giving rise to the term Green IT.

Grounded in reasoned proposal on energy sustainability this paper proposes setting up micro-plant management and power cogeneration, based on research in the area of sustainable development, especially alternative energy with high efficiency and energy potential production techniques with semiconductor devices.

Keywords: Green IT; Sustainability; Cogeneration; Energy; Alternative.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual da oferta interna energética do Brasil	19
Figura 2 - Aspectos estruturais de um aerogerador	20
Figura 3 - Derivações de fontes de biomassa	23
Figura 4 - Uso da radiação solar de forma indireta na geração de energia elétrica	24
Figura 5 - Concentrador solar tipo Scheffer na geração elétrica	25
Figura 6 - Índice de radiação que incide o território Brasileiro	26
Figura 7 - Estrutura característica da geração de tensão em placas fotovoltaicas	28
Figura 8 - Fluxo de elétrons entre átomos dopados, externamente excitados	29
Figura 9 - Micro-planta de coleta de potencial energético CC	30
Figura 10 - Estrutura Monocristalina de silício	31
Figura 11 - Estrutura Policristalina de silício	32
Figura 12 - Diodos de bloqueio de corrente reversa, aplicado à placa solar	33
Figura 13 - Diodo de bloqueio encapsulado como TO220 AC	33
Figura 14 a e b - Inversor de frequência semi-senoidal, com sua Tensão de saída proveniente dos chaveamentos	34
Figura 15 - Diagrama do sistema do cogeração	35
Figura 16 - Acoplamento do Inversor com a rede local da concessionária	35
Figura 17 - Inversor <i>Grid-tie</i>	36
Figura 18 - Sistema supervisorio de caldeiras	38
Figura 19 - Estrutura do CLP, baseada na arquitetura e fluxo de dados	39
Figura 20 - Entrada analógica de corrente no padrão normalizado 4-20 mA	40
Figura 21 - Exemplo da aplicação da linguagem ladder associada ao CLP	41
Figura 22 - Célula de programação em blocos	42
Figura 23 - Simbologia elétrica do NTC e PTC, Curva característica dos dispositivos em função do tempo	43
Figura 24 - Estrutura codificada do encoder posicional	45
Figura 25 - Encoder com rasgos periféricos	45
Figura 26 - Sistema de controle angular para placas fotovoltaicas	46
Figura 27 - Índice térmico exemplificando uma grandeza analógica	47
Figura 28 - Índice térmico convertido em 24 amostras digitais	48
Figura 29 - Envio de dados analógicos proveniente dos sensores NTC/PTC e de Tensão para o CLP	48
Figura 30 - Conversor analógico/digital configurado nas portas analógicas do clp	49
Figura 31 - Sistema de gerenciamento em tempo real por supervisorio	52
Figura 32 - Interface do sistema supervisorio	53
Figura 33 - Arquitetura dos inversores de onda pura e modificada	55
Figura 34 - Discrepância resistiva dos barramentos	56
Figura 35 - Extrato comparativo de energia	57

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL - Agencia Nacional de Energia Elétrica.

CA - Corrente Alternada.

CC - Corrente Contínua.

CLP - Controlador Lógico Programável.

CPU - Unidade Central de Processamento.

GAP - Zona Morta

LDR - Resistor Variável por Luminosidade.

MPPT - Seguidor do ponto de máxima potência.

NEMA - National Electrical Manufacturers Association.

NTC - Negative temperature coefficient.

PIB - Produto Interno Bruto.

PLC -Programmablelogic computer.

PTC - Positive temperature coefficient.

RS 232 - Porta serial.

RTU - Unidades Terminais Remotas.

SCADA - supervisory control and data acquisition

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivo Específico.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
1.3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA.....	16
2. TI VERDE.....	17
3. SETOR ELÉTRICO.....	18
3.1 O SETOR ENERGÉTICO NO BRASIL.....	18
3.2. ENERGIA EÓLICA.....	19
3.3. ENERGIA ORIUNDA DE BIOMASSA.....	21
3.4. CONVERSÃO DA RADIAÇÃO SOLAR EM ENERGIA.....	23
3.4.1. Concentrador de Calor.....	24
3.5. EFEITO FOTOELÉTRICO.....	27
3.5.1. Silício Policristalino X Monocristalino.....	30
3.5.2. Diodo de Bloqueio.....	32
3.6. INVERSOR DE FREQUÊNCIA.....	34
3.7 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INTERLIGADOS A REDE (<i>ON-GRID</i>).....	36
4. GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE COGERAÇÃO.....	37
4.1. GERENCIAMENTO VIA SOFTWARE SUPERVISÓRIO.....	37
4.1.1 Controlador Lógico Programável.....	38
4.1.1.1. Linguagem Ladder para CLP.....	40
4.1.1.2. Linguagem em blocos para CLP.....	41
4.2. SENSORES.....	43
4.3. ATUADORES.....	45
4.4. LEITURA E TIPOS DE DADOS.....	47
4.5. SUPERVISÓRIOS.....	49
5. PROPOSTAS DE MODELO DE COGERAÇÃO.....	51
5.1. SCADA.....	51
5.2. ARQUITETURA E CONFIGURAÇÕES.....	54
6. ESTUDO DE CASO.....	56
7. CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO A.....	63

1. INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de *software* e serviços de tecnologia da informação (TI) cresce, na média, acima do dobro da expansão do PIB. Em 2014, a participação de TI no PIB foi de 7,0%, segundo estudo elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). (CARVALHO, 2012).

Esse crescimento exponencial, muitas vezes é construído e executado de forma inadequada, culminando em uma série de efeitos colaterais no meio ambiente, dentre eles pode-se citar: o descarte inadequado de lixo tecnológico e sobrecarga no setor energético.

Baseado nesse inquietante status foi fomentado um novo estudo, que possui como alicerce a sustentabilidade aplicada a tecnologia da informação, denominada posteriormente como TI Verde.

A nomenclatura Computação Verde ou *Green Computing* e Tecnologia da Informação Verde ou *Green Information Technology* são termos usados para descrever os estudos e práticas para o uso eficiente de recursos associados às tecnologias da informação. Em circunstâncias gerais, engloba todas as ações de responsabilidade como: a redução do consumo energético, construção de componentes de baixo consumo, reciclagem, redução de resíduos, produção de componentes atóxicos, desenvolvimento de sistemas energeticamente eficientes. (NORCIA *et al*, 2012)

Fundamentado nesse contexto ecologicamente correto uma das abordagens e viés de pesquisas, sobressai diante das demais, tal segmento é associado a cogeração de energia elétrica, que consiste em auto-suficiência na produção de energia.

Toda energia em um âmbito geral sempre instigou e aguçou a curiosidade humana seja um simples evento cotidiano como o nascer do sol ou a queda de corpos. Essa energia exaustivamente estudada empiricamente e cientificamente, propôs ao homem o alicerce para todas as tecnologias derivadas. Com a produção de energia elétrica não foi diferente, essa vertente de estudos iniciou-se na Grécia antiga com o filósofo e matemático Tales de Mileto que descobriu ao esfregar um pedaço de âmbar (seiva endurecida de algumas árvores) em um pedaço de pano ou no couro de animais, que o âmbar passava a atrair objetos leves, como palha ou penas de pássaros. Após muitos anos de “calmaria” científica, uma nova geração de

pesquisadores culminou em descobrir novas facetas para a utilização da eletricidade, entre eles os grandes cientistas Nikola Tesla e Thomas Edison.

Após a revolução industrial e as novas tendências organizacionais do século XX em indústrias e empresas, o setor secundário da economia mundial passou por uma readaptação estrutural que provocou um aumento do consumo de energia elétrica, que conseqüentemente forçou as empresas de geração e distribuição de energia a elevarem a produção de forma exponencial.

Teoricamente o setor secundário da economia nacional deveria seguir os padrões mundiais, porém houve uma discrepância na geração e consumo de eletricidade, ocasionada pela ineficácia da gestão energética nacional, proporcionando um evento vergonhoso chamado de apagão do setor energético Brasileiro.

Baseado nessa problemática fica uma inquietante indagação: Como gerenciar e produzir energia elétrica de forma limpa, sustentável e independente?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Motivado pela proposta da TI Verde e da falta de perspectivas e planos de gerenciamento energético nacional o trabalho propõe implantar e facilitar o gerenciamento de micro plantas de geração de energia elétrica, estruturadas a partir de energias ecologicamente corretas (renováveis e alternativas), focando principalmente em dispositivos fotossensíveis como placas solares, empregando um sistema de controle e gerenciamento.

1.1.2 Objetivo Específico

- Conceber novas estratégias de gestão de tecnologia baseadas na sustentabilidade
- Mostrar uma maneira de minimizar os custos na utilização dos recursos tecnológicos disponíveis
- Apresentar um sistema capaz de reduzir os impactos socioambientais das gerações de energia convencionais.
- Sondar o padrão de geração (densidade energética) w/m^2 do ambiente, estabelecido a partir da radiação solar.
- Propor um sistema de captação de energia elétrica, baseado em energias alternativas
- Expor um sistema de gerenciamento energético.

1.2 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista as novas políticas da tecnologia da informação e a recente crise energética envolvendo o País, o tema proposto busca mostrar a necessidade do uso racional e sustentável de toda forma de energia.

O estudo enquadra-se em um contexto da pesquisa desenvolvida pelo autor durante o período em que foi discente da graduação, quando estudou os mecanismos de *hardwares* e *softwares* específicos para a elaboração do projeto de cunho científico.

O trabalho proposto, obtendo qualidade e profundidade necessárias, poderá contribuir para a redução do uso excessivo e indiscriminado de energia elétrica, originado pela elevação exponencial do setor tecnológico.

1.3 METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

A metodologia utilizada foi, basicamente, a coleta de dados/informações acerca da densidade de radiação solar local, principalmente, através da aquisição em tempo real via *software* supervisorio. Além disso, foram realizadas pesquisas bibliográficas, que permitiram que se tomasse conhecimento de material relevante, tomando-se por base o que já foi publicado em relação ao tema, de modo que se possa delinear uma nova abordagem sobre o mesmo, chegando a conclusões que possam servir de embasamento para pesquisas futuras.

Dentro desta abordagem a presente pesquisa possuiu um cunho experimental (estudo de caso). A proposta é que, ao final da apreciação, os leitores possam visualizar e entender os fatores que influenciaram na sobrecarga do setor energético, como também evidenciar a necessidade de uma visão sustentável e ecologicamente eficiente.

A metodologia foi aplicada em etapas distintas transcritas cronologicamente nos itens listados abaixo:

- Tecnologia da informação verde
- Demonstração dos sistemas de geração de energia limpa
- Coleta de dados, densidade W/m^2 .
- Implantação dos dispositivos ecologicamente corretos como semicondutores extrínsecos (placas solares) dentre outros.
- Instalação dos dispositivos de conversão de tensão CC/CA em modo *grid-on*
- Monitoramento da injeção de corrente elétrica através do supervisorio.

2. TI VERDE

Com o avanço da TI, aumenta-se a necessidade e a preocupação em relação aos efeitos que o uso inadequado da mesma causa ao meio ambiente. Essas tecnologias são responsáveis pela emissão de gás carbônico na atmosfera (processo de fabricação), alto consumo de energia, e, além de, ao serem descartadas incorretamente poderem causar sérias enfermidade ao ser humano, pois os equipamentos eletrônicos são compostos por diversos elementos químicos nocivos como mercúrio, cádmio e chumbo, que ao entrarem em contato com o ar e o solo podem provocar complicações a saúde. (SANTOS, 2013)

Somando os gastos necessários para manter a infraestrutura da tecnologia da informação com servidores, computadores, monitores e demais periféricos funcionando apropriadamente, a área de TI representa a terceira maior fonte de consumo de energia dentro das empresas. (LUNARD *et al*, 2014).

Segundo Molla *et al.* (2008), existem quatro fundamentos que são considerados na definição de TI Verde:

- 1- O direcionamento aos desafios em torno da infraestrutura de TI;
- 2- As contribuições da TI para reduzir os impactos ambientais causados pelas atividades de TI;
- 3- O suporte da TI às práticas de negócios sustentáveis ambientalmente;
- 4- O papel da TI na economia de baixa emissão de gases.

Conforme Brooks, Wang e Sarker, 2010

Assim, para entender e estudar compreensivamente a TI Verde é necessário considerar o consumo de energia e o seu gerenciamento, as práticas de manufatura, o projeto e as operações de *datacenters*, a reciclagem e o descarte dos equipamentos computacionais, os assuntos de custos de propriedade, o desempenho dos sistemas e o uso de sistemas eficientes, e as práticas ambientais, sociais e éticas relacionadas à aquisição, uso e descarte da TI.

3. SETOR ELÉTRICO

Com cerca de 8,5 milhões de quilômetros quadrados e condições edafoclimáticas (fatores do meio, tais como o clima, o relevo, a litologia e etc) favoráveis, o Brasil possui um dos melhores potenciais energéticos do mundo. Se, por um lado, as reservas de combustíveis fósseis de fácil acesso são relativamente reduzidas, por outro, os outros potenciais hidráulicos, da irradiação solar, da biomassa e da força dos ventos são abundantes para garantir a auto-suficiência energética do país até mesmo do globo. Contudo, apenas duas fontes energéticas, hidráulica e petróleo (e seus derivados), têm sido extensivamente aproveitadas. Cerca de 90% do suprimento de energia elétrica do país provém de geração hidráulica, e o petróleo representa mais de 30% da matriz energética nacional. Apesar da importância dessas fontes, a conjuntura atual do setor elétrico Brasileiro possui crescimento da demanda (alavancado principalmente pela economia), escassez de oferta e restrições financeiras, socioeconômicas e ambientais, isso indica que o suprimento futuro de energia elétrica exigirá maior aproveitamento de fontes alternativas (ANEEL, 2005)

3.1 O SETOR ENERGÉTICO NO BRASIL

De acordo com o banco mundial, o Brasil encontra-se entre as dez maiores economias do planeta representando cerca de 2,8% do PIB mundial. Contudo, ainda é considerado como um país em desenvolvimento. A figura 1 apresenta a composição do potencial energético Brasileiro para o ano de 2007. O Principal destaque diz respeito às fontes renováveis (convencionais) de energia que ocupam 45,9% da matriz enquanto a média mundial é de 12,9%. (BORGES; CARVALHO, 2012).

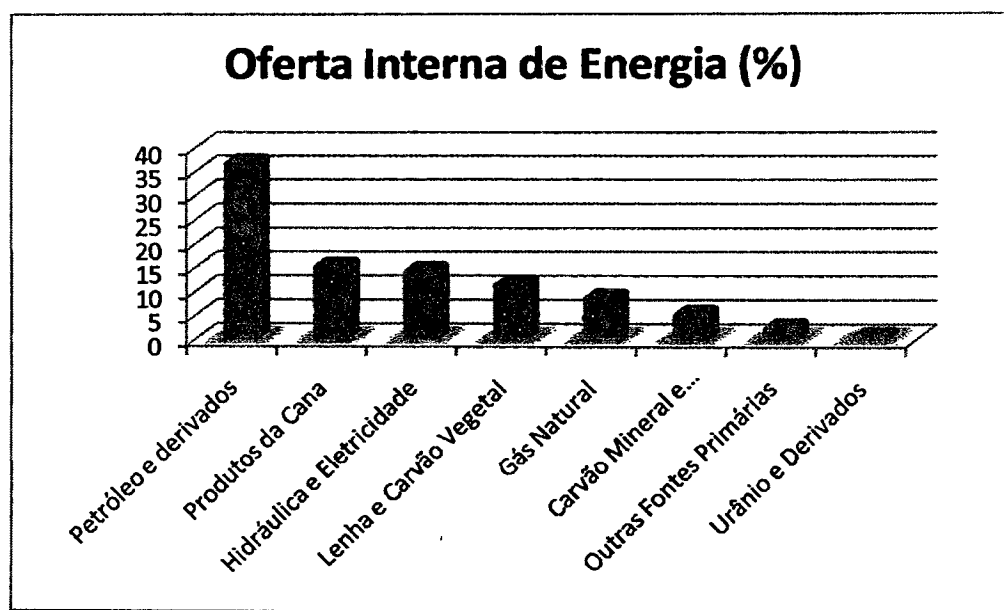


Figura 1 - Percentual da oferta interna energética do Brasil
 Fonte: BORGES; CARVALHO, 2012.

As dimensões continentais do Brasil acabam por reproduzir, em menor escala, as questões levantadas sobre a energia nos países em desenvolvimento descritos. As regiões, com forte concentração de renda, também são as mais populosas e apresentam um padrão de consumo superior às de menor poder aquisitivo, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 – Consumo Energético Regional.

Regiões/Estados	População	Consumo Residencial (GWh)	Consumo Residencial (KWh/hab)
Sudeste	77.873.120	49.522	635,93
Sul	26.733.595	14.984	560,49
Centro-Oeste	13.222.854	6.848	517,89
Norte	14.623.316	4.684	320,3
Nordeste	51.534.406	14.843	272,49

Fonte: BORGES; CARVALHO, 2012.

3.2. ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é aproveitada pela movimentação do ar, na forma de vento, abundante fonte de energia, renovável, limpa e disponível em todo o mundo. Inicialmente aproveitado pela civilização Persas, no Séc. V, esse dispositivo consiste

na utilização do vento que, ao atingir um obstáculo em forma de chapa (hélice), impulsiona uma bomba de sucção da água, para um reservatório, e depois utilizada na agricultura de modo geral, aproveitando-se a força da gravidade. O aproveitamento da força dos ventos é feito pela conversão da energia cinética, através do giro das pás de uma turbina eólica e ou mecânica em um sistema constituído por vários componentes. A mensuração das condições climáticas e localização propiciam um melhor rendimento final ao processo. Para uma visão global da conversão da energia dos ventos em eletricidade, devemos considerar os principais componentes visualizado na figura 2 (MOREIRA JR, 2009).

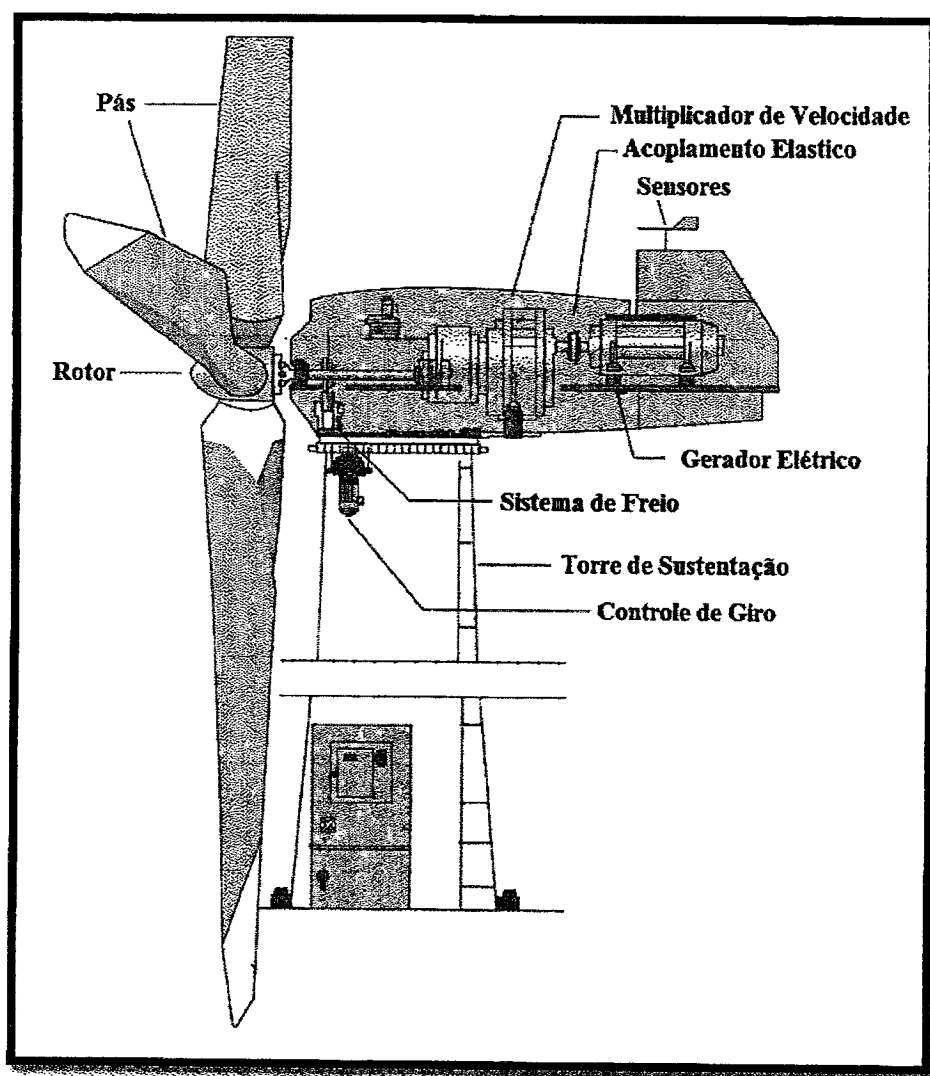


Figura 2 - Aspectos estruturais de um aerogerador
Fonte: ANEEL, 2005.

