

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST

CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ARILSON NERY KLEY DE LIMA

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM MEIOS RURAIS

LAGES

2018

ARILSON NERY KLEY DE LIMA

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM MEIOS RURAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Silvio Moraes de Oliveira

LAGES

2018

Monografia apresentada ao Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Raulson Nery Kley de Lima

NOME DO ALUNO

Estudo de Viabilidade de Instalação de Geração Distribuída

em Meios Rurais

TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Msc. Sílvia Moraes de Oliveira

Titulação e nome do Orientador(a)

Msc. Nathalle W. Branco

Titulação e nome do Avaliador (a).

Dra. Francieli Lima de Sá

Titulação e nome do Avaliador (a).

Dra. Francieli Lima de Sá

Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador (a).

Lages, 10 de dezembro de 2018.

ARILSON NERY KLEY DE LIMA

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA EM MEIOS RURAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Silvio Moraes de Oliveira

Lages, SC ___/___/2018. Nota: ____ _____

Franciéli Lima de Sá

LAGES

2018

RESUMO

Quando se toca no assunto, meios rurais, sabe-se que tal ambiente, ainda necessita de investimentos e resoluções para problemas como: queda de energia frequente, rede de distribuição instável, a custos altos de tarifas e até mesmo da quantia de kW consumidos pelos usuários, a geração distribuída vem se apresentando como uma das melhores opções para resolver tais problemas. O presente trabalho refere-se a Geração Distribuída, suas aplicações em meios rurais, tendo como base um estudo de campo, irá apresentar a real condição em que se encontra o sistema de distribuição em meios rurais, apresentando aspectos e condições da implantação de sistemas de microgeração eólico, solar, e biogás, apresentando informações sobre os custos da instalação de tais sistemas. Partindo do marco as informações do potencial nacional de energia eólica, dando foco a normatização e procedimentos estabelecidos pela (ANEEL) Agência Nacional de Energia Elétrica.

Palavras chave: ANEEL, Potencial Nacional de Energia, Microgeração.

ABSTRACT

When it comes to the subject, rural means, it is known that such an environment still needs investments and resolutions for problems such as: frequent power outage, unstable distribution network, high tariff costs and even the amount of kW consumed by users, distributed generation has been presented as one of the best options to solve such problems. The present work refers to Distributed Generation, its applications in rural environments, based on a field study, will present the real condition in which the distribution system is located in rural environments, presenting aspects and conditions of the implantation of systems of wind, solar, and biogas, presenting information on the costs of installing such systems. Starting from the milestone the information of the national potential of wind power, giving focus to the standardization and procedures established by (ANEEL) National Agency of Electric Energy.

Key-words: ANEEL, National Energy Potential, Microgeneration.

AGRADECIMENTOS

Somente nós sabemos as reais dificuldades a quais passamos até chegar ao fim dessa jornada estudantil, e sem o apoio de pessoas essenciais em nossas vidas provavelmente não teríamos conseguido chegar até onde chegamos, através deste agradecimento quero fazer uma pequena homenagem a todos que me ajudaram nos momentos em que precisei, agradecer a minha família de sangue, ou seja, todos meus familiares, que souberam lidar comigo em todas as situações, agradecer acima de tudo a Deus, por proporcionar com que eu pudesse chegar até aqui, humildemente agradecer aqueles irmãos que ganhei durante o período escolar, irmãos estes que levarei para a vida toda em meu coração, sem vocês eu não conseguiria, meus caros colegas, agradecer as pessoas que me ajudaram após meu acidente de automóvel, o qual passei por momentos difíceis, e que só consegui superar pela companhia das mesmas, agradecer aos meus colegas e familiares do Restaurante Aquáriu's, agradecer as duas pessoas essenciais que me ajudaram quando perdi uma pessoa muito querida de minha família.

SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVO GERAL.....	10
1.1.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	10
1.3 APLICAÇÕES.....	11
1.4 METODOLOGIA EMPREGADA.....	11
2 ENERGIA EÓLICA	12
2.1 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.....	12
2.2 AEROGERADORES.....	14
2.3 CRESCIMENTO DA ENERGIA EÓLICA E POTÊN-CIAL DE GERAÇÃO.....	24
3 BIOGÁS	29
3.1 POTENCIAL.....	31
3.2 BIODIGESTORES	33
4 ENERGIA SOLAR	37
4.1 POTENCIAL DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICO.....	39
4.2 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS.....	45
4.3 SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA EM UMA GD.....	49
5 PERFIL DOS MORADORES DO MEIO RURAL	51
5.1 RESULTADOS E ANÁLISE.....	59
6 CONCLUSÃO	61
7 REFERÊNCIAS	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comportamento do vento sob a influência das características do terreno.....	13
Figura 2 - Formação dos ventos devido ao deslocamento das massas de ar.	14
Figura 3 - Ilustração dos ventos recebidos pelos aerogeradores. (Vento frontal "upwind")...	15
Figura 4 - Ilustração dos ventos recebidos pelos aerogeradores. (Vento retaguarda "downwind").....	15
Figura 5 - Componentes de um aerogerador de eixo horizontal.	16
Figura 6 - Forma típica de uma curva de potência de um aerogerador de controle de passo..	18
Figura 7 - Curva de potência típica de um aerogerador com controle tipo estol.....	19
Figura 8 - Sistema de grande porte "Parque do Osorio".	19
Figura 9 - Rotor de eixo vertical.	20
Figura 10 - Sistema híbrido (solar, eólico e diesel).....	22
Figura 11 - Parque eólico instalado no mar.....	23
Figura 12 - Evolução da energia eólica no mundo.	24
Figura 13 - Mapa do potencial de geração eólico brasileiro.	25
Figura 14 - Evolução dos aerogeradores ao decorrer de 1980 até 2010.....	26
Figura 15 - Total de potencial - elétrico eólico brasileiro.	28
Figura 16 - Representação do corte de um biodigestor desenvolvido pela marinha do Brasil.	35
Figura 17 - Representação do corte de um biodigestor da marinha brasileira simplificado. ..	35
Figura 18 - Mapa de irradiação média anual.	38
Figura 19 - Representação das estações do ano e movimento da terra em torno do sol.	39
Figura 20 - Mapa de radiação solar diária, média mensal - ANUAL.....	40
Figura 21 - Mapa de insolação diária, média mensal.	41
Figura 22 - Distribuição espectral da radiação solar.	42
Figura 23 - Potencial anual médio de energia solar.	43
Figura 24 - Painéis Fotovoltaico.	46
Figura 25 - Corte de uma célula fotovoltaica.	47
Figura 26 - Medição através de um medidor bidirecional.....	49
Figura 27 - Medição com 2 medidores.....	49
Figura 28 - Imagem de uma rede de distribuição da área pesquisada.	56
Figura 29 - Imagem de uma instalação antiga na área pesquisada.	57

Figura 30 - Imagem de uma instalação elétrica com mais de 10 anos.58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Capacidade instalada de geração eólica em MW por país.....	27
Quadro 2 – Fonte de resíduos.....	32
Quadro 3 – Composição do Biogás.....	33
Quadro 4 – Eficiência típica dos módulos comerciais.....	48
Quadro 5 – Número de queda de energia.....	51
Quadro 6 – Quantidade de tempo estimada por queda de energia.....	52
Quadro 7 – Identificação de queima de eletrodomésticos e aparelhos que usam eletricidade.....	53
Quadro 8 – Tempo de manutenção nas instalações.....	55

1 INTRODUÇÃO

Por consequência do crescimento da população e da tecnologia que vem evoluindo cada vez mais dentre outros fatores, a demanda mundial pelo consumo de energia elétrica vem crescendo de forma exponencial. Atualmente sabemos que desfrutar de fontes convencionais e não renováveis de geração de energia elétrica, já não são mais vistos com bons olhos, pelo fato de não serem tão favoráveis ao meio ambiente e o favorecimento ao aquecimento global a partir do efeito estufa.

De tal maneira pode-se notar que a muito tempo a busca por geração de energia de uma forma renovável e limpa, seja esta por questões políticas, ambientais ou econômicas vem crescendo constantemente. Um dos temas a qual pouco se toca é a distribuição e qualidade de distribuição de energia em meio rurais, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população rural brasileira em 2010 é de 29.830.007 habitantes o que corresponde mais de 15% da população total brasileira, fatia da população a qual não deve ser esquecida e a qual tem muitos problemas energia elétrica.

Ao que se refere em Geração Distribuída os estímulos nacionais por esse tipo de geração tem disparado. Incluindo incentivos governamentais por tal geração, e tem seus estímulos justificados pelo fato de que são fontes limpas, que geram pouco impacto ambiental, reduz o carregamento das redes de distribuição e perdas, diversificando a matriz energética, etc.

No caso do consumidor, iniciar um projeto de geração distribuída significaria a autonomia de geração e consumo e economia nos seus gastos com energia elétrica, bem como a conscientização no favorecimento de um ambiente limpo.

No Brasil os estímulos vêm por repercussão e relevância em relação ao crescimento demográfico e também a evolução da tecnologia o que aumenta significativamente o consumo de energia elétrica no País, gerando discussões acerca da geração de energia elétrica, onde se necessita achar meios para suprir essa demanda de energia. E neste aspecto tem-se a microgeração distribuída.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é demonstrar a microgeração distribuída, quais seus aspectos, seus meios de utilização, quais os tipos de geração de energia podem ser considerados GD, demonstrar a viabilidade em Santa Catarina, assim como demonstrar os benefícios de tal aplicação visando uma eficiência energética melhor e mais sólida.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Analisar os prós e contras da GD;
- Demonstrar a aplicação da GD;
- Demonstrar meios para reduzir quedas de energia em meios rurais;
- Demonstrar o potencial de produção de energia eólica;
- Demonstrar o potencial de produção de energia solar;
- Demonstrar a forma de geração de energia por Biogás;
- Analisar o perfil dos moradores das áreas rurais;
- Analisar a situação a que se encontram os moradores de áreas rurais;
- Demonstrar a conclusão do estudo;
- Definir a modalidade de produção de energia.