Pás – Dispositivo que converte a energia cinética linear proveniente do vento (massa de ar), em rotação, devido principalmente a aerodinâmica da arquitetura, podendo possuir padrões horizontais e verticais com três quatro ou cinco elementos.

Rotor – Elemento que envia a energia cinética angular proveniente das pás para o eixo mecanicamente acoplado a caixa de redução ou modificadora de torque, constituída de um conjunto de engrenagens com dimensões distintas.

Multiplicador de Velocidade – Amplificador de velocidade angular, e consequentemente redutor de conjugado mecânico.

Acoplamento Elástico – Transmissor e amortecedor de energia mecânica proveniente da caixa de redução.

Sensores – Dispositivos sensitivos que captam as modificações das grandezas do ambiente, especificamente a direção, velocidade do deslocamento de ar e temperatura interna do controle.

Gerador Elétrico – Máquina elétrica que converte energia mecânica através do torque aplicado ao eixo em conjugado eletromagnético (energia elétrica) em padrões elétricos alternados ou menos usual contínuo.

Sistema de Freio – Elemento de controle de velocidade, normalmente executado por um controlador lógico programável CLP ou microcontrolador acionado pelo sensor de velocidade.

Torre de Sustentação – Suporte físico (estrutural) do aerogerador, normalmente em aço carbono de alta densidade.

Controle de Giro – Máquina Elétrica baseada em um receptor (motor), que rotaciona o conjunto de geração conforme a orientação das massas de ar.

3.3. ENERGIA ORIUNDA DE BIOMASSA

A biomassa pode ser caracterizada como qualquer matéria orgânica degradável que possa ser transformada em outros tipos de energia como: térmica, mecânica ou elétrica, é utilizada como fonte de energia desde os primórdios da civilização humana, igualmente a utilização eólica. A biomassa permitiu ao homem primitivo uma drástica evolução nos hábitos de vida, após o domínio do fogo.

A descoberta do fogo possibilitou ao ser humano produzir luz e calor, o que permitia a transformação de materiais e, dentro desse contexto, amadeira (utilizada na forma de lenha) foi, durante milhares de anos, a fonte de energia que possibilitou ao homem evoluir as suas tecnologias. A descoberta dos metais e o desenvolvimento de técnicas de combustão da lenha permitiram a fabricação e a modelagem de armas e ferramentas que facilitaram diversos trabalhos. (MORTOZA, 2010).

Segundo Cortez *et al*, (2008),

Analisando as tecnologias das fontes energéticas alternativas renováveis, já suficientemente maduras para serem empregadas comercialmente, somente a biomassa, utilizada em processos modernos com elevada eficiência tecnológica, possui a flexibilidade de suprir energéticos tanto para a produção de energia elétrica quanto para mover o setor de transportes. A biomassa tem origem em resíduos sólidos urbanos, como animais, vegetais, industriais e florestais. A biomassa apresenta diferentes tecnologias para o processamento e transformação de energia, mas todas as tecnologias atualmente usadas possuem dois problemas cruciais: o custo da biomassa e a eficiência energética de sua cadeia produtiva.

A biomassa também pode ser obtida de vegetais não-lenhosos, de vegetais lenhosos, como é o caso da madeira e seus resíduos, e também de resíduos orgânicos como o lixo, nos quais encontramos os resíduos agrícolas, urbanos e industriais. Assim como também se pode obter biomassa dos biofluidos, como os óleos vegetais (por exemplo, mamona e soja). A Figura 3 mostra um esquema das fontes de biomassa (CORTEZ *et al*, 2008).

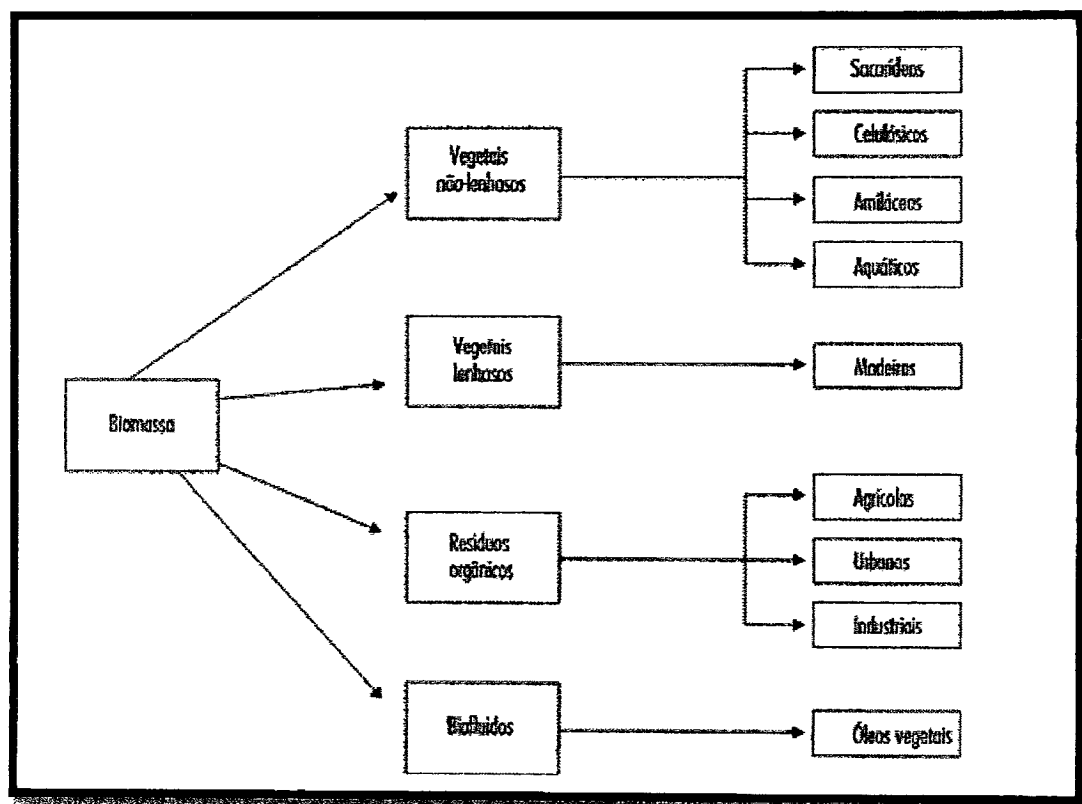


Figura 3 - Derivações de fontes de biomassa
 Fonte: CORTEZ *et al*, 2008.

O grande ponto negativo de uma forma geral na utilização de uma vertente da biomassa são os resíduos atribuídos ao processo de conversão da energia térmica em elétrica (queima). Resíduos esses que são os principais causadores de interferências climáticas como redução da densidade de ozônio na atmosfera, ilhas de calor, elevação de nível dos oceanos etc.

3.4. CONVERSÃO DA RADIAÇÃO SOLAR EM ENERGIA

Grande parte da matéria energética total é oriunda de formas indiretas da conversão da energia solar, por necessitarem da mesma para estabelecer-se. A radiação solar, por apresentar diversas facetas, pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos, como em fogões solares, ambientes e para conversão termo-elétrico, visualizado na figura 4, podendo ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, baseado na excitação de elétrons na presença de incidência de lumens proveniente do sol (ANEEL, 2005).

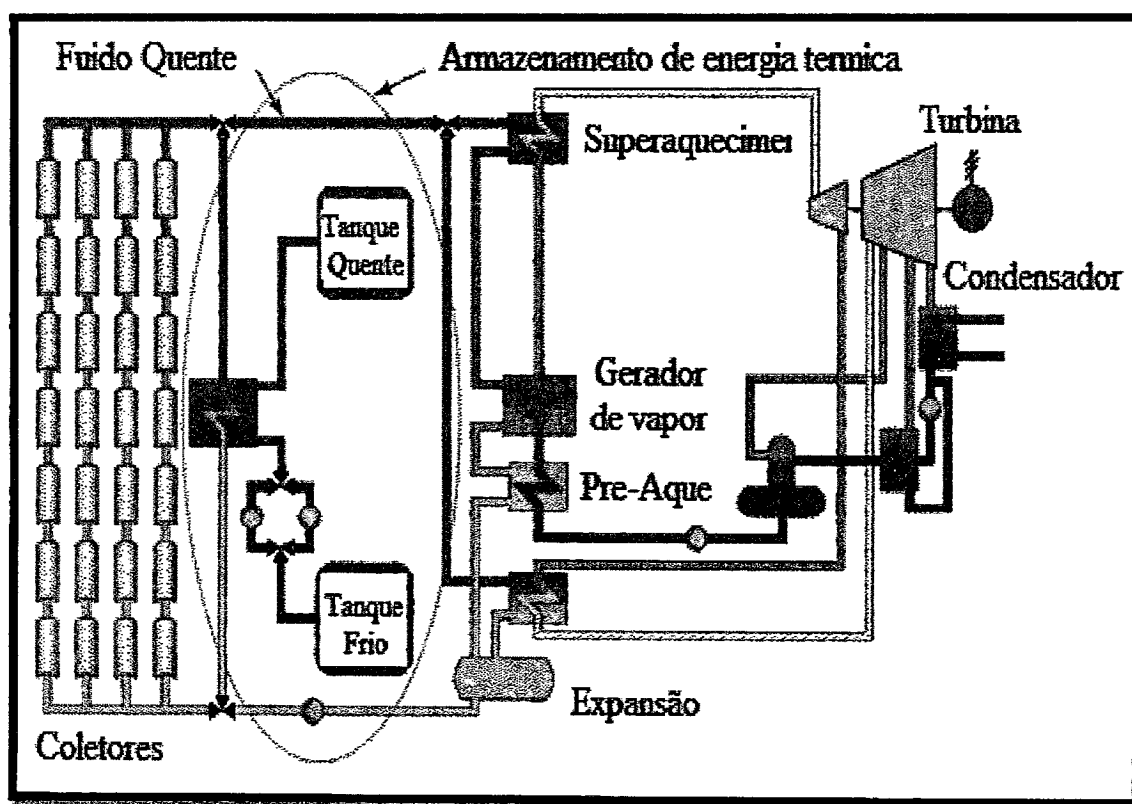


Figura 4 - Uso da radiação solar de forma indireta na geração de energia elétrica
 Fonte: NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY.

3.4.1. Concentrador de Calor

Concentradores de radiação solar parabólicos já são usados há mais de 150 anos, mas devido à descoberta do gás natural oriundo do petróleo no início do século XX, diminuiu-se drasticamente a sua utilização (devido ao custo de produção), e consequentemente, a pesquisa desta vertente culminou em um estado obsoleto. (DIB, 2009)

De acordo com DIB, 2009,

O modelo de concentrador solar de foco fixo, desenvolvido na Alemanha pelo físico austríaco Wolfgang Scheffler, que foi batizado posteriormente por seus colaboradores de concentrador solar *Scheffler*, foi projetado de forma a rotacionar de forma síncrona com o movimento de rotação da terra. Para tal fim, o foco do concentrador fica sempre fixo no local almejado, e a geometria da superfície de reflexão foi calculada de forma que o foco (com temperatura de até 600°C) ficasse em posição frontal ao concentrador, sendo possível então que o concentrador se posicionasse ao lado externo

de algum lugar coberto (laboratório, por exemplo) e seu foco, do lado interno desse lugar. Essas duas principais características do concentrador solar tipo *Scheffler*.

A figura 5 mostra o concentrador de calor tipo *Scheffler* na produção de energia elétrica.

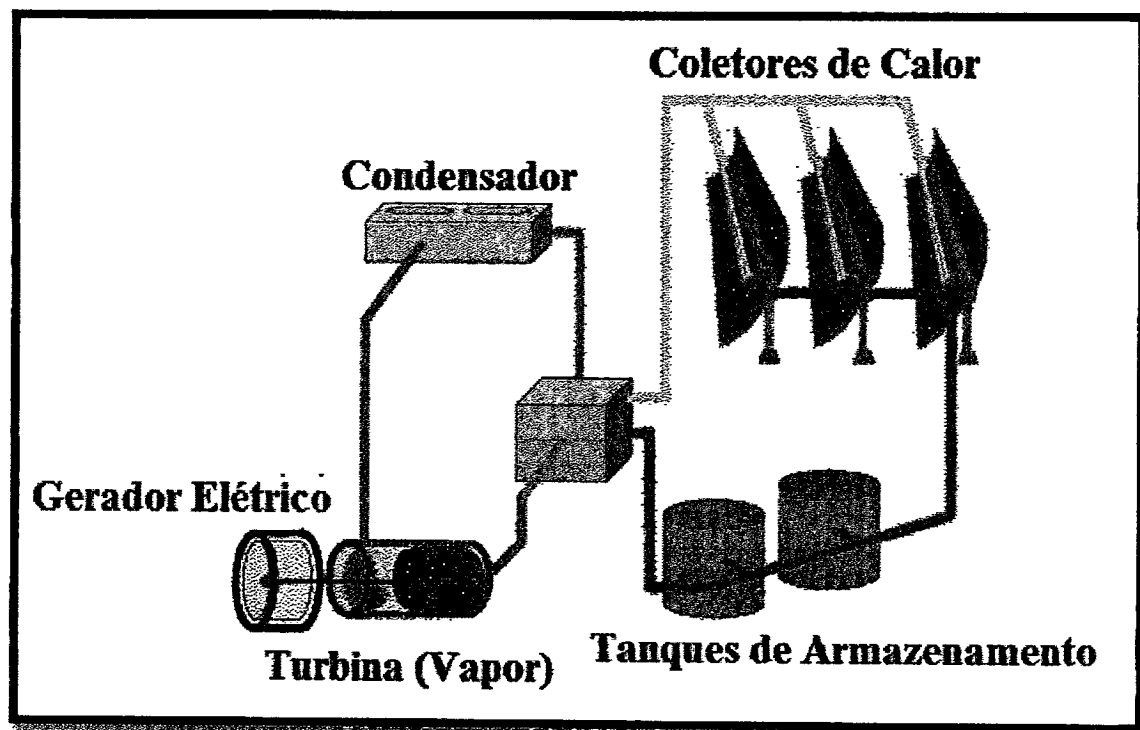


Figura 5 – Concentrador solar tipo Scheffer na geração elétrica
Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

O sistema do concentrador tipo *Scheffler* está baseado no aquecimento de um fluido com baixa densidade através dos coletores que aquecem um fluido mais viscoso (alta densidade), que ao percorrer o percurso do duto obtêm o calor por transferência térmica. O fluido com alta densidade ao encontrar o fluido de baixa densidade na caldeira gera vapor que é enviado a turbinas acopladas em geradores, que conseqüentemente produz um padrão de energia elétrica.

Segundo ANEEL, (2005),

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais normalmente com Valência de 4 elétrons, particularmente germânio e silício (semicondutores) localizados na família 4A da tabela periódica. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O primeiro caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial, provocada pela junção de dois

O Sol fornece anualmente, para a atmosfera terrestre, $1,5 \times 10^{18}$ KW/h de energia. Trata-se de um valor estupendo, correspondendo a 10000 vezes o consumo mundial de energia neste período. Esse fato vem indicar que, além de ser responsável pela manutenção da vida na terra de forma direta, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de aproveitamento, captação e conversão em outra forma de energia (térmica, elétrica, mecânica e etc.) (CRESESB, s.d.).

Uma das possíveis formas de conversão da energia solar é conseguida através do efeito fotovoltaico que ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas. Estas células são componentes optoeletrônicos que convertem diretamente a radiação solar em eletricidade (GTES, 2004).

O custo desses equipamentos é o principal fator que define a opção por outras fontes geradoras mais baratas, entretanto o sistema fotovoltaico não produz resíduo algum como as usinas nucleares, não poluem o meio ambiente como as termoelétricas a gás ou a carvão, e não envolvem nenhum impacto ambiental, social e econômico como as hidrelétricas (CASARO; MARTINS, 2010).

3.5. EFEITO FOTOELÉTRICO

Os sistemas fotovoltaicos têm como elemento principal a célula, que possui características provenientes dos semicondutores como silício e germânio, que se excitados com uma forma de energia externa, no caso o sol, produzem o efeito fotoelétrico ou geração de energia em patamar contínuo, como visualizado na figura 7.

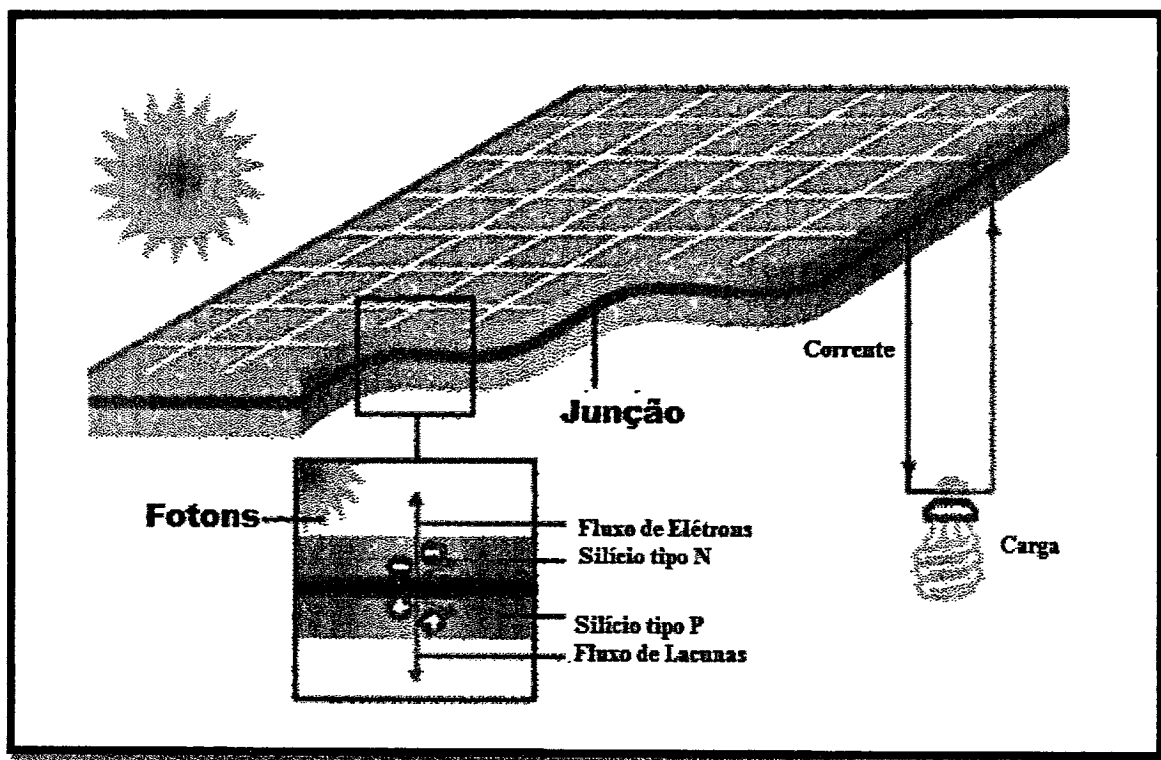


Figura 7 - Estrutura característica da geração de tensão em placas fotovoltaicas
Fonte: POWER CLOUDS.

Nota: Adaptado pelo autor.

No instante em que os fótons incidem nas células fotovoltaicas estabelece-se um efeito denominado efeito fotoelétrico; os elétrons que giram à volta do núcleo atômico do material semiconductor são ali mantidos por forças de atração (núcleo-elétron). Se a estes for fornecida energia suficiente (energia externa), eles abandonarão as suas órbitas.

Conforme proposto por CRESESB, *s.d.*

O semiconductor mais usado é o silício. Seus átomos se caracterizam por possuírem quatro elétrons de valência (última camada do átomo) que se ligam aos vizinhos, formando uma rede cristalina obedecendo assim as ligações covalentes. Ao se adicionarem átomos com cinco elétrons de ligação, como o fósforo, por exemplo, haverá um elétron em excesso que não poderá ser emparelhado e que ficará "sobrando", este elétron estará fracamente ligado a seu átomo de origem, podendo assim facilmente fluir para outros átomos na presença de uma força excitante externa. Isto faz com que, com pouca energia térmica, este elétron se livre, indo para a banda de condução. Diz-se assim, que o fósforo é um dopante doador de elétrons e denomina-se dopante n ou impureza n, caracterizado pelo módulo do elétron que é negativo. Se, por outro lado, introduzem-se átomos com apenas três elétrons de ligação, como é o caso do boro, haverá uma falta

de um elétron para satisfazer as ligações com os átomos de silício da rede. Esta falta de elétron é denominada lacuna e ocorre que, com pouca energia térmica, um elétron de um local vizinho pode passar a essa posição, fazendo com que o buraco se desloque. Diz-se, portanto, que o boro é um aceitador de elétrons ou um dopante p (CRESESB, s.d.).

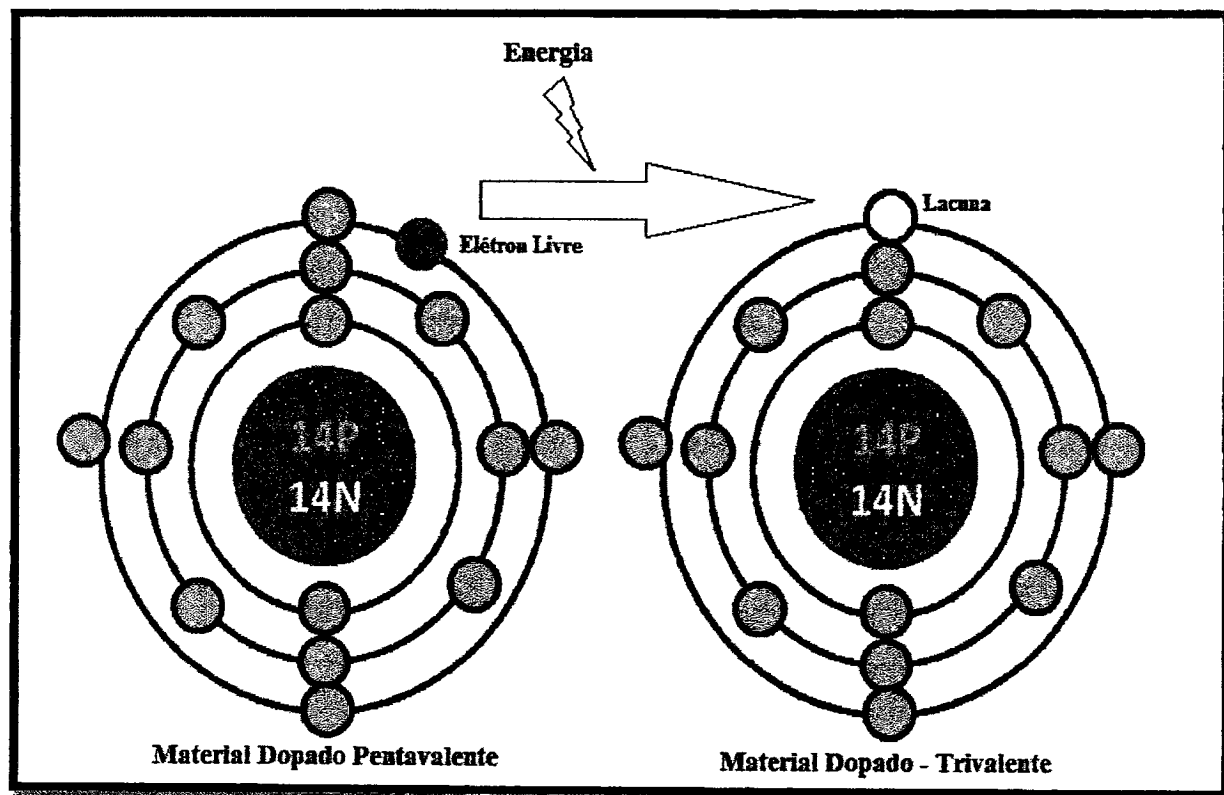


Figura 8 - Fluxo de elétrons entre átomos dopados, externamente excitados
Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015

As células fotovoltaicas classificam-se em monocristalina que possuem um significativo rendimento superior, (são à base do projeto visualizado na figura 9), e policristalina que apresenta discrepância de rendimento relacionando-as a células monocristalinas, visualizado na tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros de conversão radiação solar e aproveitamento energético

TIPO DE CONSTRUÇÃO	RENDIRENTO (η)	PERDA
MONOCRISTALINA	14%	86%
POLICRISTALINA	13%	87%

Fonte: GREEN *et al*, 2000

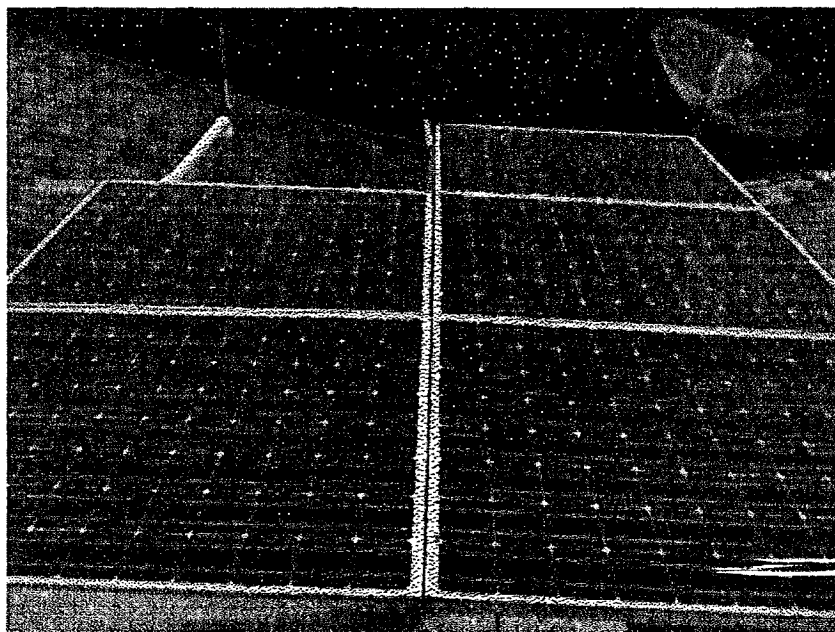


Figura 9 - Micro-planta de coleta de potencial energético CC

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015

3.5.1. Silício Policristalino X Monocristalino.

Segundo BRAGA, 2008, a célula de silício monocristalino é historicamente a mais usada e comercializada como conversor direto de energia solar em eletricidade e a tecnologia para sua fabricação é um processo básico muito bem constituído. A fabricação da célula de silício começa com a extração do cristal de dióxido de silício, facilmente encontrado na superfície do planeta. Este material é desoxidado (remoção do oxigênio) em grandes fornos, purificado e solidificado. Este processo atinge um grau de pureza entre 98 e 99% o que é razoavelmente eficiente sob o ponto de vista energético e custo, porém, este silício para funcionar como célula fotovoltaica necessita de outros dispositivos semicondutores e de um grau de pureza maior, devendo chegar à faixa de 99,9999%. Para utilizar o silício na indústria eletrônica, além do alto grau de pureza, o material deve ter a estrutura monocristalina e baixa densidade de defeitos na rede. O processo mais utilizado para chegar às qualificações desejadas é chamado "Processo Czochralski". O silício é fundido juntamente com uma pequena quantidade de dopante, normalmente o boro que é do tipo P. Com um fragmento do cristal devidamente orientado e sob rígido controle de temperatura, vai-se extraindo do material fundido um grande

cilindro de silício monocristalino levemente dopado. A figura 10 mostra uma placa de silício com características monocristalinas.

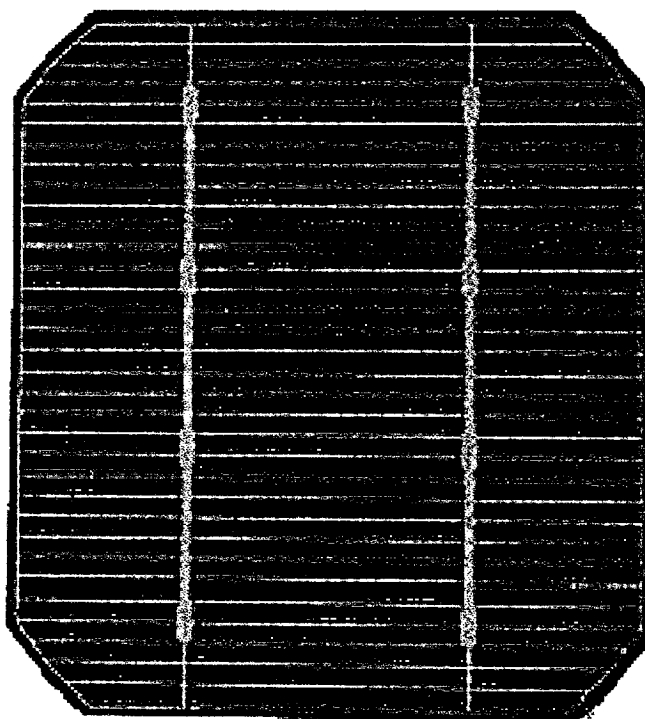


Figura 10 - Estrutura Monocristalina de silício

Fonte: CRESESB, *sd*.

As células de silício policristalino (também conhecido como silício multicristalino), mostradas na Figura 11, são mais baratas que as de silício monocristalino por exigirem um processo de preparação das células menos rigoroso. A eficiência, no entanto, cai um pouco em comparação às células de silício monocristalino (cerca de 20%) podem ser preparadas pelo corte de um lingote, de fitas ou depositando um filme num substrato, tanto por transporte de vapor como por imersão. Nestes dois últimos casos somente o silício policristalino pode ser obtido. Cada técnica produz cristais com características específicas, incluindo tamanho e morfologia estrutural. (BRAGA, 2008)

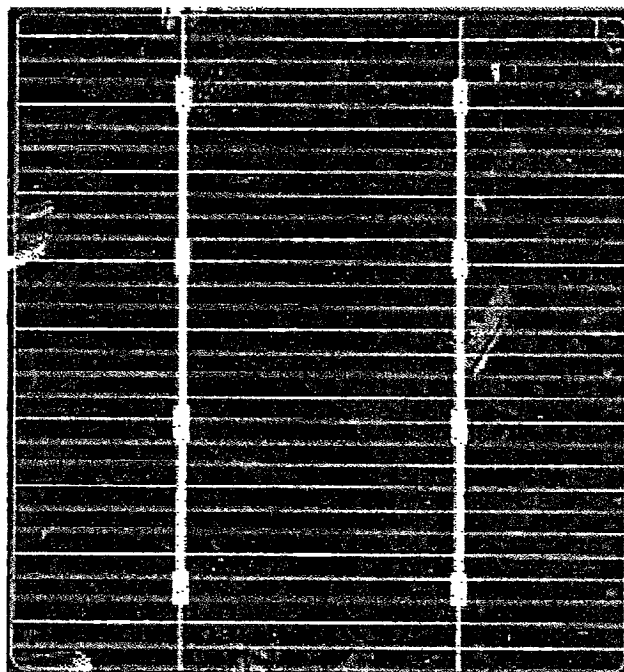


Figura 11 - Estrutura Policristalina de silício

Fonte: CRESESB, *sd.*

3.5.2. Diodo de Bloqueio

O diodo de bloqueio visualizado nas figuras 12 e 13, promove o desligamento entre as fileiras dos módulos individuais, em caso de ocorrer um curto-circuito ou sombreamento de uma fileira, as restantes poderão continuar sem alterações provenientes das correntes parasitas. Sem os diodos de bloqueio nas fileiras uma corrente inversa fluiria no sentido inverso da fileira afetada a ponto de danificar o sistema por completo, podendo ocasionar desde uma drástica redução na geração como até a queima do controlador de carga (BARROS, 2011).

Ainda segundo Barros, 2011, A tensão do diodo de bloqueio da fileira deve ser, obrigatoriamente maior ou igual ao dobro de tensão de circuito aberto da fileira fotovoltaica.

Os diodos de bloqueio das fileiras estão diretamente polarizados, portanto facilmente os elétrons cruzaram a região de depleção (GAP), permitindo assim o fluxo de corrente elétrica.

A corrente circulante provoca quedas de tensão de 0,7 V para diodos de silício e 0,3V pra diodos de germânio.

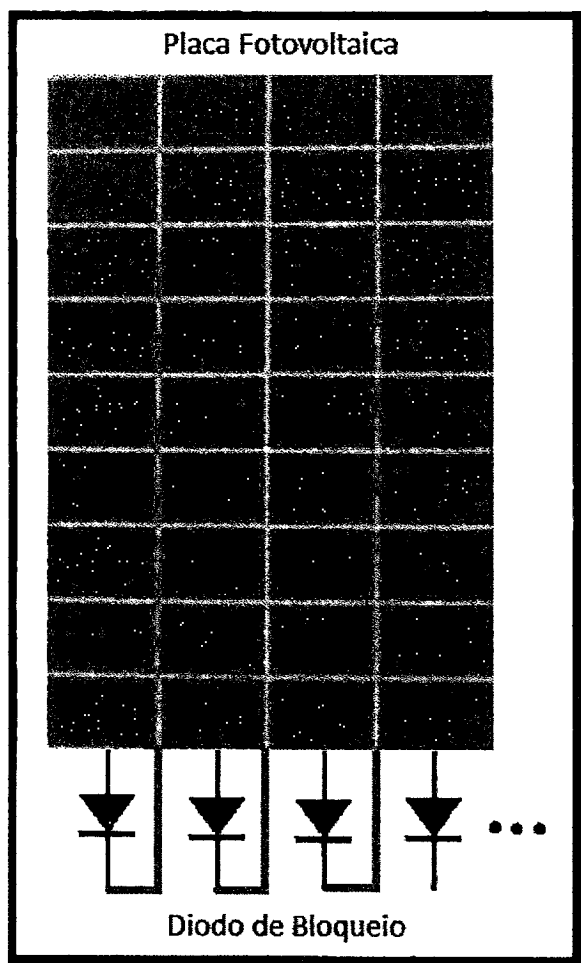


Figura 12 - Diodos de bloqueio de corrente reversa, aplicado à placa solar
Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015

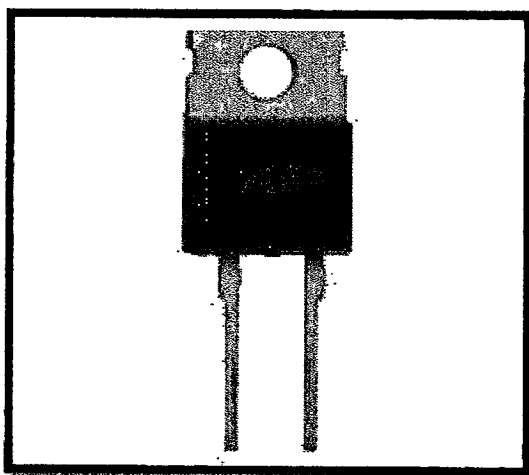


Figura 13 – Diodo de bloqueio encapsulado como TO220 AC
Fonte: NXP.

3.6. INVERSOR DE FREQUÊNCIA

A tensão proveniente das placas de silício apresenta característica peculiar e desnecessária na forma bruta, porém com a obtenção de um inversor visualizado na figura 14.a, esse evento é extinto. O inversor de frequência tem por finalidade converter padrões de tensão de corrente contínua para corrente alternada, isso é feito através de chaveamento de dispositivos de disparo (transistor, tiristor). Com a correta combinação de pulsos dos dispositivos, o que inicialmente era contínua passa a apresentar características similares a uma onda oscilante (senoidal), porém com vestígios (espúrios) do chaveamento que a originou, apresentado na figura 14.b.

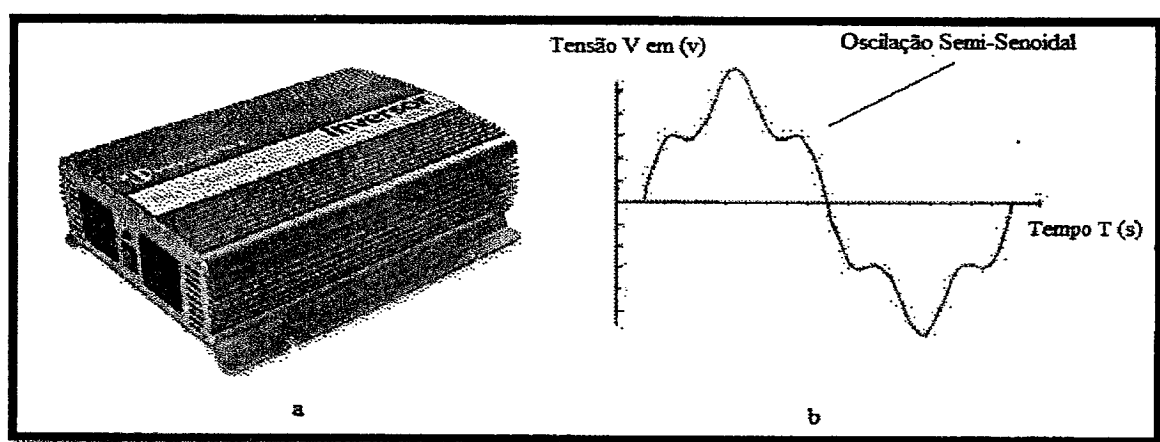


Figura 14 a e b - Inversor de frequência semi-senoidal, com sua Tensão de saída proveniente dos chaveamentos

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015

Para sanar esse problema aplica-se o inversor do tipo *grid-tied* que possui um chaveamento elevado, portanto aproxima-se cada vez mais de uma onda senoidal pura, como também sincroniza esta, para um possível acoplamento à rede elétrica.

Com o padrão de tensão em corrente alternada previamente estabelecido, o sistema encontra-se em sua fase final, faltando apenas à ligação mecânica da geração fotovoltaica ao dispositivo de verificação de fluxo de corrente elétrica ou wattímetro, que indicará a potência produzida, a qual conseqüentemente é injetada na rede concessionária, conforme figuras 15 e 16.

A injeção de corrente elétrica na rede é transformada em bônus financeiro ao cliente segundo resolução normativa da ANEEL Nº 482, de 17 de Abril de 2012, visualizada no anexo a.