1.2 JUSTIFICATIVA

No presente trabalho serão abordados assuntos que dizem respeito a geração distribuída, ou microgeração distribuída em meios rurais, tendo como premissa procurar meios de como reduzir o número de quedas de energia em tais locais, e considerando uma geração de energia limpa e que beneficie seu usuário, levando em consideração não as estatísticas dadas pelas concessionárias de energia, mas sim também os relatos de moradores de áreas rurais, assim tendo uma visão mais ampla do que realmente se passa em tais locais, podendo assim ter um melhor resultado em tal estudo e podendo conseguir propor meios para melhorar a qualidade de distribuição.

1.3 APLICAÇÕES

A abrangência de tal projeto se dá desde pequenos produtores rurais que queiram apenas ter uma maior estabilidade energética, ou autossuficiência e redução nos custos de energia, quanto a apenas moradores rurais, sendo o foco o meio rural como principal aplicação, mas levando em consideração que a GD pode ser utilizada em qualquer meio, rural ou urbano, gerando benefícios não só de economia mas também de consciência de que utilizando deste meio, estará utilizando um tipo de energia o qual não é prejudicial e é inesgotável.

1.4 METODOLOGIA EMPREGADA

Para a consolidação de todo o conteúdo, foram utilizadas biografias pertinentes ao tema, a partir de publicações renomadas em tais assuntos, tendo como fonte principal as normas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), consultas a reportagens, pesquisa de campo, artigos e documentos de referência, tal como o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB).

2 ENERGIA EÓLICA

A energia eólica, é a transformação da energia do vento, em energia útil, a energia eólica é uma forma de geração de energia limpa, a qual não utiliza de combustíveis fósseis para sua produção, renovável e pode ser implantada em diversas regiões com qualidade e eficiência de geração, requer menores espaços para a implantação de seus aerogeradores, e não produz nenhuma forma de gases poluentes, a energia eólica não é tão nova quanto se pensa, pois vem sendo utilizada desde os primórdios, tanto em moinhos, quanto para impulsionar barcos a vela. Basicamente a energia eólica utiliza da força dos ventos que tocam às pás de aerogeradores, estas ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico.

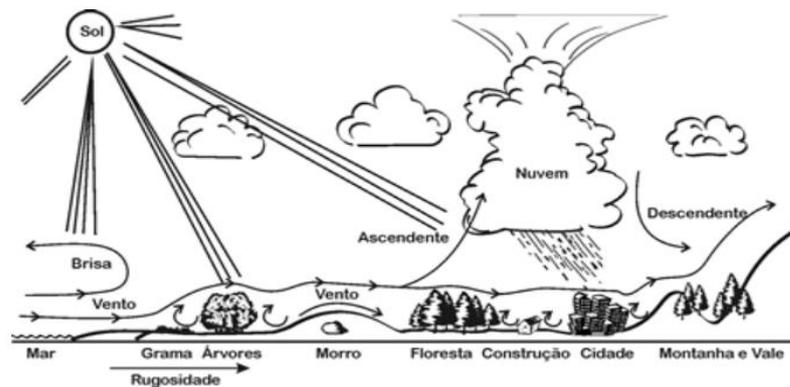
2.1 Princípio de funcionamento

O princípio de funcionamento se baseia na conversão de energia cinética, resultante do movimento de rotação causado pela incidência dos ventos nas pás do rotor da turbina em energia elétrica (GALDINO, 2015). As pás funcionam pelo princípio físico da sustentação, tais são especialmente desenvolvidas para tais fins com perfil aerodinâmico, pode ser comparado as asas dos aviões. O funcionamento de uma turbina de um aerogerador, envolve não só a área elétrica, mas também os ramos da Engenharia Mecânica, Engenharia Civil, tanto quanto a área da meteorologia.

As primeiras experiências para geração de eletricidade por meio dos ventos surgiram no final do século XIX. Em 1976, menos de um século depois do início dos estudos, foi instalada a primeira turbina eólica comercial foi ligada à rede elétrica pública, na Dinamarca. (ALVES, 2010). Com análise no Atlas do potencial eólico brasileiro, podemos perceber que o Brasil tem um potencial eólico de 143.000 MW, grande parte desse potencial encontrasse no Nordeste. Os ventos são gerados por diferença entre a temperatura das águas e da terra, e por isso os ventos podem variar de acordo com o dia, estação do ano, hora e etc. O tipo do solo em questões topográficas também influencia na ocorrência dos ventos e de sua velocidade, influenciando assim diretamente na produção de energia.

O vento é o ar em movimento na superfície terrestre, sendo afetado tanto por altas quanto por baixas pressões atmosféricas. O sol não aquece a terra de forma regular, pois depende de fatores como o ângulo de incidência dos raios solares, que difere consoante a latitude e a hora, e se o solo é coberto por vegetação.

Figura 1 - Comportamento do vento sob a influência das características do terreno.

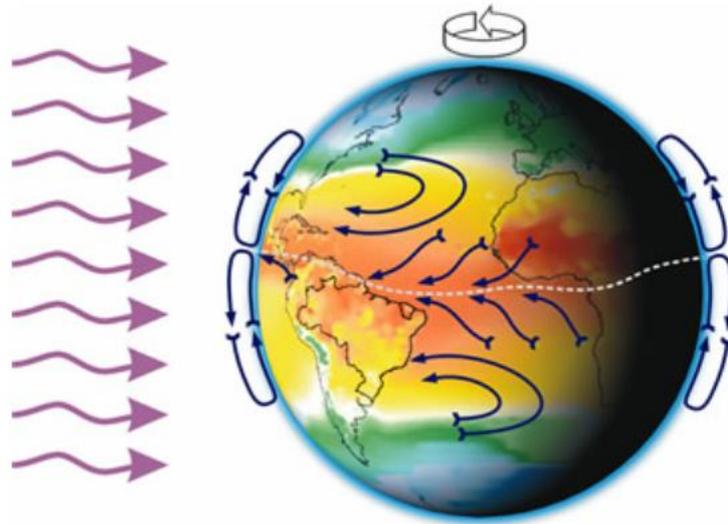


Fonte (CRESESB, 2017)

Existem locais na terra nos quais os ventos nunca param, pois o mecanismo que produz os ventos (aquecimento no equador e resfriamento nos polos) estão sempre presentes na natureza, estes são chamados de ventos planetários ou ventos constantes e podem ser classificados em 4 tipos, são eles:

- Alísios: que são os ventos que sopram dos tópicos do equador, em baixas altitudes.
- Contra-Alísios: ventos que sopram do equador para os polos em altas altitudes.
- Ventos do Oeste: ventos que sopram dos trópicos para os polos.
- Polares: ventos frios que sopram dos polos para as zonas temperadas.

Figura 2 - Formação dos ventos devido ao deslocamento das massas de ar.



Fonte (CRESESB, 2017)

Grandes massas de água, tais elas como oceanos, aquecem e se resfriam mais lentamente do que a terra. A energia em forma de calor absorvida pela superfície terrestre se transfere para a atmosfera e, uma vez que o ar aquecido se torna menos denso que o frio, este sobe acima do ar frio para formar áreas de elevada pressão atmosférica, assim criando diferenciais de pressão. O movimento de rotação da terra arrasta a atmosfera envolvente o que provoca turbulência. É a junção de todos estes fatores que provoca alteração constante nos ventos. (GALDINO, 2015).

2.2 Aeroeradores

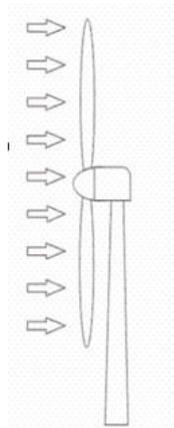
Aeroeradores funcionam como os antigos moinhos, os moinhos transformavam a força dos ventos em energia mecânica, já nos aeroeradores, a força ados ventos é utilizada para gerar energia elétrica, estes aeroeradores podem conter 1, 2, 3 ou mais pás, os aeroeradores são estrategicamente colocados em locais com altas quantidades de vento e com ventos constantes, com a força dos ventos que gira as hélices se cria um campo magnético na turbina. Tal movimento através de um gerador, produz a energia elétrica.

Os aeroeradores precisam ser agrupados, ou seja, deve-se ter uma quantia considerável de aeroeradores em um parque eólico para se ter rentabilidade, mas também podem ser utilizados separadamente para alimentar uma casa e/ou uma localidade isolada que se encontre longe das linhas de transmissão.

É possível também o uso de geradores de baixa tensão quando se trata de requisitos limitados de energia elétrica.

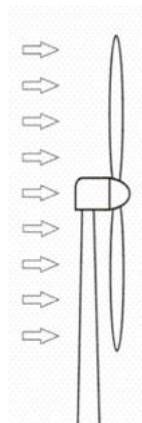
Rotores de eixo horizontal são os mais utilizados no mundo, e grande parte da experiência mundial está voltada para sua utilização. Basicamente são movidos por forças de sustentação chamadas “*Lift*” e forças de arrasto chamadas “*drag*”. Um corpo que obstrui a força do vento sofre a ação de forças que atuam perpendicularmente ao escoamento (forças de sustentação) e de forças que atuam na direção do escoamento (forças de arrasto). Ambas são proporcionais ao quadro de velocidade relativa do vento.

Figura 3 - Ilustração dos ventos recebidos pelos aerogeradores. (Vento frontal "upwind")



Fonte (GALDINO, 2015)

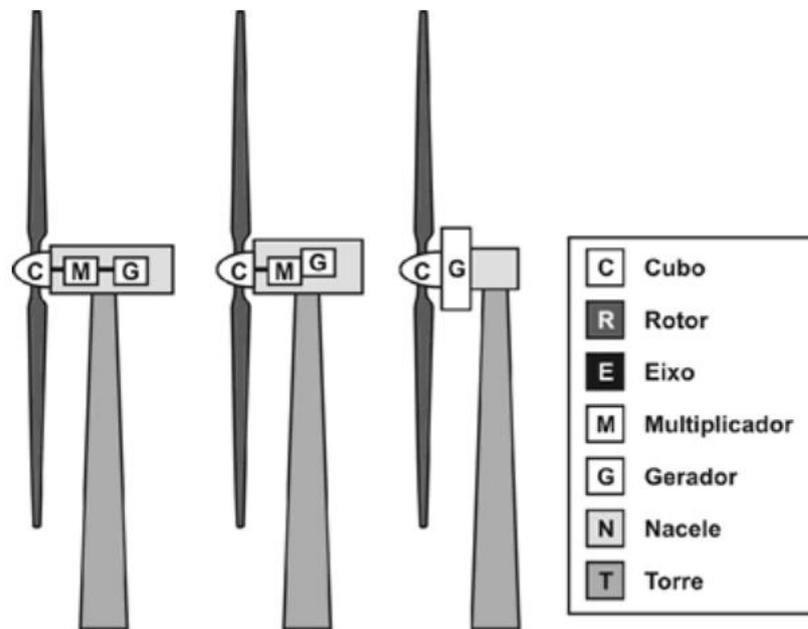
Figura 4 - Ilustração dos ventos recebidos pelos aerogeradores. (Vento retaguarda "downwind")



Fonte (GALDINO, 2015)

Os aerogeradores de eixo horizontal são diferenciados pelo tamanho da Nacele e seu formato, por conter ou não uma caixa multiplicadora e pelo tipo de gerador utilizado (convencional ou multipolos)

Figura 5 - Componentes de um aerogerador de eixo horizontal.



Fonte (CRESESB, 2017)

Como podemos analisar na figura acima o aerogerador de eixo horizontal é formado por uma Nacele que é a carcaça montada sobre a torre, onde ficam o gerador, caixa de engrenagens (quando porta), o sistema de controle, medidores de vento e motores de rotação os quais irão colocarão o sistema com o melhor posicionamento em relação ao vento. As pás que com a interação do vento convertem energia cinética em trabalho mecânico, inicialmente eram construídas de alumínio, já nos dias atuais são fabricas com fibras de vidro e reforçadas com epóxi. As pás são fixadas através de flanges no cubo (estrutura metálica que fica em frente ao gerador), o cubo é feito em aço ou liga de alta resistência.

E o eixo é responsável pelo acoplamento do cubo ao gerador transferindo a energia mecânica da turbina, também construído em aço ou liga metálica de alta resistência (CRESESB, 2017). Pode-se também encontrar aerogeradores que utilizam controle de velocidade por passo,

nestes às pás contêm rolamentos na base para que possam girar, modificando o ângulo para melhor captar o vento, nos aerogeradores com controle de velocidade passo o cubo deve conter rolamentos para a fixação das pás e além disso acomoda os mecanismos e motores para ajustes do ângulo das pás.

A transmissão que engloba a caixa multiplicadora tem a finalidade de transmitir a energia mecânica entregue pelo eixo do rotor até o gerador. Tal é composta por eixos, mancais, engrenagens de transmissão e acoplamentos.

A transformação da energia mecânica em energia elétrica, não é um problema pois encontram-se no mercado vários fabricantes de geradores, mas tratando-se de geração de energia eólica constituem-se alguns problemas para a integração do gerador, como por exemplo, as variações na velocidade do vento, variações no torque de entrada, exigência de frequência e tensão constante na energia final produzida e dificuldade de instalação, operação e manutenção, pois estes sistemas as vezes podem ser instalados em locais isolados, quanto mais em casos de pequena geração.

Finalizando os componentes de um aerogerador de eixo horizontal, a torre tão importante quanto qualquer outro dos demais componentes, ela é responsável pela sustentação e posicionamento do rotor altura conveniente para seu funcionamento. Item estrutural de grande porte e que contribui com grande parte no valor do sistema.

No início da geração eólica eram utilizadas torres de metal treliçado, mas com o passar do tempo e com o uso de geradores com potências cada vez maiores, as naceles passaram a sustentar um peso muito elevado, tanto do gerador quanto das pás, contudo para maior viabilidade e segurança para sustentar a toda a nacela em altura mais elevada, hoje são utilizadas torres de metal tubular ou até mesmo de concreto que podem ou não ser sustentadas por cabos tensores.

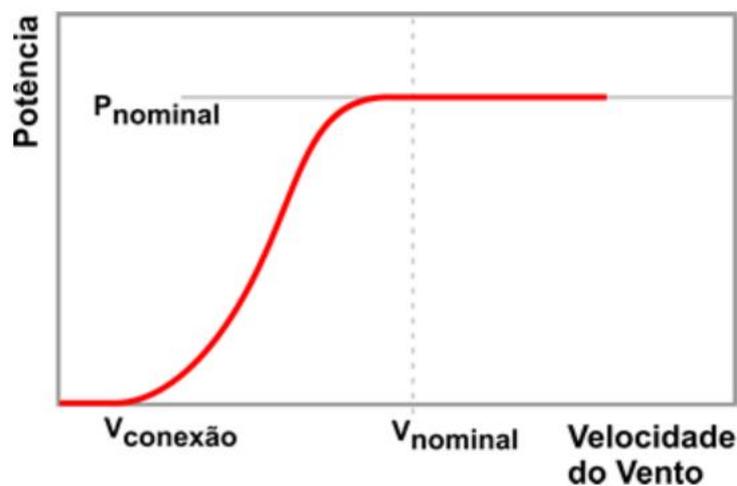
Os aerogeradores necessitam também de mecanismos de controle, tais mecanismos são destinados a orientação do rotor, controle de velocidade, de carga etc. Existe uma variedade muito grande de controles e por esse motivo, também existe uma variedade de mecanismos que podem ser mecânicos, aerodinâmicos ou eletrônicos.

Os modernos aerogeradores utilizam dois diferentes princípios de controle aerodinâmico para limitar a extração de potência a potência nominal do aerogerador. São chamados de controle estol (*Stall*) e controle de passo (*Pitch*). No passado, a maioria dos aerogeradores usavam o controle estol simples; atualmente, entretanto, com o aumento do tamanho das máquinas, os fabricantes estão optando pelo sistema de controle de passo, que oferece maior flexibilidade na operação das turbinas eólicas. (CRESESB, 2017)

O sistema de passo [6] é um sistema ativo o qual precisa de informações do sistema de controle. Sempre que a potência nominal do gerador é ultrapassada, devido as forças do vento, as pás do rotor giram em torno do seu eixo longitudinal.

Ou seja, as pás mudam seu ângulo para reduzir a intensidade do vento. Esse sistema tem algumas vantagens, uma delas é não precisar de grandes freios para eventuais paradas de emergência do rotor, partida simples pela mudança de passo, permitem controle da potência ativa sob todas as condições de vento, também sob potências parciais, dentre outras.

Figura 6 - Forma típica de uma curva de potência de um aerogerador de controle de passo.



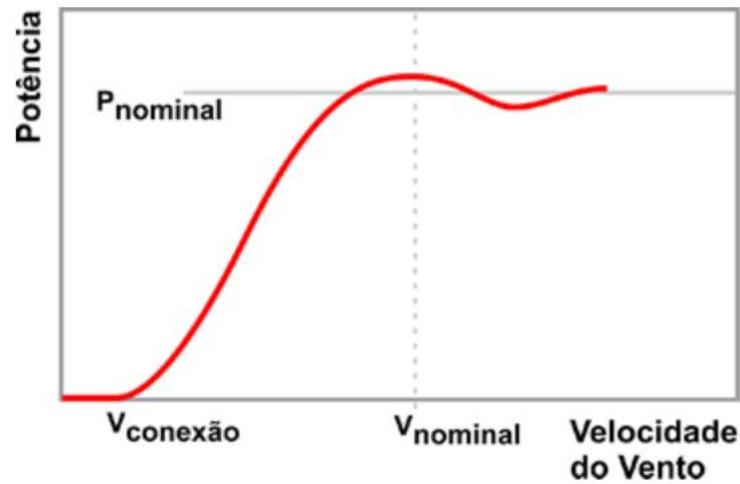
Fonte (CRESESB, 2017)

O sistema de controle estol é um sistema passivo que reage a velocidade do vento. Tem por diferença do controle de passo que suas pás são fixas em seu ângulo de passo e por isso não podem girar em torno do seu eixo longitudinal.

O ângulo de passo é escolhido para que quando a velocidade dos ventos ultrapasse a velocidade nominal o escoamento entrone do perfil da pá do rotor descola da superfície da pá (estol), reduzindo as forças de sustentação e aumentando a força de arrasto.

As pás têm uma pequena torção longitudinal o que evita que efeito estol ocorra em todas as posições radiais das pás ao mesmo tempo pois isso reduziria significativamente a potência do rotor. Em comparação ao controle de passo, o controle estol [7] possui algumas vantagens, seriam elas: a inexistência de sistema de controle de passo, estrutura do cubo do rotor simples, menor manutenção devido ao menor número de peças contidas no sistema de controle estol e auto confiabilidade do sistema de potência.

Figura 7 - Curva de potência típica de um aerogerador com controle tipo estol.