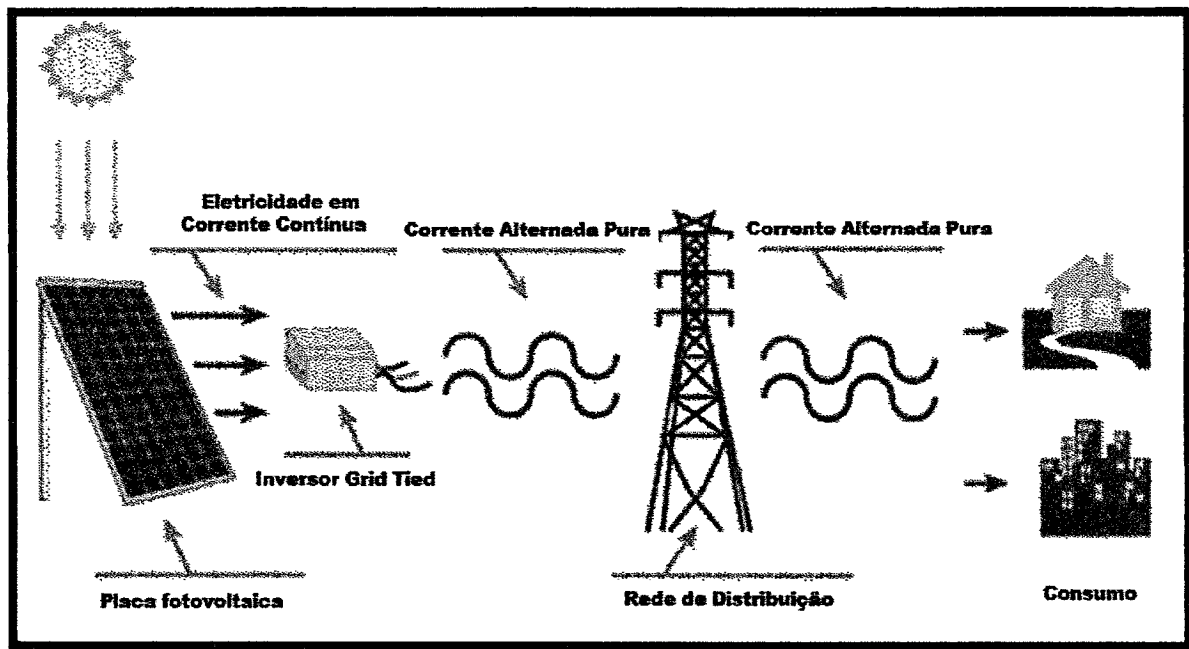


Figura 15 - Diagrama do sistema do cogeração

Fonte: ENERGÍAS RENOVÁVEIS Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN BOLIVIA

Nota: Adaptado pelo autor.

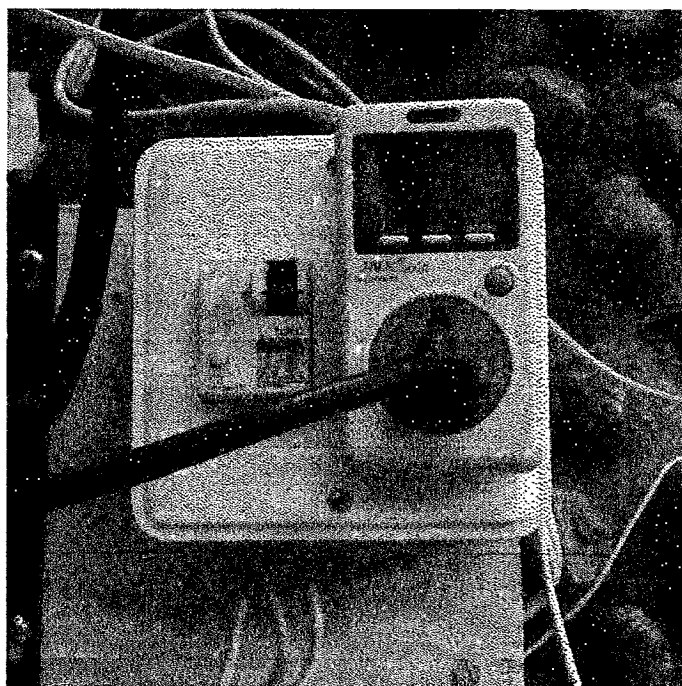


Figura 16 - Acoplamento do Inversor com a rede local da concessionária

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015

3.7 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INTERLIGADOS A REDE (ON-GRID)

Um sistema fotovoltaico conectado à rede trabalha convertendo a energia solar em eletricidade e injetando o potencial gerado diretamente à rede de distribuição. O sistema *on-grid* depende da rede para funcionar adequadamente, portanto caso ocorra a queda da rede o mesmo será desligado não funcionando como sistema de *backup*, a fim de proteger o sistema externo e interno. Isto é necessário, pois no caso de uma manutenção a rede não pode estar eletrificada e também para proteger o arranjo fotovoltaico, que não deve funcionar isolado. Os inversores para sistemas *on-grid* (*grid-tie*), visualizado na figura 17 são muito mais sofisticados que os inversores utilizados nos sistemas autônomos, pois são os mesmos que gerenciam todo o sistema através de um controle fasorial inteligente. Os inversores *grid-tie* atuais, em sua grande maioria, possuem seguidor do ponto de máxima potência (MPPT), o qual permite aproveitar ao máximo a capacidade de geração do arranjo fotovoltaico ao qual está conectado. Devido ao fato de não necessitarem de sistemas de armazenamento (controladores de carga e baterias), a rede elétrica age como uma carga, absorvendo a energia elétrica gerada, reduzindo assim drasticamente o investimento inicial. A eficiência do sistema está intimamente ligada à eficiência dos inversores: quanto mais eficiente o inversor, maior será o potencial aproveitado e injetado na rede de distribuição. (PEREIRA, 2012)

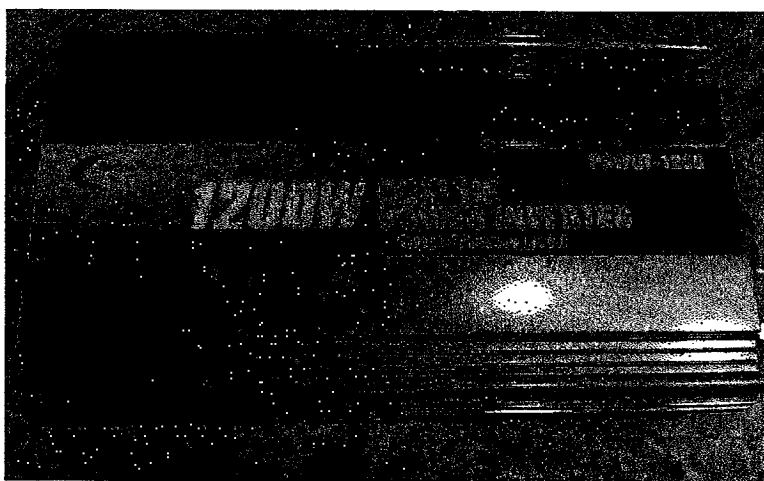


Figura 17 - Inversor *Grid-tie*.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015

4. GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE COGERAÇÃO

O sistema de gerenciamento é parte trivial do processo de geração domiciliar, tendo como base estrutural *hardwares* de controle interligado a *softwares* de aquisição de dados, formando assim um sistema de controle com malha fechada, portanto com retropropagação do erro.

4.1. GERENCIAMENTO VIA SOFTWARE SUPERVISÓRIO

O supervisório é um *software* destinado a promover o *link* homem/máquina, proporcionando à supervisão a distância de um processo através de telas devidamente configuradas. Este sistema possui telas que representam o processo que podem ser animadas em função das informações recebidas pelo CLP (controlador lógico programável). Por exemplo: no acionamento de um *cooler* de resfriamento, a representação na tela mudará de cor informando que a mesma está ligada; se um determinado nível varia no campo (chão de fábrica), a representação na tela mudará informando a alteração de nível. O supervisório lê e escreve na memória do CLP ou controlador para a atualização das telas. (MAITELLI, s.d.)

Conforme Maitelli, quando se fala de supervisão temos a idéia de gerenciar, orientar ou inspecionar níveis hierárquicos do sistema. Através deste é possível acionar ou desligar dispositivos remotamente, e observar o status atual do mesmo no processo, como exemplo pode-se demonstrar um sistema de caldeiras visualizado na figura 18.

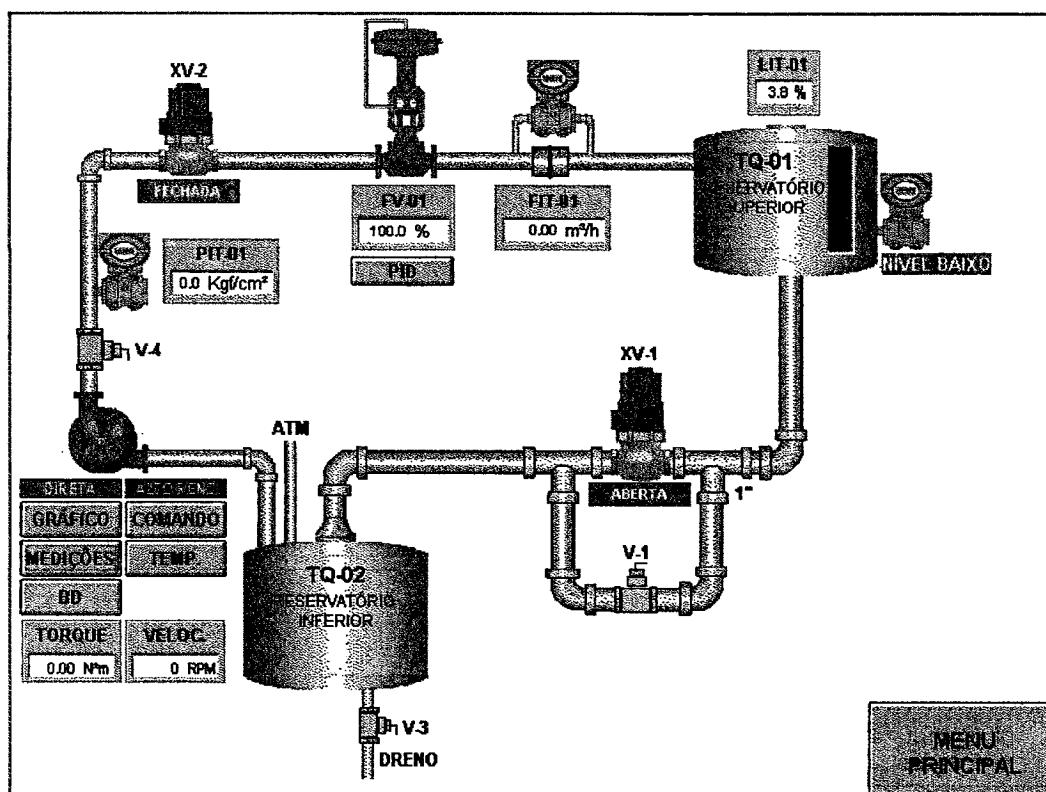


Figura 18 - Sistema supervisório de caldeiras

Fonte: MPC, s.d.

4.1.1 Controlador Lógico Programável

Segundo Mello (2011), Controlador Lógico Programável ou Controlador Programável, conhecido também por suas siglas CLP ou e pela sigla de expressão inglesa PLC (*Programmable Logic Controller*), é um computador, baseado em um microprocessador ou microcontrolador que desempenha funções de controle de diversos tipos e níveis de complexidade. Geralmente as famílias de controladores lógicos programáveis são definidas pela capacidade de processamento de um determinado número de pontos de entradas e/ou saídas (E/S). Controlador Lógico Programável é um equipamento eletrônico digital com *hardware* e *software* compatíveis com aplicações industriais. Segundo a NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos, conforme figura 19.

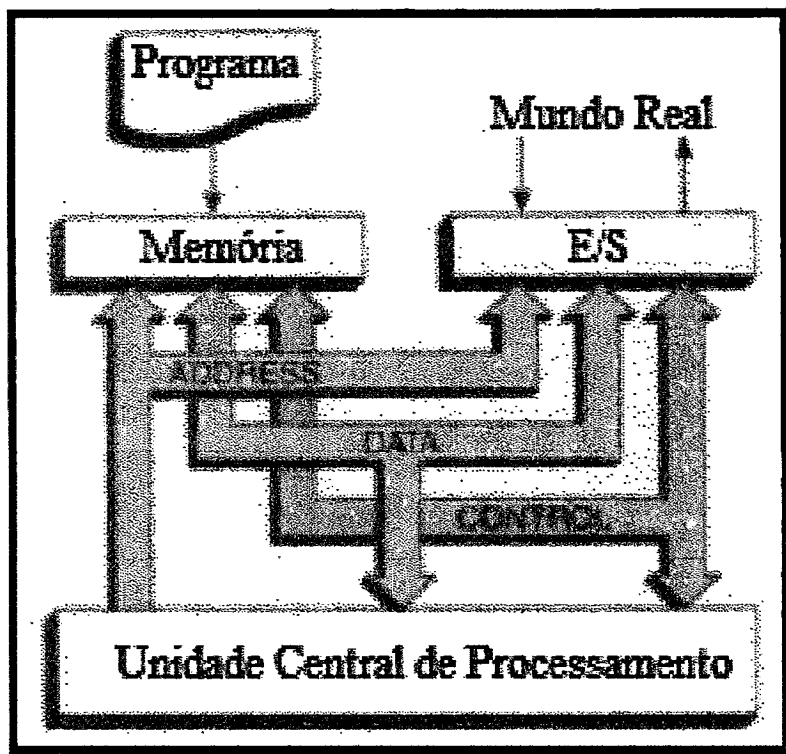


Figura 19 - Estrutura do CLP, baseada na arquitetura e fluxo de dados

Fonte: MAITELLI. s.d.

De acordo com Lopes, 2008,

A grande diferença de um CLP para um computador comum é que este é uma máquina projetada para trabalhar em ambientes hostis e tem uma larga conectividade que pode ser vista pelo número de entradas e saídas do mesmo. É um equipamento modular expansível até o limite de entradas e saídas permitido para cada modelo. Por ser modular, geralmente é montado em chassis, chamados *rack*, onde podem ser adicionados os módulos necessários a aplicação pretendida, como pode ser visto na figura 19 que ilustra o esquema geral de um CLP

Os módulos podem ser de entrada, realizam a leitura dos dados, ou de saída, acionam relés ou enviam um sinal. Todo sinal, tanto de entrada quanto de saída, pode ser digital, verdadeiro ou falso (booleano), geralmente caracterizado por 5V e 0V respectivamente, ou ser analógica, caracterizado numa escala de 4 a 20mA ou 0 a 10V. O padrão de 4 a 20mA é normatizado mundialmente, afim de melhor identificação no caso da falha do dispositivo que gera padrão 0 mA, conforme figura

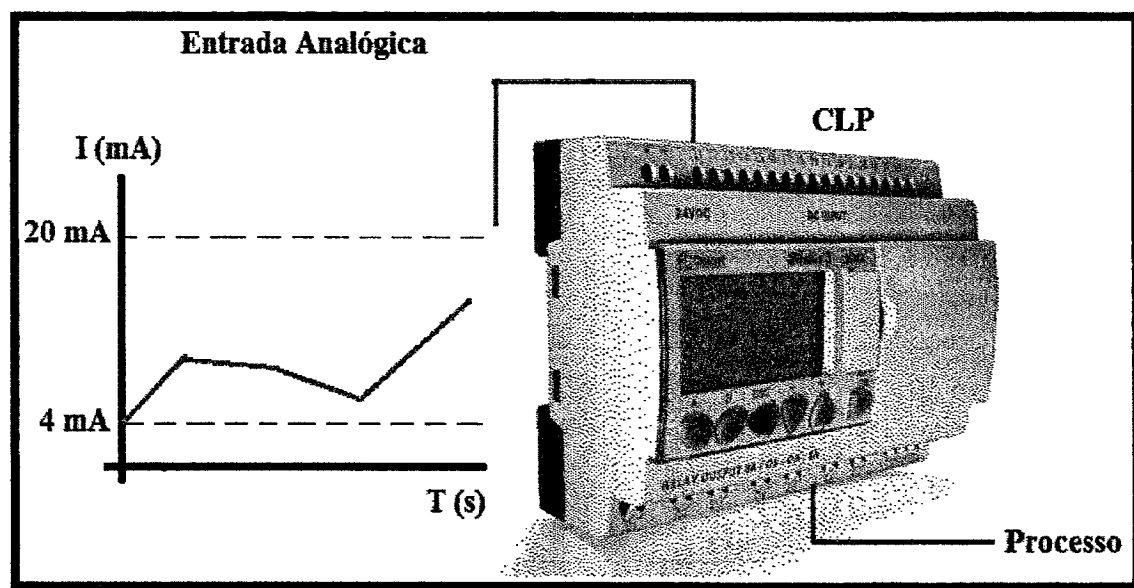


Figura 20 - Entrada analógica de corrente no padrão normalizado 4-20 mA

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015

O CLP também pode se comunicar com outro CLP e/ou computador, esta comunicação geralmente é feita via interface serial RS232 ou USB, mas alguns modelos também trabalham com conexões Ethernet e até Modbus e Modcom, esta comunicação é necessária quando se pretende programar o CLP (LOPES, 2009)

O controle do sistema supervisório, proposto por este trabalho ficará a cargo de um CLP industrial, que fará as leituras em tempo real de todas as entradas oriundas dos sensores alocados na aplicação (placas solares).

4.1.1.1. Linguagem Ladder para CLP

Os motivos que fazem a linguagem ladder ser uma das mais usada pela indústria são:

- Apresentar grande facilidade de programação,
- Ser uma linguagem gráfica, baseada em desenhos,
- Ser tradicionalmente conhecidos em projetos de comando de quadros elétricos.

Segundo Guedes *apud* Moraes, 2007, a linguagem ladder é uma linguagem gráfica de alto nível que se assemelha ao esquema eletroeletrônico de um circuito de comando ou diagrama de contatos. Ainda segundo Guedes *apud* Moraes, 2007, nesta linguagem todos os tipos de instruções pertencem a dois grandes grupos: as instruções de entrada (E) e as de saída (S). As instruções de entradas são responsáveis por formular questionamentos, os quais são tratados com respostas pelas instruções de saída, essas por sinal são ainda responsáveis por executar algum tipo de ação. A CPU do controlador executa todas as funções descritas pelas linhas de comando de forma cíclica, ou seja, começando pela primeira passando por todas as intermediárias até a última linha, para então recomeçar o ciclo. Para exemplificar os princípios de funcionamento desta linguagem vamos fazer o acionamento de uma máquina elétrica por meio da linguagem gráfica mostrado na figura 21.

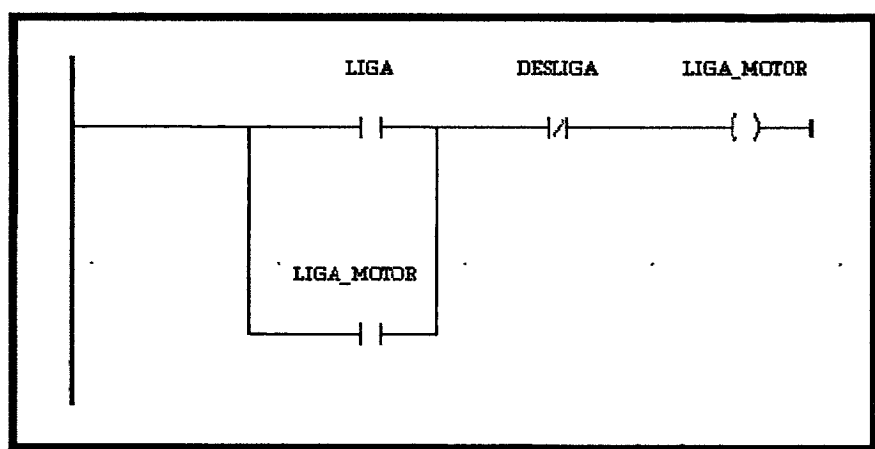


Figura 21 - Exemplo da aplicação da linguagem ladder associada ao CLP

Fonte: GUEDES. s.d.