Fonte (CRESESB, 2017)

Um sistema eólico pode ser utilizado para basicamente três aplicações distintas: sistemas isolados, sistemas híbridos e sistemas ligados a rede, os sistemas de pequeno porte podem ser por exemplo: residências, fazendas, etc. Com geração menor ou igual a 10 kW, os sistemas de médio porte podem ser: um sistema de geração distribuída ou um sistema híbrido com geração de 10 – 250 kW. Um sistema de grande porte pode são fazendas eólicas ou também geração distribuída com uma geração de 250 kW - +2 MW.

Figura 8 - Sistema de grande porte "Parque do Osorio".



Fonte (GALDINO, 2015)

Existem também os rotores de eixo vertical, este tem a vantagem de não necessitarem de mecanismos de acompanhamento para as variações de direção do vento, o que reduz a complexidade do projeto e os esforços devido às forças de “Coriolis” (força provocada pelo movimento de rotação da terra). Os rotores de eixo vertical também podem ser movidos pelas forças de sustentação (*lift* e *drag*).

Figura 9 - Rotor de eixo vertical.



Fonte (CRESESB, 2017)

Os principais tipos de rotores de eixo vertical são *Darrieus*, *Savonius* e turbinas com torre de vórtices. Os rotores do tipo *Darrieus* são movidos por forças de sustentação e constituem-se de lâminas curvas (duas ou três) de perfil aerodinâmico, atadas pelas duas pontas ao eixo vertical.

A produção de energia eólica sofre influência de vários fatores para seu potencial de geração, como a topografia, pois o ar a noite normalmente tende a ficar mais frio e ocupar regiões mais próximas do solo assim produzindo pouquíssimas quantidades de vento, esse é um dos motivos das torres serem posicionadas em áreas mais elevadas.

Para a escolha dos locais onde serão instaladas as torres ainda são levados em consideração alguns fatores básicos como por exemplo a facilidade de locomoção até a instalação do equipamento, proximidade aos pontos consumidores, espaço necessário para serem efetuadas as manutenções dos equipamentos e devem ser evitadas áreas muito frias, pois condições de tempo muito adversas podem prejudicar e danificar os aerogeradores. Outro fator que influencia diretamente na produção de energia eólica, são as barreiras naturais, que podem ser prédios, árvores, construções e plantações muito elevadas, pois causam uma redução na velocidade do vento e turbulência, o que pode vir a danificar os aerogeradores.

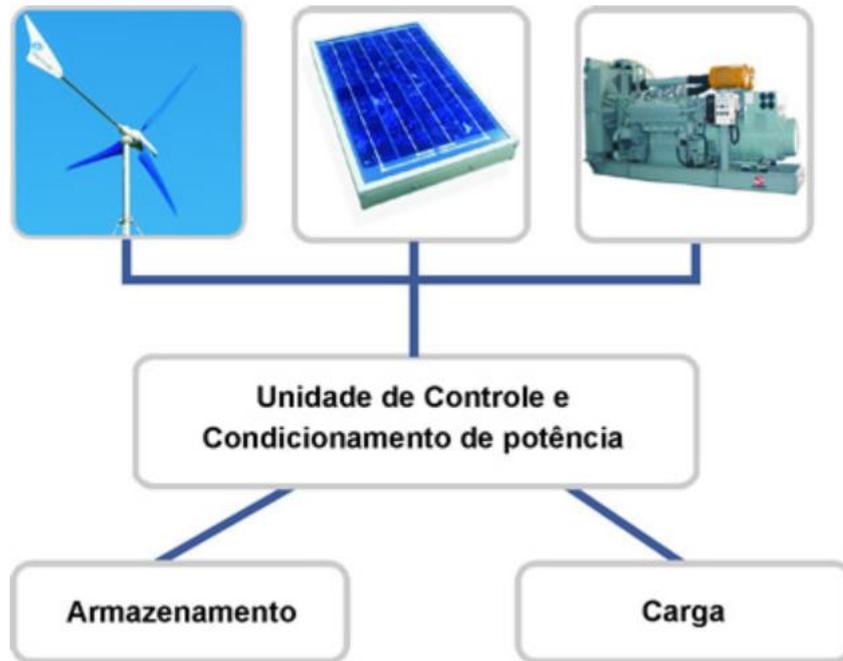
E por fim a superfície dependendo do tipo de vegetação encontrada, é importante o posicionamento do aerogerador a maiores alturas: quanto mais acidentado o terreno (maior rugosidade), com plantações, construções, árvores, etc. mais alta a torre deve ser. Os dados de velocidade do vento normalmente vêm acompanhados com a altura na qual ocorreu a medição. Quando esta não vem especificada, a velocidade refere-se à altura padrão internacional de 10 metros acima do solo ou à altura em que cada aerogerador está operando.

Porém, existem duas formas de aproximação para estimar a velocidade do vento de acordo com a altura: a Lei da Potência (*Power Law Method*), comum na América do Norte e a Lei Logarítmica, comum na Europa. (TERCIOTE, 2002).

Os sistemas de geração eólica podem se dar basicamente de 4 tipos, são eles os sistemas isolados: que em geral utilizam uma forma de armazenamento de energia, o qual pode ser feito através de banco de baterias, os sistemas que necessitam armazenar energia em baterias necessitam de um dispositivo para o controle de carga e descarga da bateria, este tem por principal objetivo evitar danos na bateria, como por sobrecarga ou descarga muito profunda. Para equipamentos que operam em (CA) é necessário um inversor. Tal equipamento é necessário para a otimização da potência produzida. Os sistemas isolados são utilizados geralmente quando se quer utilizar com eletrodomésticos comuns, iluminação residencial, etc. Os sistemas híbridos são aqueles que, desconectados da rede convencional apresentam várias outras fontes de geração de energia, por exemplo, turbinas eólicas, geradores diesel, placas fotovoltaicas, dentre outros .

A utilização de mais de uma forma de geração de energia aumenta a complexidade do sistema e requer uma otimização de cada uma das fontes. O sistema híbrido é utilizado em sistemas de médio e grande porte para atender um número maior de usuários. Por trabalhar com cargas e corrente alternada o sistema híbrido requer o uso de inversor. (CRESESB, 2017).

Figura 10 - Sistema híbrido (solar, eólico e diesel).



Fonte (CRESESB, 2017)

Os sistemas interligados a rede, são aqueles que utilizam grandes quantias de aerogeradores, e não necessitam de armazenamento de energia, pois sua geração é injetada diretamente na rede elétrica. O total de potência instalada no mundo de sistemas eólicos interligados à rede soma aproximadamente 120 GW (WWEA,2009).

Para finalizar os sistemas eólicos temos o sistema Off-Shore tal instalação representa uma nova fronteira de utilização de energia eólica. Tal sistema mesmo tendo um custo mais elevado, tanto quanto manutenção quanto de instalação e transporte, o sistema *off-shore* vem crescendo, pois vem se esgotando as grandes áreas com potencial eólico. A indústria vem investindo na adaptação das torres eólicas convencionais para serem colocadas no mar. Além de muita tecnologia, esse tipo de sistema requer condições especiais para instalação, transporte, ou seja, todo o projeto deve ser desenvolvido de forma que as condições marítimas sejam favoráveis ao transporte e também a instalação das torres.

Figura 11 - Parque eólico instalado no mar.



Fonte (CRESESB, 2017)

Um dos pontos pouco tocados quando se fala em geração de energia através de aerogeradores, são dos impactos que podem causar ao meio ambiente assim como toda e qualquer tipo de geração de energia gera um dano, por mais que mínimo ao meio ambiente, a geração por meio de aerogeradores também pode causar impactos, ainda não há um estudo que comprove, mas a indícios que os parques eólicos podem prejudicar áreas de migração de pássaros, assim como podem poluir o som através dos ruídos provocados por suas turbinas, também alteram a paisagem, por conta das altas torres. (GALDINO, 2015).

Como toda fonte de energia tem seus prós e contras, podemos citar como prós:

- Alto potencial energético
- Ser renovável
- Ter grandes chances de ser uma energia comercial
- Possui grande vantagem por funcionar a noite

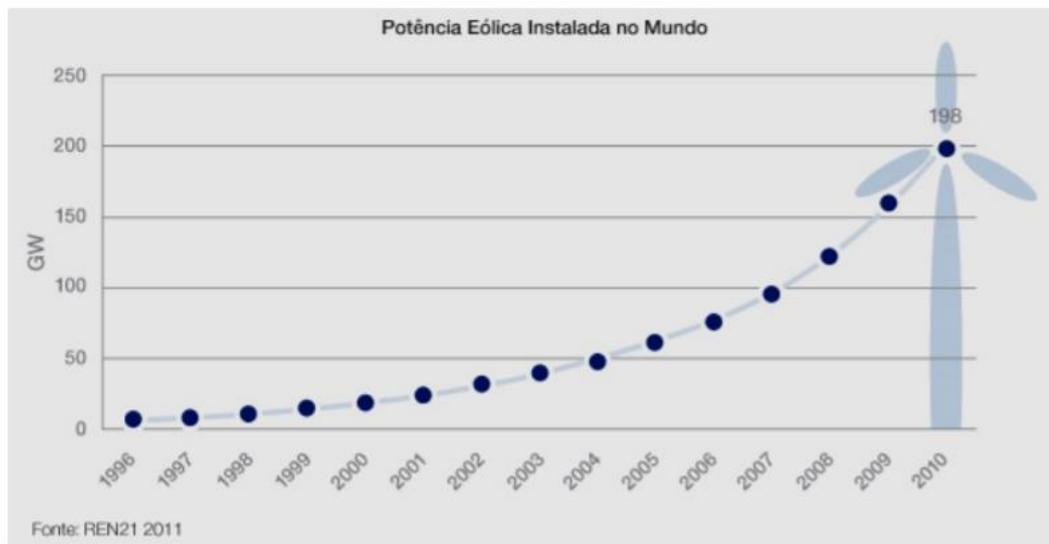
Pode – se citar como contra:

- Alto custo
- Baixa quantidade de energia por aerogerador
- Pode ocasionar a morte de pássaros

2.3 Crescimento da energia eólica e potencial de geração

Em 2012, a capacidade mundial de operação de energia eólica aumentou em quase 45 GW, valor este que representa um aumento de 19%, passando a produzir 283 GW. Com este novo recorde, a energia eólica foi a novamente a atividade que mais cresceu dentre todas as demais tecnologias do setor de energias renováveis, apesar das incertezas políticas nos principais mercados do setor (KASPARY, 2015).