4.1.1.2. Linguagem em blocos para CLP

Segundo Martinz, 2007, Os diagramas de contato também conhecido como diagrama de blocos são formas de programação de CLPs por meio de símbolos gráficos, representando contatos (*contacts*) e bobinas (*coils*). Pelo fato de utilizar a lógica de dispositivos eletromecânicos é a linguagem de programação de CLP mais simples e usual a ser assimilada por quem já tenha conhecimento de circuitos de

comando elétrico. Compõe-se de vários circuitos dispostos horizontalmente, coma bobina na extremidade direita, alimentados por duas barras verticais laterais. Por esse formato é que recebe o nome de ladder(ou escada, em português). Existe uma linha vertical de energização com padrão de 24 Vcc para o controle e 220 Vca para a carga a esquerda e outra linha a direita. Entre estas duas linhas existe a matriz de programação formada por XY células, dispostas em X linhas e Y colunas. No exemplo ilustrado na figura 22, tem-se um caso de 32 células, dispostas em 4 linhas e 8 colunas.

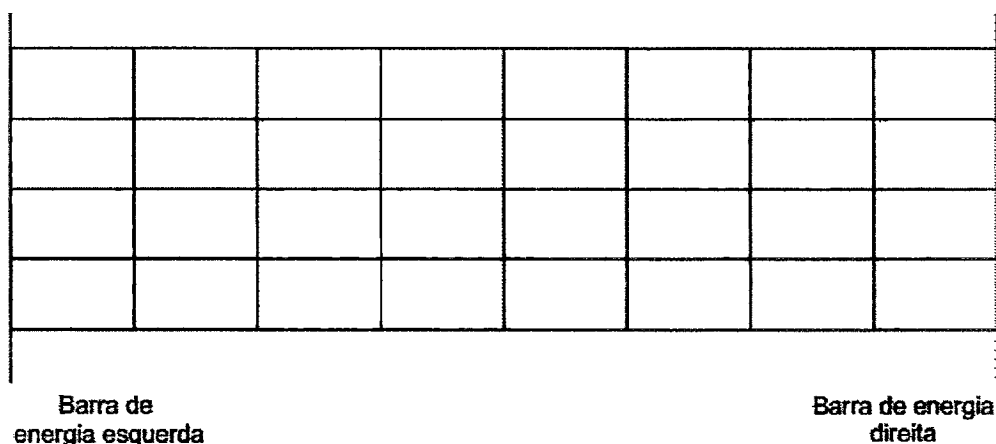


Figura 22 - Célula de programação em blocos

Fonte: MARTINZ, 2007.

No exemplo acima, cada conjunto de 32 células é chamado de uma lógica do programa aplicativo. As duas linhas laterais da lógica representam barras de energia entre as quais são colocadas as instruções lógicas a serem executadas. As instruções podem ser contatos, bobinas, temporizadores, contadores, inversores etc. A lógica deve ser programada de forma que as instruções sejam "energizadas" a partir de um "caminho de corrente" entre as duas barras, através de contatos ou blocos de funções interligados. Entretanto, o fluxo de "corrente elétrica" simulado em uma lógica flui somente no sentido da barra de energia esquerda para a direita diferentemente dos esquemas elétricos reais que são bidirecionais. As células são processadas em colunas, iniciando pela célula esquerda superior e terminando pela célula direita inferior. Cada célula pode ser ocupada por uma conexão (fio), por um bloco (relé de tempo, operação aritmética, etc), ou ainda por um contato ou bobina. Cada uma das linhas horizontais é uma sentença lógica onde os contatos são as entradas das sentenças, as bobinas são as saídas e a associação dos contatos é a

lógica. Os contatos e bobinas são conectados por ligações nós (*links*) em ramos (*rungs*) como num diagrama de lógica a relé. (MARTINZ, 2007)

4.2. SENSORES

Segundo Wendling, 2010, Sensor é o termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente visível ou não que pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza física que precisa ser mensurada (medida), como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, etc.

Segundo WENDLING, 2010,

Existem diversos tipos de sensores industriais que podem atuar sobre um circuito em função da variação da temperatura do meio em que se encontram, dentre eles podemos citar o sensor térmico NTC (*Negative Temperature Coefficient*) e PTC (*Positive Temperature Coefficient*) são resistores cuja resistência diminui (NTC) ou aumenta (PTC) quando a temperatura aumenta. Na figura 23, observa-se o símbolo elétrico e as curvas características desses dispositivos.

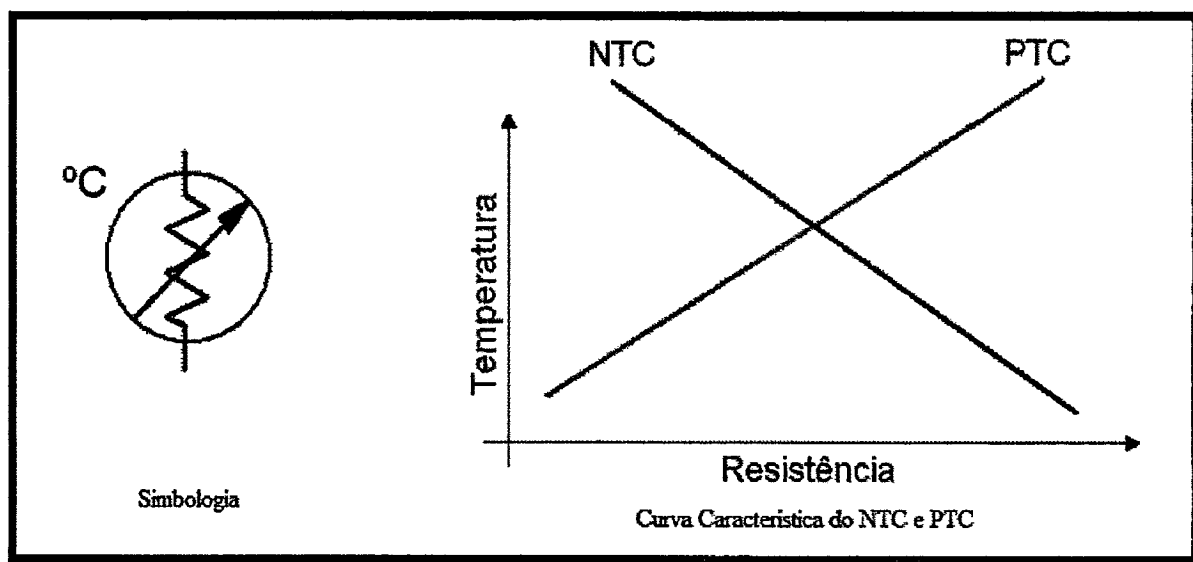


Figura 23 - Simbologia elétrica do NTC e PTC, Curva característica dos dispositivos em função do tempo

Fonte: THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2010.

Operando em faixas de temperatura que vão de valores negativos até aproximadamente 125°C , esses dispositivos são utilizados como sensores em uma grande quantidade de aplicações, dada a facilidade com que podemos trabalhar com

eles e inclusive seu baixo custo. Circuitos simples podem ser usados com esses dispositivos, uma vez que as variações de resistência obtidas podem ser facilmente usadas para acionar comparadores de tensão e dispositivos lógicos com padrão de tensão digital fixado em 5V. (WENDLING, 2010)

Sua Aplicação no Sistema de gerenciamento é trivial, pois segundo SHIGUE, com o aumento da temperatura nas placas de silício inicia-se um processo de perda energética, podendo acarretar em uma possível redução no rendimento na geração.

Outros sensores utilizados são os sensores de tensão, que injetam no CLP níveis de tensão do sistema de cogeração em tempo real e encoder posicional.

Para aplicações na automação utilizam-se muitos dispositivos e equipamentos com posições iniciais e finais bem definidas e rastreáveis, como por exemplo, sistemas controlados por atuadores pneumáticos ou hidráulicos de precisão. Assim quando é necessário saber com precisão onde uma dada peça se encontra o espaço e a sua posição atual usa-se encoder digital. Com esse sensor é possível converter um movimento, tanto linear quanto circular, em sinais digitais que informariam a posição, funcionando como uma realimentação do sistema, que informa sobre as posições atuais, assim podendo compará-las com as posições planejadas em sua programação. Com isso, pode-se utilizar essa informação em um sistema, possibilitando o controle do equipamento.

Encoders regulares são as forma mais simples de *encoders*. São compostos de um disco perfurado, um foto-emissor (fotodiodo) e um foto-receptor (fototransistor), o disco é acoplado ao eixo que se deseja determinar a posição, este disco fica entre o foto-emissor e o foto-receptor, logo, conforme o número de pulsos gerados pode-se determinar a velocidade de rotação. Conforme o número de furos do disco rotativo, tem-se a relação de pulsos/volta, obtida analogamente ao código *Gray*, assim quanto maior o número de furos por volta maior será a exatidão do equipamento. Mas pode-se também com apenas dois furos e com uma defasagem de 90° entre eles, determinar o sentido e a velocidade de rotação, conforme a ilustrações mostradas nas figuras 24 e 25.

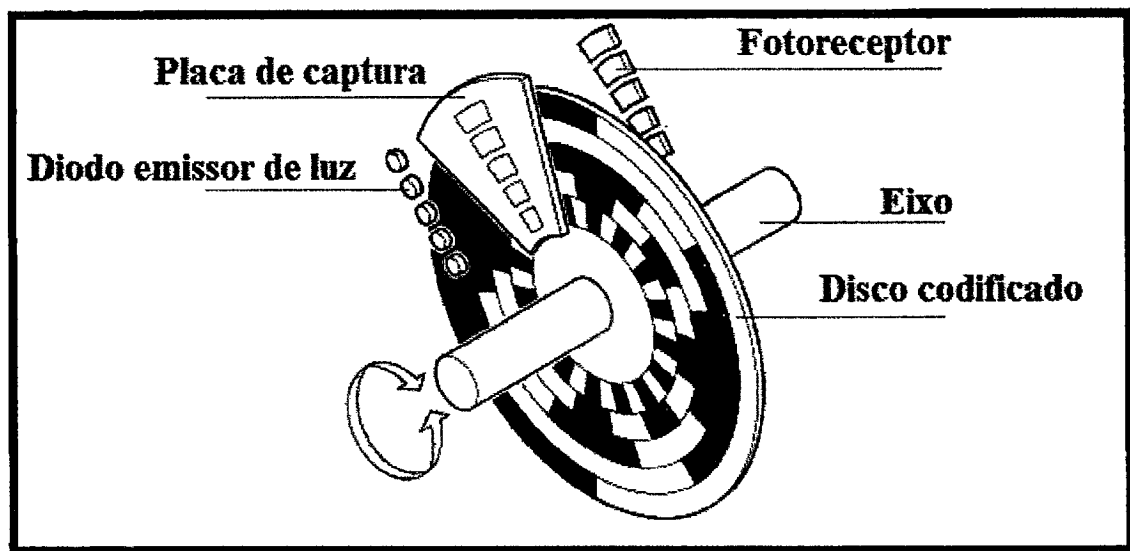


Figura 24 - Estrutura codificada do encoder posicional

Fonte: AARTSEN, *sd.*

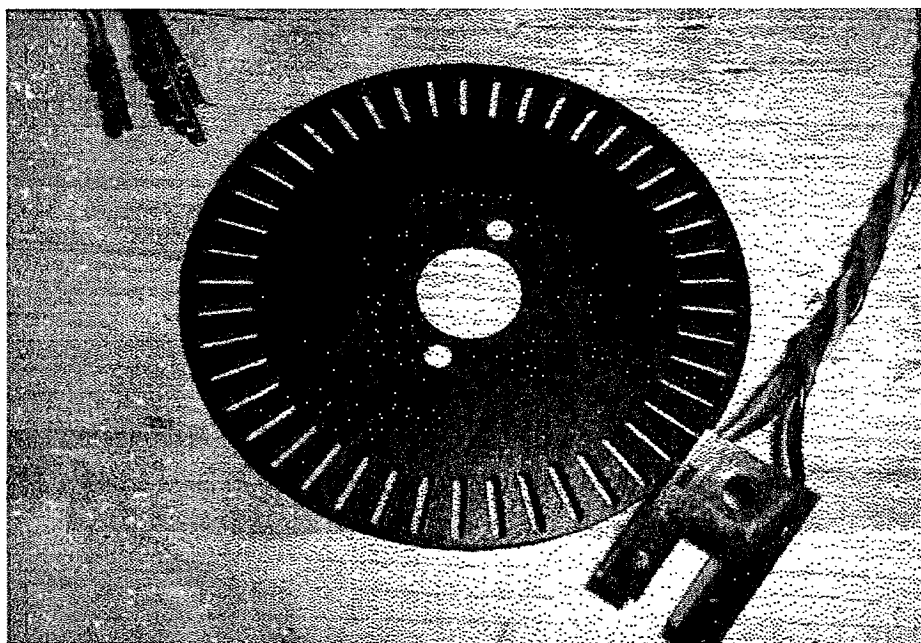


Figura 25 - Encoder com rasgos periféricos

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

4.3. ATUADORES

Atuadores são dispositivos que efetivamente modificam condições iniciais previamente captadas por dispositivos sensoriais inseridos no ambiente, normalmente os atuadores estão associados ao controle em malha fechada conhecido como retropropagação do erro, portanto o valor instantâneo modificado

pelo atuador é enviado ao controle de malha que baseado nos valores coletados pelos sensores corrigem o possível erro. Pode-se citar como exemplos de atuadores:

- Motores ou Servomotores.
- Cilindros pneumáticos e hidráulicos
- Resistências

Dispositivos atuadores são largamente empregados em controle de placas fotovoltaicas, no intuito de elevar o grau de eficácia (rendimento) do sistema. Uma das aplicações é o controle angular de placas normalmente atribuído a servomecanismos associados a motores de corrente contínua ou motores de passo.

No controle angular de placas fotovoltaicas um sensor óptico LDR, fototransistor ou fotodiodo capta o maior índice de luminosidade no plano da placa, gerando assim um pulso enviado ao circuito integrado comparador (LM741) que analisa a entrada e se essa atingir o limiar de acionamento é posteriormente enviado ao microcontrolador PIC, Arduino, *Basic step* ou até mesmo 8051. Após o processamento interno no microcontrolador é gerada e enviada uma saída ao atuador, conforme figura 26.

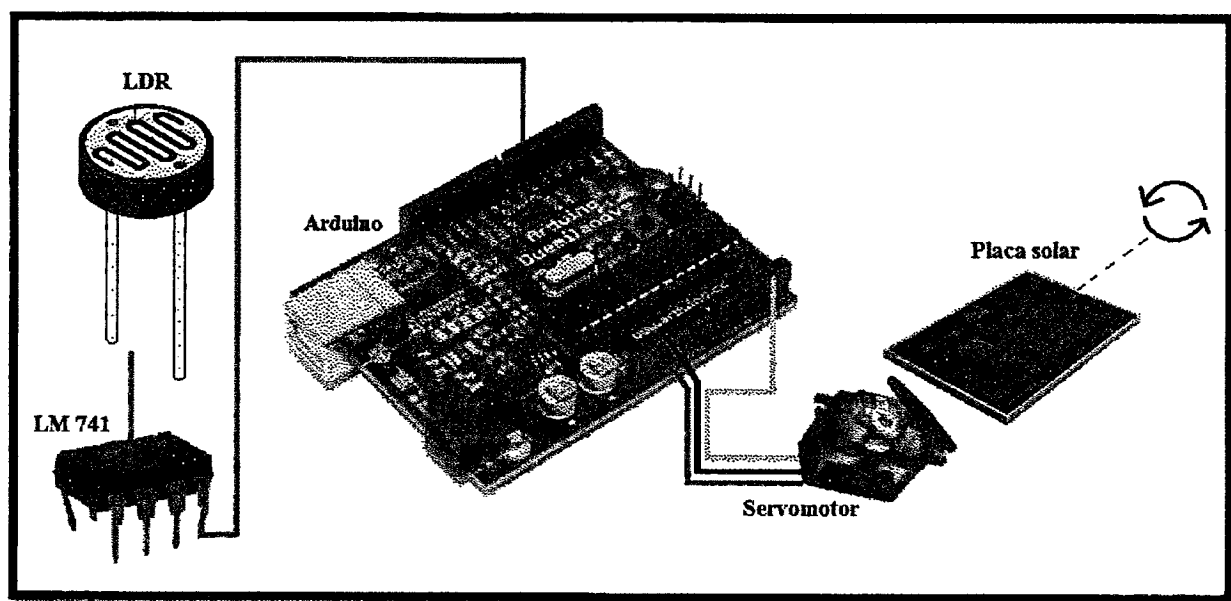


Figura 26 - Sistema de controle angular para placas fotovoltaicas

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

4.4. LEITURA E TIPOS DE DADOS

Uma grandeza analógica é aquela que apresenta valores contínuos lineares. Uma grandeza digital é aquela que apresenta valores discretos. A maioria das grandezas encontrada na natureza são consideradas puramente analógicas. Por exemplo, a temperatura do ar varia numa faixa contínua de valores. Durante um determinado dia, a temperatura não passa, digamos, de 71° F para 72° F (-21,7°C para -22,2° C) instantaneamente; ela passa por toda uma infinidade de valores intermediários. Fazendo um gráfico da temperatura em um dia de verão típico, teremos uma curva contínua e de variação suave similar a curva mostrada na figura 27. Outros exemplos de grandezas analógicas são o tempo, pressão atmosférica, distância e som. (FLOYD, 2007)

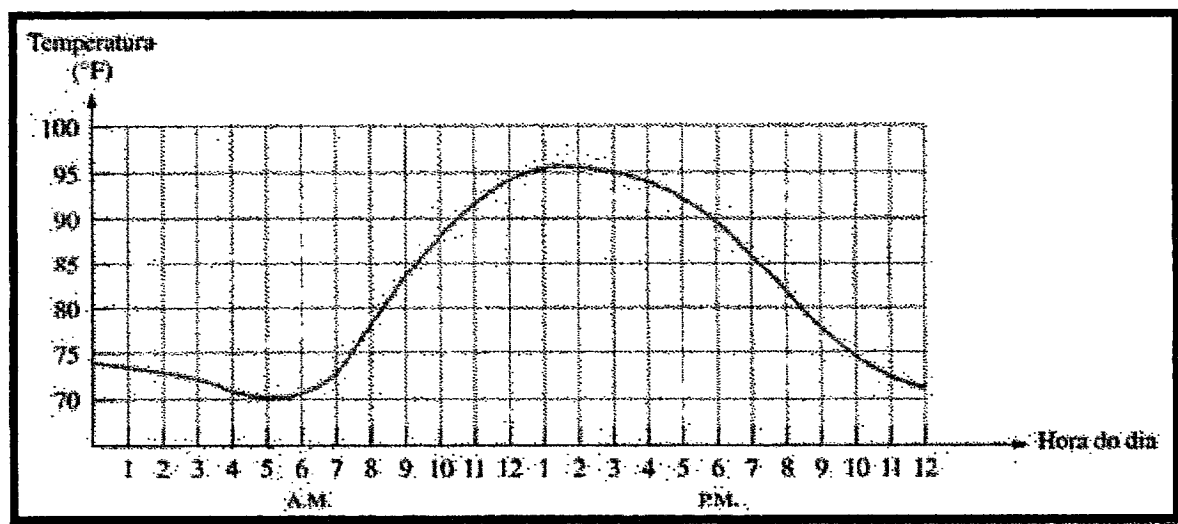


Figura 27 - Índice térmico exemplificando uma grandeza analógica

Fonte: FLOYD, 2007.