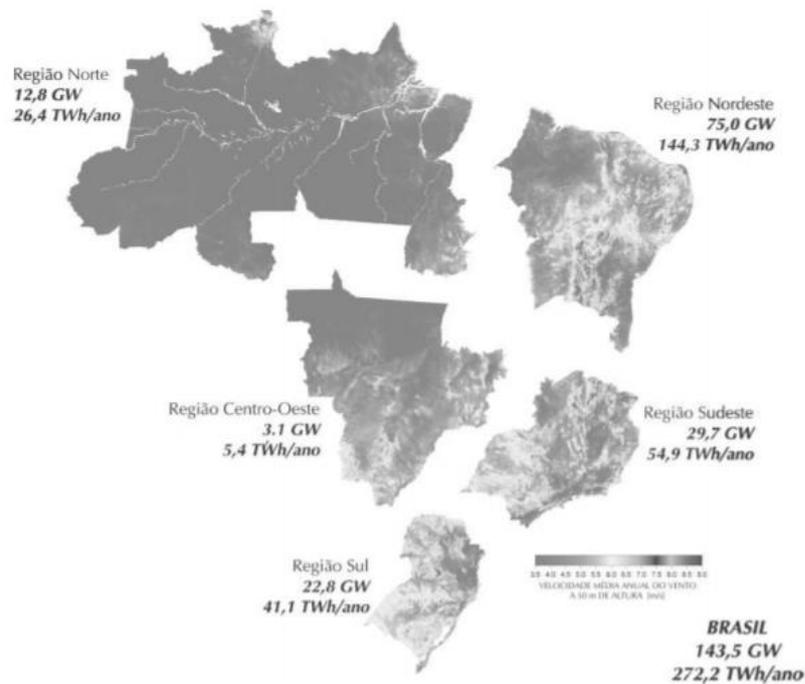
Figura 12 - Evolução da energia eólica no mundo.



Fonte (KASPARY, 2015)

O Brasil ainda está longe de ser um dos países em maior geração de energia eólica no mundo, no entanto tem um alto potencial de geração, o que desperta o interesse dos principais fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com a energia eólica.

Figura 13 - Mapa do potencial de geração eólico brasileiro.



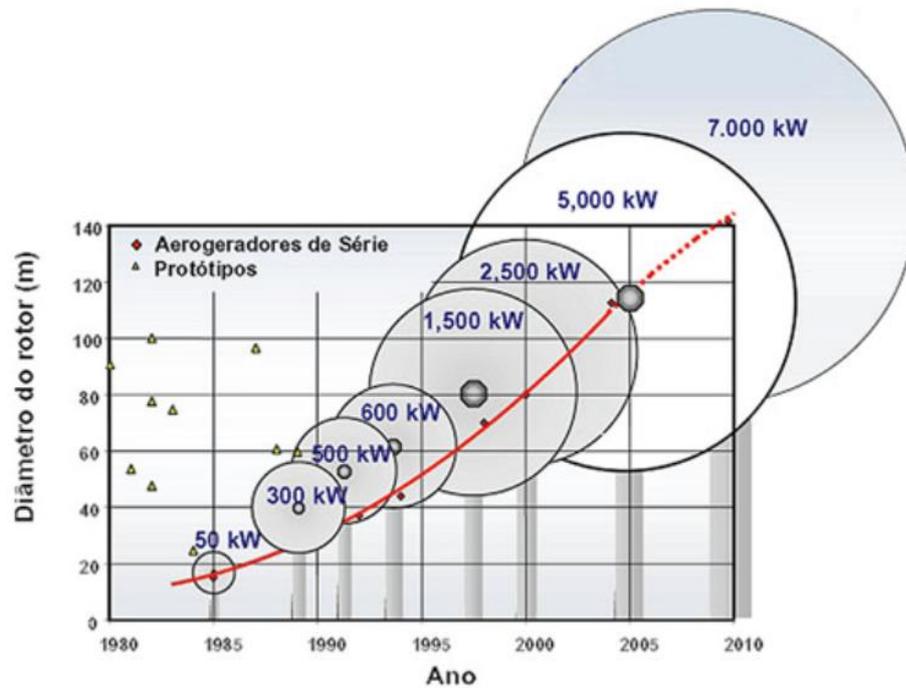
Fonte (Atlas do potencial eólico brasileiro)

Como podemos perceber analisando o mapa do atlas do potencial eólico brasileiro, podemos ver que o Brasil tem grande potencial de geração, principalmente na região Nordeste, uma das vantagens do Brasil é a qualidade nos níveis de radiação solar e ventos fortes, principalmente na costa nordestina, sendo ponto estratégico para a entrada de novas tecnologias para a América Latina.

No ano 2012 o setor de energia eólica comemorou a inserção de 2GW de potência instalada no sistema elétrico nacional. Desde 2009, quando foi realizado o primeiro leilão de energia para a fonte eólica, a indústria vem crescendo a uma taxa média anual de 2 GW por ano, de forma que até o final de 2017, considerando o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica) e tudo o que foi contratado até 2012, a fonte vai alcançar 8,7 GW de capacidade instalada (KASPARINY, 2015).

Para se entender melhor a situação a qual estamos e a que pé andamos em questão de geração de energia eólica podemos fazer uma linha gráfica da procura por aerogeradores por seus portes.

Figura 14 - Evolução dos aerogeradores ao decorrer de 1980 até 2010.



Fonte (CRESESB, 2017)

Podemos perceber que com o passar de apenas 25 anos os aerogeradores fabricados, passaram de 50 KW para impressionantes 5,000 KW, ou seja, um aumento de 4,950 KW, isso significa que a procura está sendo maior pela geração de energia eólica e a tecnologia em tal área se desenvolve cada vez mais e cada vez mais rápido.

Novamente para se ter uma noção da real situação a qual se encontra, não só o Brasil mas o mundo, em questão de energia através da geração eólica, tanto em potência instalada, quando em novas instalações, pode-se demonstrar em uma tabela, os países que mais produzem energia através da forma eólica, tanto quanto para, poder situar a real situação do Brasil e seu crescimento na área.

Quadro 1 - Capacidade instalada de geração eólica em MW no país.

	Total instalado em 2015 (MW)	Novas instalações em 2016 (MW)	Total instalado em 2016 (MW)
China	145.362	23.328	168.690
Estados Unidos	73.991	8.203	82.184
Alemanha	44.491	5.443	50.018
Índia	25.088	3.612	28.700
Espanha	23.025	49	23.074
Reino Unido	13.809	736	14.543
França	10.505	1.561	12.066
Canadá	11.219	702	11.900
Brasil	8.726	2.014	10.740
Itália	8.975	282	9.257
Suécia	6.029	493	6.520
Turquia	4.694	1.387	6.081
Polônia	5.100	682	5.782
Portugal	5.050	268	5.316
Dinamarca	5.064	220	5.228
Holanda	3.443	887	4.328
Austrália	4.187	140	4.327
México	3.073	454	3.527
Japão	3.038	196	3.234
Romênia	2.976	52	3.028
Irlanda	2.446	384	2.830
Áustria	2.404	228	2.632
Bélgica	2.218	177	2.386
África do Sul	1.053	418	1.471
Chile	911	513	1.424

Fonte (CRESESB, 2017)

Analisando a tabela acima pode-se perceber que o país o qual mais tinha potencial instalado foi o que mais investiu em novas instalações e se mantém isolada no fator potencial eólico, que seria a China, os Estados Unidos vem logo atrás, então em uma breve análise podemos concluir que os países mais desenvolvidos, foram os que mais investiram em uma geração de energia limpa, o Brasil vem em 9º colocado, não em novas instalações mas sim em potencial instalado.

Figura 15 - Total de potencial - elétrico eólico brasileiro.

REGIÃO	INTEGRAÇÃO POR FAIXAS DE VELOCIDADES					INTEGRAÇÃO CUMULATIVA			
	VENTO [m/s]	ÁREA [km ²]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	FATOR DE CAPACIDADE	ENERGIA ANUAL [TWh/ano]	VENTO [m/s]	ÁREA (CUMULATIVA) [km ²]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	ENERGIA ANUAL [TWh/ano]
 NORTE	6 - 6,5	11460	22,92	0,13	25,58	>6	24206	48,41	70,49
	6,5 - 7	6326	12,65	0,17	18,46	>6,5	12746	25,49	44,91
	7 - 7,5	3300	6,60	0,20	11,33	> 7 m/s	6420	12,84	26,45
	7,5 - 8	1666	3,33	0,25	7,15	>7,5	3120	6,24	15,11
	8 - 8,5	903	1,81	0,30	4,65	>8	1454	2,91	7,96
	>8,5	551	1,10	0,35	3,31	>8,5	551	1,10	3,31
 NORDESTE	6 - 6,5	146589	293,18	0,13	327,19	>6	245105	490,21	649,50
	6,5 - 7	60990	121,98	0,17	178,02	>6,5	98516	197,03	322,31
	7 - 7,5	24383	48,77	0,20	83,73	> 7 m/s	37526	75,05	144,29
	7,5 - 8	9185	18,37	0,25	39,43	>7,5	13143	26,29	60,56
	8 - 8,5	3088	6,18	0,30	15,91	>8	3958	7,92	21,13
	>8,5	870	1,74	0,35	5,23	>8,5	870	1,74	5,23
 CENTRO-OESTE	6 - 6,5	41110	82,22	0,13	91,76	>6	50752	101,50	120,83
	6,5 - 7	8101	16,20	0,17	23,65	>6,5	9642	19,28	29,07
	7 - 7,5	1395	2,79	0,20	4,79	> 7 m/s	1541	3,08	5,42
	7,5 - 8	140	0,28	0,25	0,60	>7,5	146	0,29	0,63
	8 - 8,5	6	0,01	0,30	0,03	>8	6	0,01	0,03
	>8,5	0	0,00	0,35	0,00	>8,5	0	0,00	0,00
 SUDESTE	6 - 6,5	114688	229,38	0,13	255,99	>6	175859	351,72	446,07
	6,5 - 7	46302	92,60	0,17	135,15	>6,5	61171	122,34	190,08
	7 - 7,5	11545	23,09	0,20	39,64	> 7 m/s	14869	29,74	54,93
	7,5 - 8	2433	4,87	0,25	10,44	>7,5	3324	6,65	15,29
	8 - 8,5	594	1,19	0,30	3,06	>8	891	1,78	4,84
	>8,5	297	0,59	0,35	1,78	>8,5	297	0,59	1,78
 SUL	6 - 6,5	121798	243,60	0,13	271,86	>6	171469	342,94	424,74
	6,5 - 7	38292	76,58	0,17	111,77	>6,5	49671	99,34	152,88
	7 - 7,5	0436	0,87	0,20	3,40	> 7 m/s	11379	22,76	41,11
	7,5 - 8	1573	3,15	0,25	6,75	>7,5	1943	3,89	8,71
	8 - 8,5	313	0,63	0,30	1,61	>8	370	0,74	1,95
	>8,5	57	0,11	0,35	0,34	>8,5	57	0,11	0,34
 TOTAL BRASIL ESTIMADO	>6	667391	1334,78		1711,62	>6	667391	1334,78	1711,62
	>6,5	231746	463,49		739,24	>6,5	231746	463,49	739,24
	> 7 m/s	71735	143,47		272,20	> 7 m/s	71735	143,47	272,20
	>7,5	21676	43,35		100,30	>7,5	21676	43,35	100,30
	>8	6679	13,36		35,93	>8	6679	13,36	35,93
	>8,5	1775	3,55		10,67	>8,5	1775	3,55	10,67

Fonte (DIAS,2017)

3 BIOGÁS

O aprofundamento da crise ambiental, juntamente com a reflexão sistemática sobre a influência da sociedade neste processo, conduziu a um novo conceito: “o desenvolvimento sustentável”. Este conceito alcançou um destaque inusitado a partir da década de 1990, tornando-se um dos termos mais utilizados para se definir um novo modelo de crescimento (SAGRILLO, 2015). A sustentabilidade não se caracteriza como um estado fixo de harmonia e sim como os processos de mudança, no qual se unem a exploração de recursos, o gerenciamento de investimento tecnológico e as mudanças do futuro.

A sustentabilidade está voltada para as questões ambientais, além de abranger o campo social e econômico, sendo integrados para que o potencial desejado seja alcançado.

A biomassa é um dos recursos energéticos mais antigos da humanidade e, de acordo com as estimativas disponíveis, ainda representa cerca de 10% do consumo global de energia primária hoje. Dados precisos não existem, mas um terço da população mundial depende de lenha, resíduos agrícolas, esterco animal e outros resíduos domésticos para satisfazer as necessidades energéticas de domicílios (COUNCIL, 2007).

Pode ser considerada biomassa todo recurso renovável que provém de matéria orgânica - de origem vegetal ou animal - tendo por objetivo principal a produção de energia. Esta é uma forma indireta de aproveitamento da luz solar: ocorre à conversão da radiação solar em energia química por meio da fotossíntese, base dos processos biológicos de todos os seres vivos. O uso de energia limpa, como a proveniente de biomassa do capim-elefante, está no rol das alternativas para a redução de 40% a 70% nas emissões de gases até 2050, conforme definido na Conferência das Partes (COP-20) realizada no Peru em dezembro de 2014 (SAGRILLO, 2015).

Ainda sobre Council (2007) estima-se que as utilizações tradicionais de biomassa podem responder por mais de 90% da contribuição da biomassa para o suprimento global de energia o qual a maior parte ocorre fora da economia formal de mercado, principalmente em países em desenvolvimento.

Como a biomassa é um recurso sustentável, que pode emitir baixos níveis de carbono ou até mesmo quase anular tal emissão se a tecnologia utilizada seja apropriada e que a matéria prima seja gerida de uma forma sustentável, pode-se considerar que uma maior dependência da biomassa em aplicações modernas, pode desempenhar um papel muito importante, para os sistemas de energia sustentáveis.

A biomassa merece atenção especial porque, no curto a médio prazo, oferece as alternativas mais promissoras aos combustíveis líquidos à base de petróleo para o setor de transporte. Em contrapartida, a utilização de biomassa nas aplicações tradicionais frequentemente tem impactos negativos sobre a saúde pública e sobre o meio ambiente e é muitas vezes conduzida de uma forma que não pode ser considerada sustentável ou renovável (no sentido de evitar a degradação ou a exaustão da base de recursos subjacentes ao longo do tempo) (COUNCIL, 2007).

Dados sobre energia dificilmente conseguem distinguir entre os modos diferentes do uso da biomassa: é muito difícil de se provar a partir dos números e estatísticas disponíveis como por exemplo, que parte da contribuição estimada de biomassa é composta por resíduos florestas e os resíduos agrícolas, que são recolhidos manualmente em pequenas comunidades contra a larga produção de carvão, provinda de florestas nativas, utilizada para abastecer indústrias e cidades.

No geral, a utilização mais comum, de biomassa, principalmente no uso doméstico para cozinhar, em muitas partes, como por exemplo, da África, Ásia e América Latina, são basicamente ineficientes e frequentemente resultam da queima de recursos naturais. O uso de recursos naturais pode levar ao desmatamento de florestas, assim como contribuir para o efeito-estufa com a emissão de seus gases.

O progresso no fornecimento de energia moderna para as zonas rurais tem sido lento, mas existem oportunidades significativas para melhorar ou substituir métodos tradicionais de utilização da energia de biomassa, com os consequentes benefícios para a saúde humana e para a preservação da natureza. (COUNCIL, 2007).

Usos modernos de biomassa, oferecem hoje, muito mais possibilidades para se reduzir o uso de combustíveis fósseis, conseqüentemente diminuindo os gases de efeito-estufa e promover um desenvolvimento econômico mais sustentável.

Na Natureza existem vários ambientes favoráveis ao desenvolvimento da digestão anaeróbica, sendo representados pelos pântanos, estuários, mares e lagos, usinas de carvão e jazidas petrolíferas. Esses sistemas anaeróbios possuem concentrações baixas de oxigênio, facilitando a ocorrência da geração do biogás. Da observação casual da combustão natural desse gás na superfície de regiões pantanosas, o ser humano tomou ciência da possibilidade de produzir gás combustível, partindo de resíduos orgânicos (PRATI, 2010).

Ainda sobre Prati (2010) a data de descoberta do biogás, ou "gás dos pântanos" é do ano de 1667 e só um século mais tarde que se volta a reconhecer a presença de metano no gás dos pântanos, atribuído a Alessandro Volta, em 1776.

Os países que iniciaram a utilização do processo de biodigestão com finalidade energética, foram a Índia e a China nas décadas de 50 e 60, estes e outros países normalmente de terceiro mundo desenvolveram seus próprios modelos de biodigestores. No Brasil os biodigestores chegaram com a crise do petróleo na década de 70. Foram implantados vários projetos no Nordeste, a expectativa era grande, porém os benefícios obtidos com o biogás não foram suficientes para dar continuidade a tais projetos e os resultados não foram satisfatórios.

A energia do biogás, a partir da digestão anaeróbica em aterros sanitários, em instalações para tratamento de esgotos e em locais para gestão de estrume, é considerada uma opção de fácil acesso no contexto de créditos de carbono disponíveis através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo internacional (MDL). Este tipo de energia não só deixa de queimar resíduos fósseis, com também diminui a emissão de metano, um gás do efeito-estufa mais potente que o dióxido de carbono.

No Brasil, por conta da matriz energética estar fundamentada na energia hídrica, não se incentivou da mesma forma a geração de novas formas de energia elétrica. Ademais, o próprio setor privado manifestou interesse limitado em tais investimentos oriundos de fontes diversas das tradicionais por conta de uma série de particularidades como: o elevado custo do capital nacional; limitada capacidade para o desenvolvimento de projetos de financiamento externo; limitadas fontes de pesquisas tecnológicas; e restrições de barreiras regulatórias, principalmente porque as fontes renováveis (como no caso do biogás) geralmente transitam por diversos âmbitos da administração pública.

3.1 Potencial

O biogás é uma mistura gasosa combustível, produzida através da digestão anaeróbia, processo fermentativo que tem como finalidade a remoção de matéria orgânica, a formação de biogás e a produção de biofertilizantes ricos em nutrientes (PRATI, 2010).

Quadro 2 - Fonte de resíduos.