Segundo Floyd, (2007), a representação digital possui muitas vantagens sobre a representação analógica principalmente em aplicações eletrônicas. Dados digitais possuem uma grande vantagem quando é necessário armazenamento(memorização). Por exemplo, a música quando convertida para o formato digital pode ser armazenada de forma mais compacta, reproduzida com maior precisão e pureza que quando está no formato analógico. O ruído ou espúrio

(flutuações indesejadas na tensão) quase não afeta os dados digitais tanto quanto afetas os analógicos. A Representação de um sinal digital é mostrada na figura 28

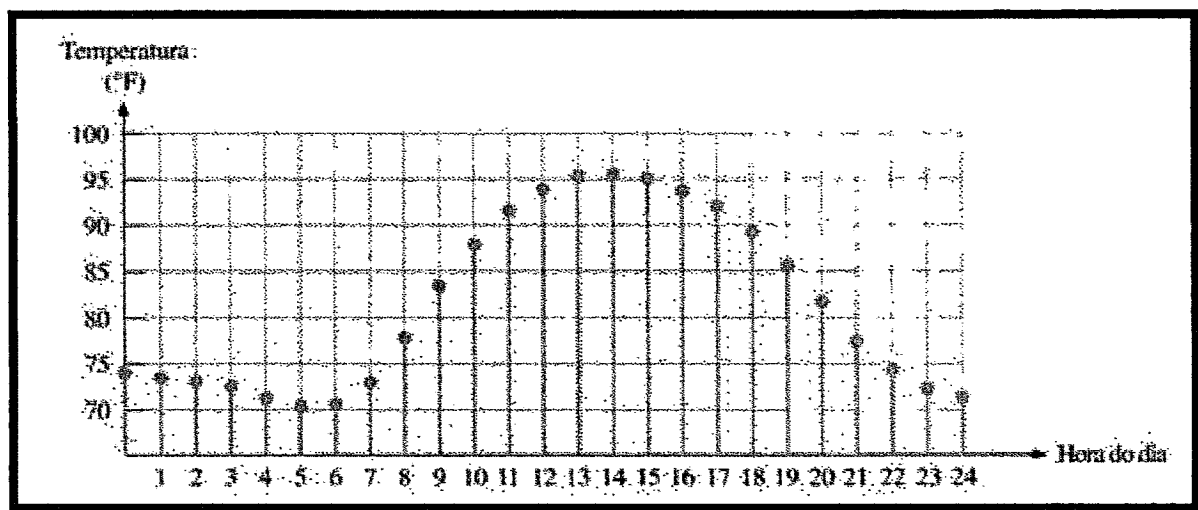


Figura 28 - Índice térmico convertido em 24 amostras digitais

Fonte: FLOYD, 2007.

Todas as grandezas envolvidas no sistema de gerenciamento e cogeração devem ser devidamente enviadas para o processamento central executado pelo CLP. A temperatura captada pelo PTC/NTC e a tensão deve ser indexada às portas analógicas do controlador lógico programável, conforme ilustração representada na figura 29.

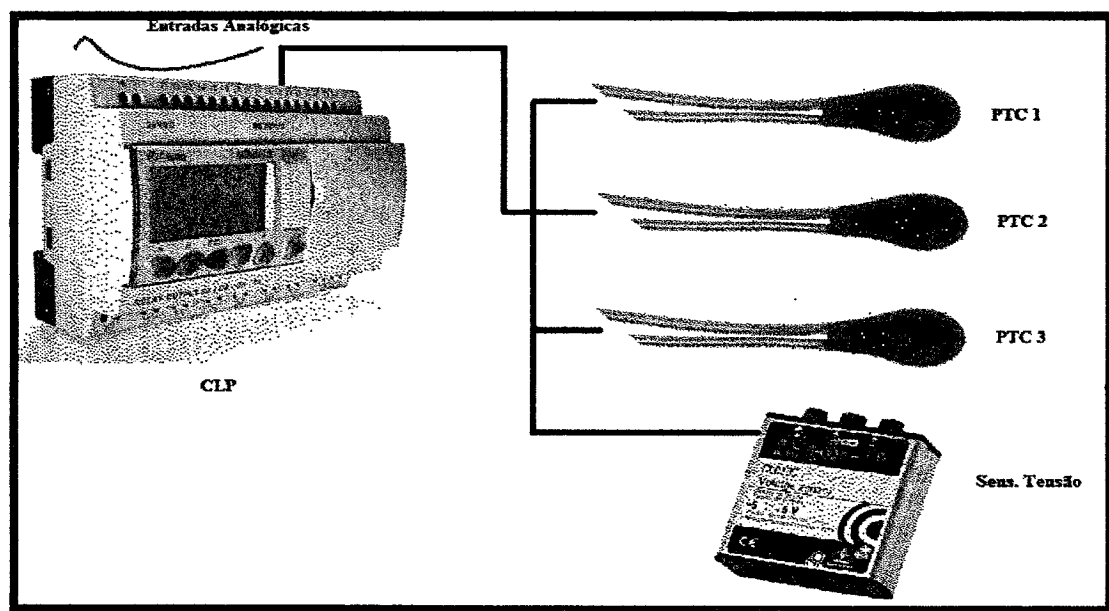


Figura 29 - Envio de dados analógicos proveniente dos sensores NTC/PTC e de Tensão para o CLP

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

O controlador lógico programável possui internamente um conversor analógico/digital, atribuídos às portas analógicas, portanto não é necessário gerar um pré-tratamento do sinal. A conversão é baseada em um circuito eletrônico fundamentado em dispositivos lineares e não lineares entre eles Flip-Flops D, comparadores e portas lógicas, ilustrados na figura 30.

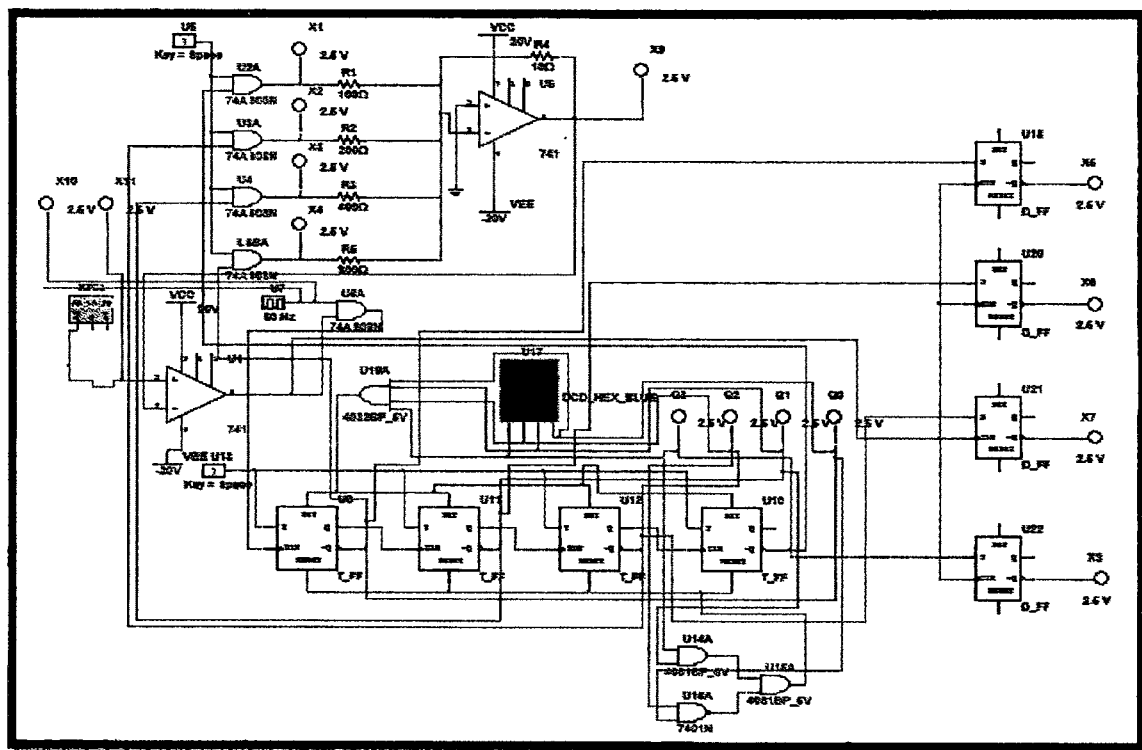


Figura 30 - Conversor analógico/digital configurado nas portas analógicas do clp.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

4.5. SUPERVISÓRIOS

Os sistemas de automação industrial modernos atingiram tal nível de complexidade que a intuição e experiência humana não são mais suficientes ou eficientes para construir rapidamente modelos bem definidos dos mesmos (JURIZATO; PEREIRA *apud* MENDES, 2007).

Segundo Mendes, 2007.

Um sistema de supervisão opera de acordo com vários fatores em nível tanto de software como de hardware. A presença de um ambiente de comunicação entre elementos de controle e monitoramento é uma

tendência que traz benefícios e sofisticação, além de possibilitar a interação de todo o processo. Baseado nesse contexto, e utilizando tecnologias de computação e comunicação, os softwares supervisórios permitem o monitoramento e controle das variáveis do processo em análise, permitindo a operação e visualização através de telas gráficas elaborada para qualquer processo industrial ou comercial, independente do tamanho de suas plantas. Outro aspecto a enfatizar é que em um ambiente cada vez mais complexo e competitivo, os fatores relacionados com disponibilidade e segurança da informação assumem elevada relevância, tomando-se necessário garantir que independentemente da localização geográfica a informação esteja sempre disponível e segura quando necessário.

Dentre dos principais *softwares* de supervisão pode-se citar:

- Elipse (Elipse);
- Wizcon (Emation);
- Intouch (Wonderware);
- RsView (Rockwell Automation);
- Cimplicity (Ge-fanuc);
- Unisoft (factory Link).

5. PROPOSTAS DE MODELO DE COGERAÇÃO

A proposta mais viável estruturalmente e economicamente para tal função é a utilização de um sistema supervisor baseado na plataforma SCADA atribuído a empresa ELIPSE.

5.1. SCADA

Os sistemas SCADA ou Sistemas de Controle e Aquisição de Dados são *softwares* destinados a promover a interface amigável entre homem/máquina, afim de, proporcionar uma supervisão plena do processo através de telas devidamente configuradas. As telas que representam o processo podem ser animadas (semelhante a *gifs*) em função das informações recebidas pelo CLP.

Segundo CASSILO, 2011,

A comunicação entre o sistema supervisor e o CLP é feita por uma interface física, *hardware* e dispositivos lógicos *softwares*. Para o *hardware* é utilizado uma via de comunicação, que pode ser uma porta serial RS232, uma placa de rede, já para o *Software*: é necessário que o *driver* do equipamento acoplado simultaneamente com o supervisor. O *driver* é um *software* responsável pela comunicação, ele possui o protocolo de comunicação do equipamento

De forma simplificada, SCADA é um sistema que troca sinais codificados através de canais de comunicação com o intuito de prover controle sobre os equipamentos das unidades terminais remotas (RTU) (SANTOS, 2007).

Sistemas SCADA surgiram da necessidade de um *frontend* (Interface) para sistemas de controle com CLPs. Os CLPs embora executem tarefas de medição e controle, não disponibilizam uma vertente para monitoramento e atuação dos operadores. Os sistemas SCADA podem adquirir dados dos dispositivos CLPs através de diversos métodos e protocolos de comunicação. Eles, então, agrupam e formatam a informação de maneira adequada para a interpretação do usuário. (SANTOS, 2007)

A partir da década de 90, o papel dos sistemas incorporou maiores funcionalidades automáticas, o link com armazenadores tipo bancos de dados para o fornecimento de gráficos em tempo real, as informações de diagnóstico e logística, os procedimentos agendados de manutenção, os esquemas detalhados para máquinas e equipamentos, entre outros.

A figura 31 mostra o sistema supervisório acoplado via RS 232 ao controlador lógico programável, que por sua vez recebe os sinais analógicos dos sensores localizados nas placas solares.

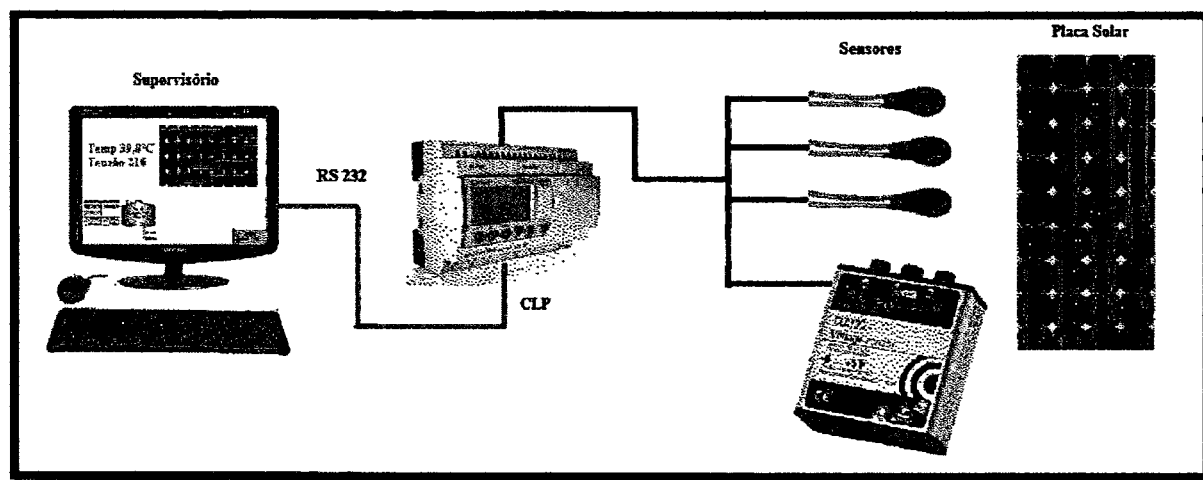


Figura 31 - Sistema de gerenciamento em tempo real por supervisório

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

O sistema de supervisão é compilado a partir do software gerador de supervisório chamado ELIPSE SCADA, onde todas as suas entradas oriundas do CLP, mostram o status real do sistema de cogeração, portanto, na tela inicial do supervisório é possível visualizar claramente a tensão gerada pelas placas, como também a temperatura em que a mesma está inserida. A figura 32 mostra a interface do software Elipse SCADA, que gerencia todo o processo.

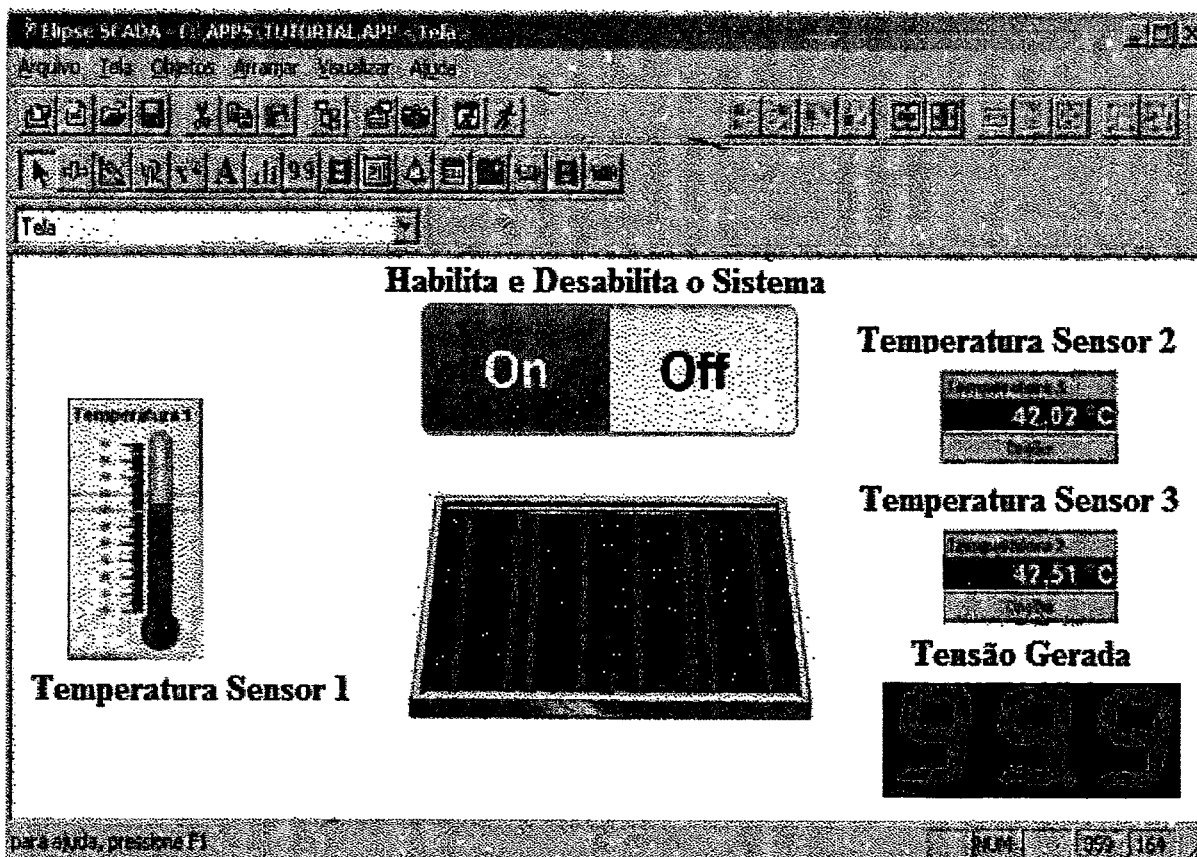


Figura 32 - Interface do sistema supervisório

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

O Elipse SCADA (*Supervisoy Controland Data Acquisition*) é um *software* da Elipse Software que permite a construção de aplicativos de supervisão e controle de processos em diversas áreas. Para a escolha do *software* elipse considerou-se diversos fatores como: genuinamente brasileiro, mundialmente conhecido, apresenta grande número de aplicações, grande número de ferramentas, etc.

A Elipse Software foi fundada em Porto Alegre em 1988, e desde então dedica-se ao desenvolvimento de *softwares* para a área industrial e residencial. Nos primeiros três anos, a Elipse desenvolveu *softwares* sob medida para processos de automação industrial. A partir de 1991 a empresa passou a dedicar-se exclusivamente ao desenvolvimento e comercialização do Elipse 21, *software* de supervisão e controle de processos para ambiente MS-DOS. Em 1993, a empresa Lançou o Elipse Windows, acompanhando a popularização deste sistema operacional. (ELIPSE apud MENDES 2007)

O Elipse SCADA permite a criação, modificação e execução de aplicativos Interface Homem Máquina (HMI –*Human Machine Interface*) e SCADA para

processos de qualquer natureza. Configurável pelo usuário permite a monitoração de variáveis em tempo real, através de gráficos e objetos relacionados com as variáveis físicas em tempo real. Através da coleta de informações de qualquer tipo de equipamento de controle, os operadores podem monitorar e controlar todos os processos de chão de fábrica, bem como máquinas e recursos, gerenciando toda a produção. Os dados são apresentados de forma gráfica em tempo real, permitindo o tratamento das informações. (ELIPSE apud MENDES, 2007)

Além de todas as possibilidades de gerenciamento em tempo real do processo a ferramenta supervisorio, possui também uma predisposição para a configuração da utilização do acesso remoto a planta de trabalho neste caso ao CLP que comanda as placas solares.

5.2. ARQUITETURA E CONFIGURAÇÕES

Sistemas de aquisição de energia elétrica por semicondutores podem ser classificados em: ligados a rede conhecidos como *grid on* ou desacoplados conhecidos como sistemas autônomos (isolados) ou *grid off*. Nos sistemas ligados a rede, toda energia produzida é injetada instantaneamente, logo, normalmente não há armazenamento de energia, como por exemplo, em uma bateria ou acumulador, essa configuração é visualizada na figura 33.

Estes sistemas são aqueles em que os dispositivos fotovoltaicos injetam tensão na rede de distribuição da concessionária de energia local, gerando assim um bônus financeiro ao proprietário, portanto foco do projeto aqui proposto.

Nos sistemas baseados em inversores com onda modificada o item principal é o acumulador ou baterias, que retém a tensão proveniente das placas fotovoltaicas, no intuito de utilizá-la posteriormente normalmente no período noturno.

Apesar do sistema aplicado a inversores com onda modificada ser muito utilizado atualmente, ele apresenta muitos pontos negativos, dentre eles pode-se citar o custo excessivo dos componentes destinados a acumulação e sua baixa vida útil, cerca de três anos.

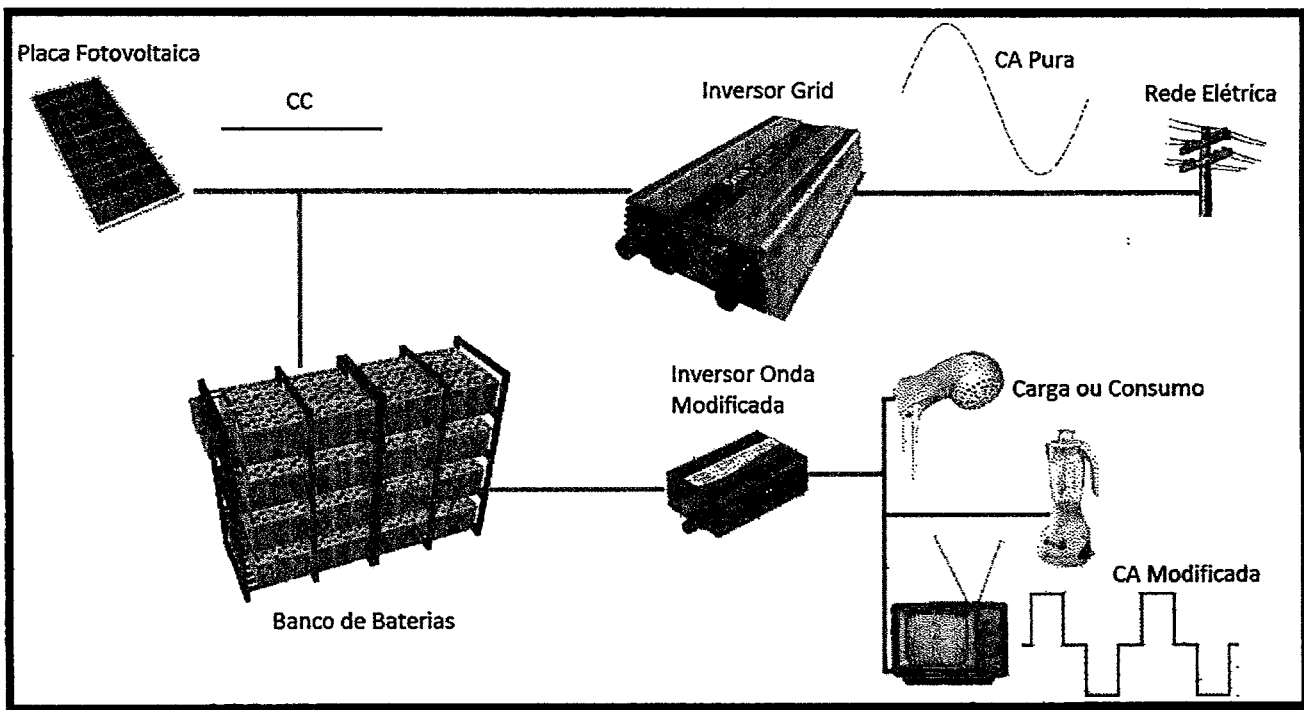


Figura 33 – Arquitetura dos inversores de onda pura e modificada

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

6. ESTUDO DE CASO

A aplicação do sistema de gerenciamento e cogeração fotovoltaica foi trivial na redução das tarifas energéticas. Devido a fatores externos como excesso de temperatura nas placas, ausência de luminosidade solar (devido à estação do ano) e acoplamentos discrepantes nos barramentos de distribuição ilustrados na figura 34, o sistema apresentou uma perda excessiva de potência gerada nominalmente pelas cinco placas monocristalinas de 230 W cada, portanto o sistema que idealmente produzira 1,15 KW/h (nas condições de pico) sofreu um decréscimo, passando a produzir patamares em torno de 3,96 KW/Dia ou 0,33 KW/h.

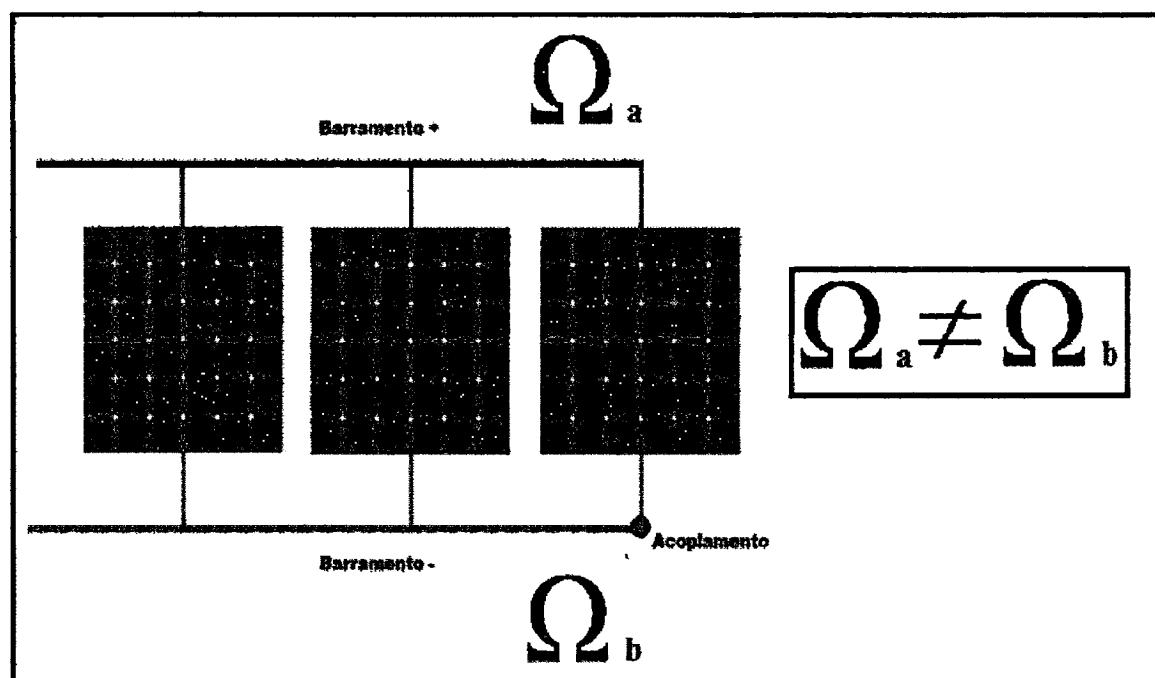


Figura 34 - Discrepância resistiva dos barramentos

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

Apesar das perdas não previstas, o sistema de cogeração comportou-se de forma estável durante a fase de testes (60 dias) com uma geração média diária de 3,96KW, totalizando em uma perspectiva de geração em torno de 119KW/Mês. Em essência, a planta de cogeração proporcionou uma redução de 47,79% nos provimentos destinados à concessionária de energia do lar onde o experimento foi implantado, visualizado na figura 35.

CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA (GRUPO RESIDENCIAL)			
Data	Data de Emissão		
Nome	20/06/2013		
End. Postal			
Medidor	Posto	0000 0000	
Classe	RESIDENCIAL MONOFASICO	Fator de Potência	0,00
RG / CPF / CNPJ		CCP	
Nome do Responsável			
Leit. Atual	Leit. Anterior	Embr.	Consumo (kWh)
3284	3285	1,00	08
CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA (GRUPO RESIDENCIAL)			
Data	Data de Emissão		
Nome	18/07/2013		
End. Postal			
Medidor	Posto	0000 0000	
Classe	RESIDENCIAL MONOFASICO	Fator de Potência	0,00
RG / CPF / CNPJ		CCP	
Nome do Responsável			
Leit. Atual	Leit. Anterior	Embr.	Consumo (kWh)
3284	3284	1,00	120

Figura 35 - Extrato comparativo de energia

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2015.

7. CONCLUSÃO

Em suma, pode-se concluir que a aplicação/utilização de dispositivos semicondutores ou uma produção sustentável economicamente e ambientalmente é plausível, podendo assim ser amplamente utilizada por qualquer usuário, seja ele domiciliar ou industrial, a fim de reduzir a dependência energética externa (concessionárias de energia), claramente visualizada na redução do consumo elétrico, porém é evidente que a tecnologia embarcada nesses dispositivos inviabiliza a sua utilização em massa, portanto o desenvolvimento e utilização da cogeração de energia elétrica ficam restritos a possíveis incentivos tributários (redução de impostos de importação) fomentados no Brasil.

Baseado nas características multifacetada do sistema de gerenciamento e cogeração de energia elétrica, conclui-se que essa é uma alternativa eficiente e eficaz para descongestionar o setor energético nacional ou até mesmo mundial.

A conservação de energia é um importante componente da política econômica. Buscar a sustentabilidade por meio de uma sociedade mais eficiente tem sido a tônica das ações voltadas ao combate ao desperdício. Nesse sentido, há preocupação com a promoção e a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, com a eliminação de desperdícios e redução de custos e investimentos e principalmente visando uma alternativa sustentável para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

AARTSEN, H. *Rotary Encoder*. Disponível em <http://www.eatelier.nl/index.php/2-uncategorised/18-rotary-encoder> Acesso em 17 de Janeiro de 2014

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – *Atlas de energia solar*. Cap. 03, ANEEL. 2005. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf. Acesso em 10 de março de 2013.

BARROS, H. – *Sistema Fotovoltaico de 12KWP Conectado a Rede*. Anteprojeto do curso de engenharia elétrica. Escola politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003952.pdf>. Acesso em: 30 de dezembro de 2013

BORGES; CARVALHO – *Geração de energia elétrica – Fundamentos*. Editora Erica. 2012.

BRAGA, R. *Energia solar fotovoltaica: fundamentos e aplicações*. Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ. 2008. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10/001103.pdf>. Acesso em: 16 de Janeiro de 2014.

BROOKS, S.; WANG, X.; SARKER, S. Unpacking Green IT: A Review of the Existing Literature. AMCIS 2010 Proceedings, 2010.

CARVALHO, Pierre: A Importância da elicitação de requisitos de software no escopo das ações desenvolvidas segundo a TI verde. Dissertação de mestrado do programa de engenharia ambiental. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012.

CASARO, Marcio; MARTINS, Denizar. - *Processamento eletrônico da energia solar fotovoltaica em sistemas conectados à rede elétrica*. Sba Controle & Automação. 2010, vol.21, n.2, pp. 159-172. ISSN 0103-1759.

CASSILO, D. *Automação e controle sistemas supervisórios*. Apostila Universidade Federal rural do semiárido. 2011.

CRESESB - Centro de referência para energia solar e eólica Sergio de salvo brito. - *Energia Solar Princípios e Aplicações*, s.d. s.n.

CORTEZ, L; LORA, E; GOMEZ, E. *Biomassa para energia*. Universidade Estadual de Campinas. 2008. Disponível em: http://www.inovacao.unicamp.br/report/inte-biomassa_energia070814.pdf. Acesso em :16 de Janeiro de 2014.

DIB, E. *Projeto e construção de um concentrador solar de foco fixo utilizado para o aquecimento de um forno*. Universidade Tiradentes UNIT. 2009. Disponível em: http://www.unit.br/mestrado/engenharia/arquivos/teses/Erik_Dib.pdf . Acesso em: 16 de Janeiro de 2014.

ENERGÍAS RENOVABLES Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN BOLIVIA. *Uso de Energía Solar Daría Más de 100 MW de Electricidad para Bolivia*. Disponível em: <http://eerrbolivia.blogspot.com.br/2011/08/uso-de-energia-solar-daria-mas-de-100.html>. Acesso em 27 de Janeiro de 2014.

ELIPSE, 2007 - *ELIPSE Software*. Disponível em: <http://www.elipse.com.br>, Acesso em 17 Janeiro de 2014.

FLOYD, T. *Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações*. 9ª Edição. 2007. Editora Bookman.

FRONT RANGE ROBOTICS CLUB. Disponível em <http://frontrangerobotics.org/Jan05/Jan05.html> Acesso em :17 de janeiro de 2014.

GUEDES, R. *Sistema de controle, utilizando clp e supervisorio, para correção de fator de potência e balanceamento de fases no secundário de um transformador de uma subestação*. Universidade Federal de Ouro Preto. 2009. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2009/Rodrigo%20L%20Guedes.pdf>. Acesso em: 16 de Janeiro de 2014

GREEN, M. A.; K. EMERY; D. L. KING; S. IGARI; W. WARTA. *SolarCellEfficiencyTables (Version 16)*. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, vol. 8, p. 377-384, 2000.

GTES - Grupo de trabalho de energia solar fotovoltaica - *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. S.n. 2004. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf. Acesso em: 17 de Janeiro de 2014.

JURIZATO & PEREIRA, 2007 - JURIZATO, L.A. & PEREIRA, P, S, R. *Sistemas Supervisórios*. Disponível em: <http://201.28.104.78:8080/jsbsi/viewarticle.php?id=10>, acesso 10 junho de 2007.

LOPES, Aurélio. *A importância dos sistemas supervisórios no controle de processos industriais*. Monografia de graduação em engenharia de controle e automação. Universidade Federal de Ouro Preto. 2009.

LUNARD, Guilherme *et al*: *TI Verde: Uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações*. Revista Eletrônica de Administração. ISSN 1413-2311. Ano 2013.

MAITELLI, André L.; *Controladores Lógicos Programáveis*; disponível em <<http://www.dca.ufm.br/~maitelli/FTP/clp/>>; acesso em 12/12/2013.

MELO, M. *Controlador Lógico Programável, s.d.* Disponível em:<http://www.ice.edu.br/TNX/storage/webdisco/2011/03/11/outros/f8d05540f2f2f4401be806cb657d4ece.pdf> Acesso em: 27 de Janeiro de 2014.

MENDES, F. *Automação residencial baseada em software supervisorio*. Universidade Federal de Ouro Preto. 2007. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2007/FLAVIO%20MENDES.pdf>. Acesso em: 17 de Janeiro de 2014.

MOLLA, A. et al. E-readiness to G-readiness: Developing a green information technology readiness framework. 19th Australasian Conference on Information Systems Proceedings, 2008.

MORAES, C.C.; CASTRUCCI, P.L. *Engenharia de Automação Industrial*. 2ªed. Rio de Janeiro: Editora LTC , 2007 .

MOREIRA JR, F.D. *Viabilidade técnica/econômica para Produção de energia eólica, em Grande escala, no nordeste Brasileiro*. Universidade Federal de Lavras UFLA. 2009. Disponível em: <http://www.solenerg.com.br/files/tccfermandodelgado.pdf>. Acesso em 16 de janeiro de 2014.

MORTOZA, G.L. *Geração de energia elétrica utilizando biomassa*. Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia. 2010. Disponível em: http://bdm.bce.unb.br/bitstream/10483/1381/1/2010_ElioPreto_GladsonMortoza.pdf. Acesso em: 16 de janeiro de 2014

MPC – Mecatron Projetos e Consultoria. *Programação de Software Supervisorio*. Disponível em: <http://mecatron.org.br/site/servicos>. Acesso em: 26 de Dezembro de 2013.

NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. Concentrating Solar Power–Reserc
hers in the Thermal Systems Group. Disponível em:<http://www.nrel.gov/csp/pdfs/48658.pdf> Acesso em: 26 de Dezembro de 2013.

NORCIA, Hamilton et al: *Estudo de caso em Tecnologia da Informação verde*. VI amostra interna de trabalhos de iniciação científica. ISBN 978-85-8084-413-9. Ano 2012.

NXP. Semiconductors. Disponível em: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/BYC10-600.pdf. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.

PAIVA FILHO, L. *Projeto de controle numérico para uma mesa de coordenadas*. Universidade Federal de Ouro Preto. 2008. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2008/LAMARTINE%20DE%20PAIVA%20FILHO.pdf> Acesso em: 17 de Janeiro de 2014.

PEREIRA, A. *Geração de energia para condomínio utilizando sistema fotovoltaico autônomo- estudo de caso em edifício residencial com seis pavimentos*. Universidade

Federal de Minas Gerais UFMG. 2012. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/93.pdf>. Acesso em: 16 de Janeiro de 2014.

PETRUZELLA, F. *Programmable Logic Controllers*. 3. ed. Boston: McGraw Hill, 2005.

POWER CLOUDS. *Como funciona a tecnologia fotovoltaica*. Disponível em: <http://www.powersclouds.com/index.php/como-funciona-a-tecnologia-fotovoltaica/?lang=pt-br> Acesso em: 26 de dezembro de 2013.

SANTOS, Cleiton: *TI Verde: Aspectos e procedimentos para certificação*. Monografia bacharelado em Sistemas da Informação. Faculdades Integradas de Diamantina. Ano 2013.

SANTOS, T. *Blue Ocean – Desenvolvimento de um sistema SCADA para pipelines*. Universidade Federal de Santa Catarina UFSC. 2007. Disponível em: http://www.wbezerra.com.br/prh34/site/trabalhos_finais/graduacao/Thiago%20de%20Freitas%20Santos_PRH34_UFSC_DAS_G.pdf Acesso em: 17 de Janeiro de 2014.

SHIGUE, C *et al.* *Célula Fotovoltaica de Silício*. Apostila Universidade de São Paulo. sd.

THOMAZINI, Daniel. ALBUQUERQUE, Pedro U. B. *Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações*. 5ª ed. São Paulo: Érica, 2005. 222 p.

WENDLING, M. *Sensores*. 2010 Disponível em <http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>. Acesso em 16 de dezembro de 2013.

ANEXO A

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA ANEEL RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 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. Texto

Atualizado / Mesclado com esclarecimentos da Aneel sobre principais assuntos tratados nesta Resolução Normativa e na Resolução nº 414/2010.

Módulos do PRODIST

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria, tendo em vista o disposto na Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no art. 4º, inciso XX, Anexo I, do Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, na Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, na Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, no Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, o que consta no Processo nº 48500.004924/2010-51 e considerando: as contribuições recebidas na Consulta Pública nº 15/2010, realizada por intercâmbio documental no período de 10 de setembro a 9 de novembro de 2010 e

as contribuições recebidas na Audiência Pública nº 42/2011, realizadas no período de 11 de agosto a 14 de outubro de 2011, resolve:

CAPÍTULO I

DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

Art. 2º Para efeitos desta Resolução ficam adotadas as seguintes definições:

I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa.

III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

Normas e regulamentos sobre o Sistema de Compensação de Energia Elétrica. A regulamentação do tema pela ANEEL engloba a Resolução nº 482/2012 e a Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST. Complementarmente, deve ser consultada a Resolução nº 414/2010. Além disso, as distribuidoras têm normas técnicas que podem ser obtidas em 2 seus sites ou junto às agências de atendimento. Em caso de dúvidas, o consumidor pode procurar sua distribuidora local.

Não é possível a geração elétrica proveniente de cogeração qualificada com potência instalada superior a 1 MW participar do sistema de compensação de energia. A Resolução Normativa nº 482/2012 limita a potência dos minigeradores distribuídos a 1 MW, aplicando-se esse limite também à cogeração qualificada.

CAPÍTULO II

DO ACESSO AOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

Art. 3º As distribuidoras deverão adequar seus sistemas comerciais e elaborar ou revisar normas técnicas para tratar do acesso de microgeração e minigeração distribuída, utilizando como referência os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, as normas técnicas brasileiras e, de forma complementar, as normas internacionais.

§1º O prazo para a distribuidora efetuar as alterações de que trata o caput e publicar as referidas normas técnicas em seu endereço eletrônico é de 240 (duzentos e quarenta) dias, contados da publicação desta Resolução.

§2º Após o prazo do § 1º, a distribuidora deverá atender às solicitações de acesso para microgeradores e minigeradores distribuídos nos termos da Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST.