Matérias primas capazes de produzir biogás
Fezes de suínos
Fezes de bovinos
Fezes de aves
Resíduos orgânicos
Resíduos de abatedouros
Esgoto
Resíduos de cervejarias
Soro do queijo

Fonte (PRATI, 2010)

O resíduo a qual é retirado o biogás, é um substrato equilibrado com a diluição em água, o qual se torna um meio para a instalação e desenvolvimento de várias espécies de bactérias, que são envolvidas no processo de fermentação.

Cada fonte de resíduos tem um potencial diferente para a geração do biogás. Uns apresentam um alto potencial de geração, outros nem tanto.

O biogás pode ser obtido na degradação da matéria orgânica, é composto principalmente por gás metano; é um gás de efeito estufa que contribui com o aquecimento global. Na literatura os estudos mostram que o biogás é um gás inflamável, de composição formada principalmente por gás metano inodora incolor e insípida com mau cheiro atribuído ao gás sulfídrico que é o componente de menor porcentagem (SAGRILLO, 2015).

Quadro 3 - Composição do biogás.

Gases	%
Metano	50 a 70
Dióxido de carbono	30 a 40
Nitrogênio	0 a 10
Hidrogênio	0 a 5
Oxigênio	0 a 1
Gás sulfúrico	0 a 1
Vapor d'água	0,3

Fonte (SAGRILLO, 2015)

A conversão energética do biogás pode ser apresentada como uma solução para o grande volume de resíduos produzidos, visto que reduz o potencial tóxico das emissões de metano ao mesmo tempo em que produz energia elétrica agregando, desta forma, ganho ambiental e redução de custos (SAGRILLO, 2015)

Além de do Biogás, através da fermentação e da utilização de biodigestores podemos obter também, biofertilizantes pois após a produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do biodigestor sob a forma líquida, rica em material orgânico (húmus), com grande poder de fertilização, o mesmo aplicado ao solo, melhora as qualidades físicas, químicas e biológicas deste. O biofertilizante resultante da estabilização da matéria orgânica por via anaeróbia possui ainda um alto potencial agrônômico com capacidade de reduzir parcial ou totalmente a adubação química (NUNES, 2017).

3.2 Biodigestores

O biodigestor é o melhor equipamento para tratamento do dejetos suíno, pois permite a agregação de valor ao dejetos, estabilizando a matéria orgânica, produzindo biogás que pode ser aproveitado para geração de energia e biofertilizante que pode ser utilizado para substituir o adubo químico nas lavouras (PEREIRA, 2017).

O biodigestor é uma câmara fechada na qual são depositados os dejetos de animais, ou até mesmo restos de comida, ou seja, biomassa onde tal é fermentada e o biogás resultante é canalizado para ser utilizado para vários fins.

Ainda segundo Pereira (2017) os biodigestores são grandes recipientes dimensionados especialmente para digerir biomassas de diferentes origens, como efluentes industriais, dejetos animais, resíduos sólidos orgânicos de diversas origens, que, livres na natureza, representam sérios impactos ambientais, tanto em relação à poluição hídrica como atmosférica.

Hoje no mercado existem três tipos principais de biodigestores, que são eles, o biodigestor indiano, o chinês e o da marinha brasileira. No trabalho iremos se ater ao modelo desenvolvido pela marinha brasileira, pois hoje é o mais difundido no Brasil e vem sendo aperfeiçoado conseqüentemente reduzindo seus custos.

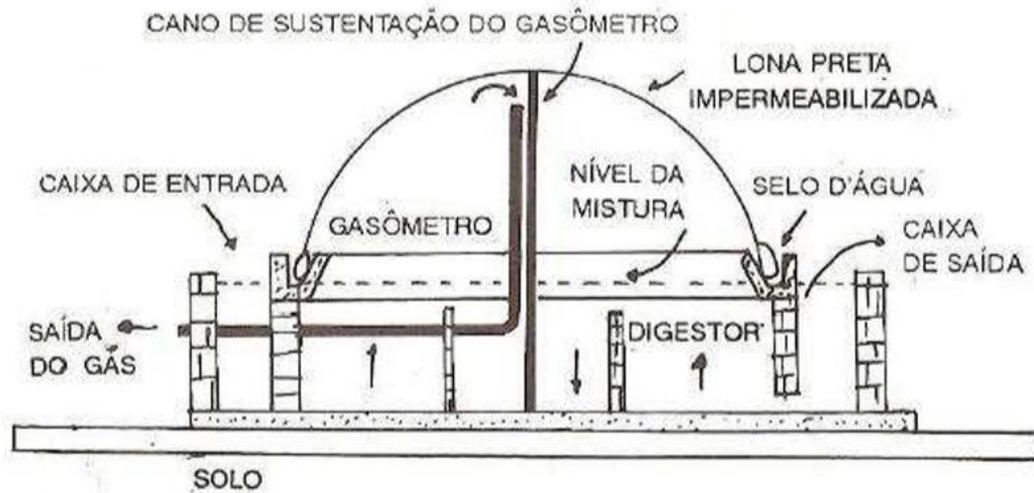
Na década de 70, o Instituto de Pesquisa da Marinha do Brasil (IPQM) realizou estudos sobre biodigestores e acabou desenvolvendo o modelo conhecido como Biodigestor da Marinha do Brasil. O biodigestor desenvolvido pela Marinha do Brasil apresenta uma base quadrangular, com paredes revestidas por lona impermeável e uma cúpula de lona preta também impermeável. É um modelo mais raso e longo, o que lhe garante uma maior produtividade de gás por massa fermentada (PRATI, 2010).

Ainda sobre Prati (2010) Sua utilização encontra maior barreira no que diz respeito ao espaço físico disponível para a instalação. Por ter uma profundidade pequena, necessita de uma grande área superficial para que consiga armazenar uma grande quantidade de resíduos. Tal modelo é o mais indicado para as áreas industriais e agroindustriais pois é mais versátil quando se quer usar diferentes tipos de resíduos orgânicos, e também é capaz de estocar grande quantidade de resíduos passíveis a sobre fermentação anaeróbica, com isso ele produz uma grande quantidade de biogás e estabiliza os dejetos que podem ser utilizados como biofertilizantes.

Atualmente esse modelo de biodigestor é o mais difundido no Brasil devido ao aperfeiçoamento da manta impermeável que passou a ser confeccionada em Policloreto de Vinila (PVC).

O que confere um menor custo e maior facilidade de instalação quando comparado com modelos antigos, como o Indiano e o Chinês, além de apresentar maior resistência à corrosão provocada pela água e pelo ácido sulfídrico presente na mistura gasosa. Outra vantagem é que o mesmo pode ser utilizado em pequenos como em grandes projetos. (PRATI, 2010)

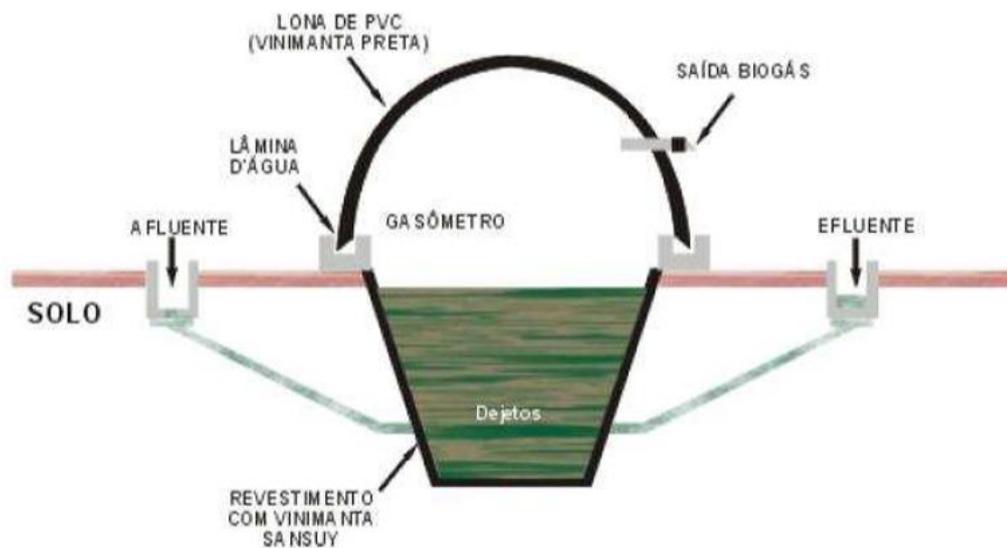
Figura 16 - Representação do corte de um biodigestor desenvolvido pela marinha do Brasil.



Fonte (PRATI, 2010)

Uma variação do modelo da marinha brasileira, o que economiza mais espaço, é a construção de um reservatório sem paredes de divisão, o que simplifica a construção.

Figura 17 - Representação do corte de um biodigestor da marinha brasileira simplificado.



Fonte (PRATI, 2010)

A conversão energética de biogás em energia elétrica pode ser realizada de diversas formas devido aos atuais avanços tecnológicos. As tecnologias mais utilizadas são as microturbinas a gás e os motores de combustão interna de ciclo Otto (NUNES, 2017).

Ainda segundo Nunes (2017) A utilização de microturbinas ainda apresenta custos elevados e o seu tempo de vida útil operando com biogás ainda é baixo, o que inviabiliza sua utilização.

A energia mecânica resultante da conversão energética ativa um gerador que por sua vez converte em energia elétrica (SAGRILLO, 2015)

Os motores de combustão interna de ciclo Otto necessitam de pequenas modificações para poderem utilizar o biogás como combustível. Porém, os motores de ciclo Otto não são os mais indicados para geração de eletricidade. O mais apropriado é o motor de ciclo Diesel, pela sua maior robustez e menor custo para uma mesma potência comparada ao de ciclo Otto (PRATI, 2010).

Ainda sobre Prati (2010), a introdução do biogás em motores diesel pode ser feita por dois modos: a ottolização e a conversão de biocombustível disel/gás.