Art.4º Fica dispensada a assinatura de contratos de uso e conexão para a central geradora que participe do sistema de compensação de energia elétrica da distribuidora, nos termos do Capítulo III, sendo suficiente a celebração de Acordo Operativo para os minigeradores ou do Relacionamento Operacional para os microgeradores.

Art.4º Fica dispensada a assinatura de contratos de uso e conexão na qualidade de central geradora para a microgeração e minigeração distribuída que participe do sistema de compensação de energia elétrica da distribuidora, nos termos do Capítulo III, sendo suficiente a celebração de Acordo Operativo para os minigeradores ou do Relacionamento Operacional para os microgeradores. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

§1º A potência instalada da microgeração ou minigeração distribuída participante do sistema de compensação de energia elétrica fica limitada à carga instalada, no caso de unidade consumidora do grupo B, ou à demanda contratada, no caso de unidade consumidora do grupo A. (Incluído pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

§2º Caso o consumidor deseje instalar microgeração ou minigeração distribuída com potência superior ao limite estabelecido no §1º, deve solicitar aumento da carga instalada, no caso de unidade consumidora do grupo B, ou aumento da demanda contratada, no caso de unidade consumidora do grupo A. (Incluído pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

Art. 5º Caso seja necessário realizar ampliações ou reforços no sistema de distribuição em função da conexão de centrais geradoras participantes do sistema de compensação de energia elétrica, a distribuidora deverá observar o disposto no Módulo 3 do PRODIST.

Art. 5º Quando da conexão de nova unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída, ou no caso do §2º do art. 4º, aplicam-se as regras de participação financeira do consumidor definidas em regulamento específico. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

Parágrafo único. Os custos de eventuais ampliações ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de microgeração ou minigeração distribuída participante do sistema de compensação de energia elétrica não deverão fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor, sendo integralmente arcados pela distribuidora. (Incluído pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

Custo de uma micro ou minigeração distribuída (painéis solares, geradores eólicos, turbinas hidráulicas etc.). O custo desses geradores e eventuais financiamentos não é estabelecido pela ANEEL. Assim, a iniciativa de instalação de micro ou minigeração distribuída deve ser do consumidor. A análise de custo/benefício a ser realizada pelo consumidor para instalação de tais geradores deve se pautada individualmente, já que cada caso envolve características bem particulares, tais como o tipo da fonte de energia (além de painéis solares, há diversas outras opções, tais como: turbinas eólicas, geradores a biomassa, hidrelétricas bem pequenas etc.); Processo e classe da unidade consumidora (se há algum processo produtivo ou se existem insumos disponíveis, tais como: biomassa, dejetos animais, potencial hidráulico etc.); Tecnologia e tipo dos equipamentos de geração; Porte da unidade consumidora e da central geradora a ser instalada (potência instalada tanto da carga quanto da geração); Localização (rural/urbana); Tarifa de energia elétrica à qual a unidade consumidora está submetida; Condições de financiamento e pagamento de cada projeto; Se existem outras unidades consumidoras que poderão usufruir dos créditos do sistema de compensação de energia elétrica; Etc.

Não há impedimento de conexão de um micro ou minigerador. A distribuidora não pode alegar redução da flexibilidade de operação para impedir a conexão de um agente de geração. Quando da conexão de unidades de geração distribuída ao sistema, cabe à distribuidora, na qualidade de responsável por garantir a prestação dos serviços públicos de distribuição de energia elétrica com qualidade e confiabilidade, encontrar soluções técnicas e economicamente mais razoáveis para conexão dos geradores e atendimento eficiente aos demais consumidores.

Responsabilidade financeira pelas obras no sistema de distribuição para conexão da central geradora. A micro ou minigeração distribuída é conectada à rede por meio de uma unidade consumidora. Assim, o tratamento regulatório acerca das responsabilidades para conexão é similar àquele dado a unidades consumidoras convencionais. Portanto, aplica-se o princípio da Participação Financeira, regulamentado na Seção X do Capítulo III das Condições Gerais de Fornecimento (Resolução 414/2010). Vale ressaltar que, os custos de eventuais ampliações ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de microgeração ou minigeração distribuída participante do sistema de compensação de energia elétrica são arcados integralmente pela distribuidora acessada (Art. 5º, Resolução 482/2012).

Não existem contratos de geração por parte de micro e minigeradores. Conforme art. 4º da Resolução Normativa nº 482/2012, a assinatura de contratos de uso e conexão na qualidade de central geradora não se aplica a unidades consumidoras com micro ou minigeração distribuída que participam do sistema de compensação de energia elétrica. Porém, a dispensa de assinatura de CUSD e CCD como gerador de que trata a Resolução Normativa nº 482/2012 aplica-se somente aos micro e minigeradores distribuídos que aderirem ao sistema de compensação de energia

(art. 4º, Resolução 482/2012), não refere-se à central geradora que não participar do sistema de compensação de energia elétrica da distribuidora.

A energia reativa não faz parte do sistema de compensação de energia nos mesmos moldes da energia ativa. As operações com créditos de energia no sistema de compensação são limitadas à energia elétrica ativa gerada e consumida, conforme inciso III, art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012.

Não é possível usar instalações de outro consumidor para instalar uma micro ou minigeração. A Resolução Normativa nº 482/2012 estabelece que a micro e minigeração distribuída devem ser conectadas à rede por meio de instalações de unidade consumidora. Complementarmente, a Resolução Normativa nº 414/2010 define unidade consumidora como sendo "conjunto composto por instalações, ramal de entrada, equipamentos elétricos, condutores e acessórios, incluída a subestação, quando do fornecimento em tensão primária, caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em apenas um ponto de entrega, com medição individualizada, correspondente a um único consumidor e localizado em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas".

Nível de tensão os micro e minigeradores serão conectados. Para definição da tensão de conexão da unidade consumidora com micro ou minigeração devem ser obedecidas as disposições dos art. 12 e 13 da Resolução 414/2010. Além disso, deve-se considerar as faixas de potência indicadas na Tabela 1 da Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST. No entanto, conforme Nota da Tabela 1, a quantidade de fases e o nível de tensão de conexão da central geradora serão definidos pela distribuidora em função das limitações técnicas justificáveis da rede, obedecida a Resolução nº 414/2010.

É possível a instalação de micro ou minigerador em unidade do consumidor de baixo consumo situada em zona rural. A Resolução não faz restrição à localização do micro ou minigerador, desde que esteja associado a uma unidade consumidora e se estabeleça na mesma distribuidora onde se encontram as demais unidades de consumo com as quais se deseja compensar o excedente de geração (inciso IV, Art. 7º, Resolução Normativa nº 482/2012). Ressalta-se que a potência instalada da microgeração ou minigeração distribuída participante do sistema de compensação de energia elétrica é limitada à carga instalada ou à demanda contratada da unidade consumidora (§1º, Art. 4º, Resolução 482/2012).

CAPÍTULO III

DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Art. 6º O consumidor poderá aderir ao sistema de compensação de energia elétrica, observadas as disposições desta Resolução.

Art. 6º O consumidor poderá aderir ao sistema de compensação de energia elétrica, observadas as disposições desta Resolução. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

§1º Para fins de compensação, a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora, será cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo de 36 (trinta e seis) meses. (Incluído pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

§2º A adesão ao sistema de compensação de energia elétrica não se aplica aos consumidores livres ou especiais. (Incluído pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

Art. 7º No faturamento de unidade consumidora integrante do sistema de compensação de energia elétrica deverão ser observados os seguintes procedimentos:

II - o consumo a ser faturado, referente à energia elétrica ativa, é a diferença entre a energia consumida e a injetada, por posto horário, quando for o caso, devendo a distribuidora utilizar o excedente que não tenha sido compensado no ciclo de faturamento corrente para abater o consumo medido em meses subsequentes.

III - caso a energia ativa injetada em um determinado posto horário seja superior à energia ativa consumida, a diferença deverá ser utilizada, preferencialmente, para compensação em outros postos horários dentro do mesmo ciclo de faturamento, devendo, ainda, ser observada a relação entre os valores das tarifas de energia, se houver.

IV - os montantes de energia ativa injetada que não tenham sido compensados na própria unidade consumidora poderão ser utilizados para compensar o consumo de outras unidades previamente cadastradas para este fim e atendidas pela mesma distribuidora, cujo titular seja o mesmo da unidade com sistema de compensação de energia elétrica, ou cujas unidades consumidoras forem reunidas por comunhão de interesses de fato ou de direito.

V - o consumidor deverá definir a ordem de prioridade das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação de energia elétrica.

VI - os créditos de energia ativa gerada por meio do sistema de compensação de energia elétrica expirarão 36 (trinta e seis) meses após a data do faturamento, não fazendo jus o consumidor a qualquer forma de compensação após o seu vencimento, e serão revertidos em prol da modicidade tarifária. VII - a fatura deverá

conter a informação de eventual saldo positivo de energia ativa para o ciclo subsequente, em quilowatt-hora (kWh), por posto horário, quando for o caso, e também o total de créditos que expirarão no próximo ciclo.

VIII - os montantes líquidos apurados no sistema de compensação de energia serão considerados no cálculo da sobre contratação de energia para efeitos tarifários, sem reflexos na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, devendo ser registrados contabilmente, pela distribuidora, conforme disposto no Manual de Contabilidade do Serviço Público de Energia Elétrica.

I - deverá ser cobrado, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B, ou da demanda contratada para o consumidor do grupo A, conforme o caso.

II - o consumo de energia elétrica ativa a ser faturado é a diferença entre a energia consumida e a injetada, por posto tarifário, quando for o caso, devendo a distribuidora utilizar o excedente que não tenha sido compensado no ciclo de faturamento corrente para abater o consumo medido em meses subsequentes. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

III - caso existam postos tarifários e a energia ativa injetada em um determinado posto tarifário seja superior à consumida, a diferença deverá ser utilizada para compensação em outros postos tarifários dentro do mesmo ciclo de faturamento, devendo ser observada a relação entre os valores das tarifas de energia – TE, conforme definição da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, se houver. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

IV - os montantes de energia ativa injetada que não tenham sido compensados na própria unidade consumidora poderão ser utilizados para compensar o consumo de outras unidades previamente cadastradas para esse fim e atendidas pela mesma distribuidora, cujo titular seja o mesmo da unidade com sistema de compensação de energia elétrica, possuidor do mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

V - o consumidor deverá definir a ordem de prioridade das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação de energia elétrica, devendo a unidade consumidora onde se encontra instalada a geração ser a primeira a ter seu consumo compensado. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

VI - em cada unidade consumidora participante do sistema de compensação de energia elétrica, a compensação deve se dar primeiramente no posto tarifário em que ocorreu a geração e, posteriormente, nos demais postos tarifários, devendo ser observada a relação entre os valores das tarifas de energia – TE para diferentes postos tarifários de uma mesma unidade consumidora, conforme definição da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, se houver. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

VII - os créditos de energia ativa resultantes após compensação em todos os postos tarifários e em todas as demais unidades consumidoras, conforme incisos II a VI, expirarão 36 (trinta e seis) meses após a data do faturamento e serão revertidos em

prol da modicidade tarifária sem que o consumidor faça jus a qualquer forma de compensação após esse prazo.

VIII - eventuais créditos de energia ativa existentes no momento do encerramento da relação contratual do consumidor serão revertidos em prol da modicidade tarifária sem que o consumidor faça jus a qualquer forma de compensação. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

IX - a fatura deverá conter a informação de eventual saldo positivo de energia ativa para o ciclo subsequente em quilowatt-hora (kWh), por posto tarifário, quando for o caso, e também o total de créditos que expirarão no próximo ciclo. (Incluído pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

X - os montantes líquidos apurados no sistema de compensação de energia elétrica serão considerados no cálculo da sobre contratação de energia para efeitos tarifários, sem reflexos na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, devendo ser registrados contabilmente, pela distribuidora, conforme disposto no Manual de Contabilidade do Serviço Público de Energia Elétrica. (Incluído pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

XI - Para as unidades consumidoras atendidas em tensão primária com equipamentos de medição instalados no secundário dos transformadores deverá ser deduzida a perda por transformação da energia injetada por essa unidade consumidora, nos termos do art. 94 da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. (Incluído pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

Parágrafo único. Aplica-se de forma complementar as disposições da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, relativas aos procedimentos para faturamento.

Sistema de Compensação de Energia Elétrica. A Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 define o Sistema de Compensação como um arranjo no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade.

Esse sistema é também conhecido pelo termo em inglês net metering. Nele, um consumidor de energia elétrica instala pequenos geradores em sua unidade consumidora (como, por exemplo, painéis solares fotovoltaicos e pequenas turbinas eólicas) e a energia gerada é usada para abater o consumo de energia elétrica da unidade. Quando a geração for maior que o consumo, o saldo positivo de energia poderá ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário ou na fatura do mês subsequente. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 36 meses. Há ainda a possibilidade de o consumidor utilizar esses créditos em outra unidade (desde que as duas unidades consumidoras estejam na mesma área de concessão e sejam do mesmo titular).

Ordem a ser obedecida para a compensação dos créditos de energia ativa no sistema de compensação de energia. O sistema de compensação de energia tem seu modo de faturamento estabelecido no art. 7º da Resolução Normativa nº 482/2012, que determina a seguinte utilização: 1. A energia ativa gerada em determinado posto horário deve ser utilizada para compensar a energia ativa consumida nesse mesmo período. 2. Havendo excedente, os créditos de energia ativa devem ser utilizados para compensar o consumo em outro posto horário, na mesma unidade consumidora e no mesmo ciclo de faturamento. 3. Restando créditos, o excedente deve ser utilizado para abater o consumo de energia ativa em outra unidade consumidora escolhida pelo consumidor, no mesmo posto horário em que a energia foi gerada e no mesmo ciclo de faturamento. 4. O eventual excedente após aplicação do item anterior deve ser utilizado para abater o consumo da unidade consumidora escolhida pelo consumidor e referenciada no item 3, no mesmo ciclo de faturamento, mas em outro posto horário. 5. Caso ainda haja excedente, o processo descrito nos itens 3 e 4 deve ser repetido para as demais unidades consumidoras cadastradas previamente pelo consumidor, obedecida a ordem de prioridade escolhida por ele. 6. Após aplicação do item 5, até o esgotamento das unidades consumidoras cadastradas, caso ainda existam créditos de energia ativa, o procedimento descrito nos itens 1 a 5 deve ser repetido nessa ordem para os ciclos de faturamento posteriores, obedecido o limite de 36 meses de validade dos créditos.

CAPÍTULO IV

DA MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Art. 8º Os custos referentes à adequação do sistema de medição, necessário para implantar o sistema de compensação de energia elétrica, são de responsabilidade do interessado.

§1º O custo de adequação a que se refere o caput é a diferença entre o custo dos componentes do sistema de medição requerido para o sistema de compensação de energia elétrica e o custo do medidor convencional utilizado em unidades consumidoras do mesmo nível de tensão.

§2º Os equipamentos de medição instalados nos termos do caput deverão atender às especificações técnicas do PRODIST e da distribuidora.

§3º Os equipamentos de que trata o caput deverão ser cedidos sem ônus às respectivas Concessionárias e Permissionárias de Distribuição, as quais farão o registro contábil no Ativo Imobilizado, tendo como contrapartida Obrigações Vinculadas à Concessão de Serviço Público de Energia Elétrica.

§2º O sistema de medição deve observar as especificações técnicas do PRODIST e ser instalado pela distribuidora, que deve cobrar dos interessados o custo de adequação. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

§ 3º O sistema de medição deve ser registrado no ativo imobilizado em serviço, devendo a parcela de responsabilidade de o interessado ser contabilizada em contrapartida do Subgrupo Obrigações Vinculadas à Concessão do Serviço Público de Energia Elétrica. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

Art. 9º Após a adequação do sistema de medição, a distribuidora será responsável pela sua operação e manutenção, incluindo os custos de eventual substituição ou adequação.

Art. 10. A distribuidora deverá adequar o sistema de medição dentro do prazo para realização da vistoria e ligação das instalações e iniciar o sistema de compensação de energia elétrica assim que for aprovado o ponto de conexão, conforme procedimentos e prazos estabelecidos na seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST.

É possível realizar a medição por meio de dois medidores unidirecionais. Porém, no caso de conexão na baixa tensão. O item 7.1.1, Seção 3.7, Módulo 3 do PRODIST, define que, para instalações em baixa tensão, a medição bidirecional pode ser realizada por meio de dois medidores unidirecionais: um para aferir a energia elétrica ativa consumida e outro para a gerada. Note-se que, na existência de equipamento bidirecional 4 que permita o cômputo da energia gerada e consumida em um mesmo equipamento, o sistema de medição bidirecional a que se refere o item 7.1 da Seção 3.7 pode ser implementado com uso de um único medidor, desde que essa seja a opção de menor custo global.

Caso haja impedimento de acesso ao medidor o faturamento será feito como? Conforme art. 87 da Resolução 414/2010, no caso de impedimento de acesso para fins de leitura, o faturamento se dá, de maneira geral, pela média aritmética dos valores faturados nos últimos 12 meses. Adicionalmente, o inciso II do art. 7º da Resolução 482/2012 5 determina que o faturamento referente à unidade consumidora integrante do sistema de compensação de energia deve se dar pela diferença entre a energia consumida e a injetada. Portanto, no caso de impedimento de acesso, a média deve ser realizada pelos valores líquidos (consumo subtraído da injeção).

CAPÍTULO V

DAS RESPONSABILIDADES POR DANO AO SISTEMA ELÉTRICO

Art. 11. Aplica-se o estabelecido no caput e no inciso II do art. 164 da Resolução Normativa nº 414 de 9 de setembro de 2010, no caso de dano ao sistema elétrico de distribuição comprovadamente ocasionado por microgeração ou minigeração distribuída incentivada.

Art.12. Aplica-se o estabelecido no art. 170 da Resolução Normativa nº 414, de 2010, no caso de o consumidor gerar energia elétrica na sua unidade consumidora sem observar as normas e padrões da distribuidora local.

Parágrafo único. Caso seja comprovado que houve irregularidade na unidade consumidora, nos termos do caput, os créditos de energia ativa gerados no respectivo período não poderão ser utilizados no sistema de compensação de energia elétrica.

Geradores clandestinos podem ser desconectados da rede de distribuição. Conforme inciso I do § 1º do art. 170 da Resolução Normativa nº 414/2010, a distribuidora deve suspender imediatamente o fornecimento caso ficar caracterizado que a geração prejudica o atendimento a outras unidades consumidoras, apontando risco iminente de danos a pessoas, bens ou ao funcionamento do sistema elétrico.

Como se dará a recuperação da receita por irregularidade na medição do consumo de energia elétrica num micro ou minigerador? Caso seja comprovado procedimento irregular nos termos do artigo 129 da Resolução 414/2010, a recuperação da receita deve ser realizada levando-se em consideração os consumos conforme disposto no art. 130 dessa norma. Adicionalmente, para unidades consumidoras que possuam micro ou minigeração distribuída, os créditos de energia ativa gerados no período irregular não poderão ser utilizados no sistema de compensação de energia (parágrafo único, art. 12, Resolução Normativa nº 482/2012), ensejando a necessidade de revisão no faturamento de todas as demais unidades consumidoras que tenham porventura recebido créditos de energia da unidade em que fora detectado o procedimento irregular.

CAPÍTULO VI

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art.13. Compete à distribuidora a responsabilidade pela coleta das informações das unidades geradoras junto aos microgeradores e minigeradores distribuídos e envio

dos dados constantes nos Anexos das Resoluções Normativas nos 390 e 391, ambas de 15 de dezembro de 2009, para a ANEEL.

Art. 14. Ficam aprovadas as revisões 4 do Módulo 1 – Introdução, e 4 do Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição, do PRODIST, de forma a contemplar a inclusão da Seção 3.7 – Acesso de Micro e Minigeração Distribuída com as adequações necessárias nesse Módulo.

Art. 15. A ANEEL irá revisar esta Resolução em até cinco anos após sua publicação.

Art. 16. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

NELSON JOSÉ HÜBNER MOREIRA