Na ottolização necessitam ser feitas enormes mudanças no motor. Todo sistema de injeção, tem de ser modificado do sistema diesel para um sistema de carburação do gás ao ar de admissão, e o sistema elétrico com velas passa a ser feita por centelha.

Segundo o autor na operação bicombustível (diesel e biogás) em motores de ciclo Diesel, o gás é introduzido juntamente com o ar na fase de admissão, e a ignição é efetuada por uma pequena injeção-piloto de diesel para proporcionar a ignição por compressão, dando início à combustão do gás que é admitido no cilindro pelo coletor de admissão. Esse sistema apresenta a vantagem de não exigir modificações no motor.

4 ENERGIA SOLAR

Por volta da década de 60, quando começara a se tocar no assunto em usar a energia do sol para a produção de energia elétrica, a ideia foi rapidamente descartada devido aos baixos preços do petróleo e as comodidades da tecnologia nessa época. Tornando-se tão dependente dos combustíveis fósseis que com o aumento do preço na guerra de Kippur, em 1973, fez com que novamente o planeta voltasse as atenções para a energia inesgotável do sol. A indústria voltava no começo do século com as atenções nas energias renováveis (DIENSTMANN, 2009).

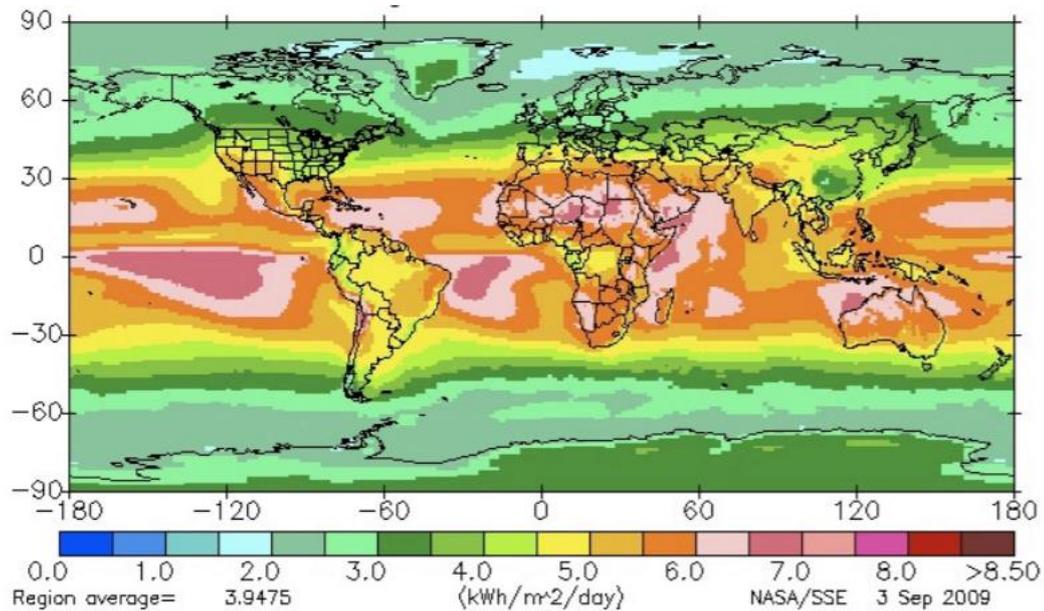
Dienstmann (2009) diz que, dezenas de modos de obter a eletricidade a partir da energia que chega do sol foram inventadas nos últimos anos, e vários projetos piloto foram implantados em diversas áreas do planeta. Dois grandes grupos destacam-se no mercado de geração de energia através da energia obtida pelo sol: os painéis fotovoltaicos, que convertem radiação solar diretamente em energia elétrica, através do efeito fotoelétrico; e a tecnologia concentradora de calor, que substitui a queima de combustíveis fósseis, em uma usina termelétrica que através de espelhos concentra o calor do sol.

Quase todas as fontes de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. Além disso, a radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico, como descrito anteriormente (ANEEL)

O sol irradia de forma constante. A intensidade dessa irradiação no nível da atmosfera é cerca de 1.367 kW/m^2 , tal valor é também conhecido como constante solar. Parte da irradiação é refletida pela atmosfera; outra parte a atmosfera absorve em forma de calor, e em uma terceira parte, atinge a superfície terrestre, esta parte é parcialmente absorvida e parcialmente refletida novamente para a atmosfera.

O que será absorvido, refletido ou transmitido irá depender do estado da atmosfera, condições como, umidade do ar, nebulosidade a distância que os raios solares percorrem atravessando a atmosfera. A média mundial de energia que irradia, mesmo sobre as 24 horas do dia é de cerca de 165 W/m^2 , ou seja, 5 mil vezes mais do que a necessidade energética humana (DIENSTMANN, 2009).

Figura 18 - Mapa de irradiação média anual.



Fonte (DIENSTMANN, 2009)

O aquecimento de locais através do sol já vem sendo usado a muito tempo, e é chamado aquecimento solar passivo, arquitetos e engenheiro o utilizam para a iluminação e aquecimento de determinados locais, de forma natural, isso faz com que se reduza a necessidade de iluminação dentro dos ambientes, pois ocorre a penetração ou a absorção da radiação solar nas edificações. A energia do sol também é utilizada para o aquecimento de fluídos, este é feito por meio do uso de coletores ou concentradores solares.

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. 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 metais, em condições específicas. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares (ANEEL).

4.1 Potencial de geração fotovoltaica

Dentre os vários processos do aproveitamento da energia solar os que mais são utilizados atualmente, são os de aquecimento de água e os de geração fotovoltaica de energia elétrica. O aproveitamento da energia solar para aquecer a água é mais encontrado no sul do Brasil, pois é onde se encontram as mais adversas temperaturas, e no caso da geração fotovoltaica de energia elétrica, pode-se dizer que são mais utilizadas na região Norte e Nordeste, em regiões mais afastada das redes elétricas.

Figura 19 - Representação das estações do ano e movimento da terra em torno do sol.



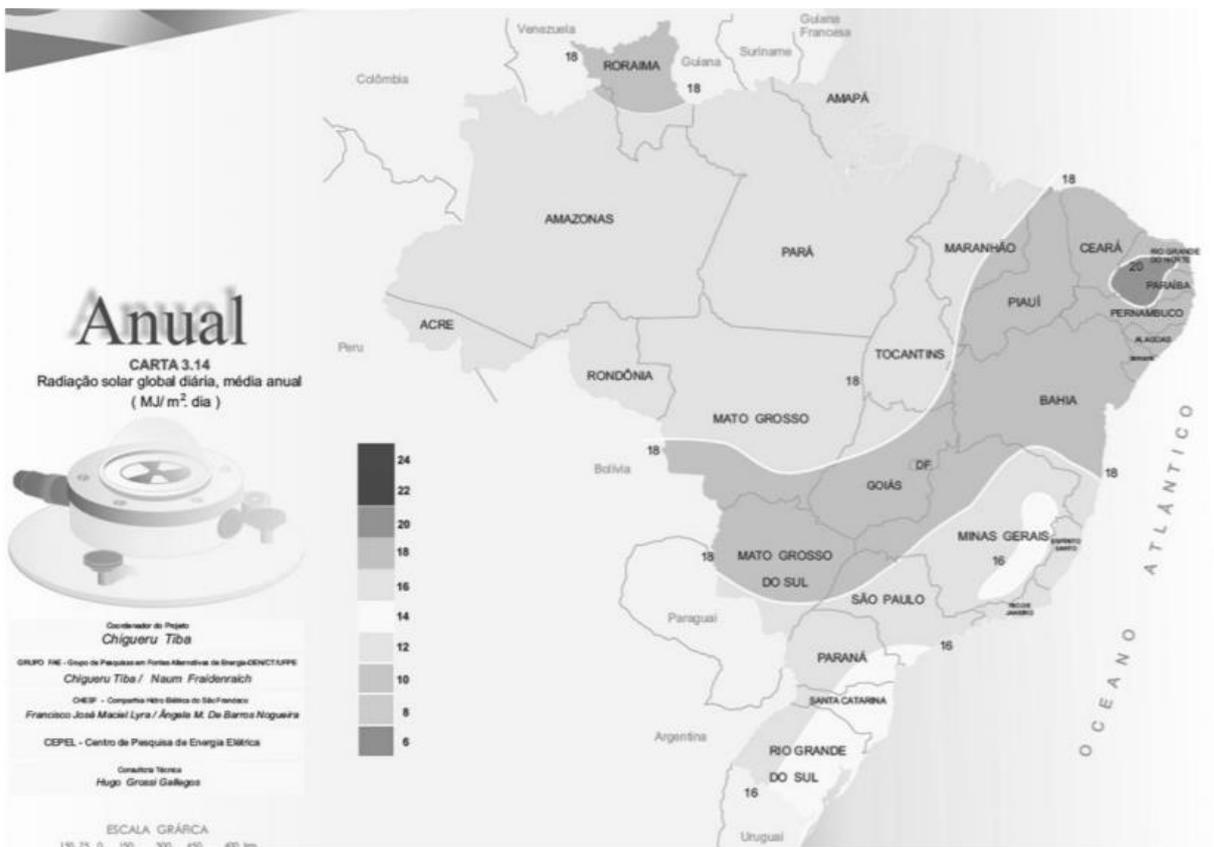
Fonte (ANEEL)

Segundo Dias (2017), (Os a seguir serão dados em Mega Joule por metro quadrado “MJ/m²”) a radiação solar no Brasil varia entre 8 a 22 MJ/m².dia, e revela que a um período de mínimo no trimestre maio-junho-julho onde as estações solarimétricas tem uma intensidade de radiação na faixa de 8 a 18 MJ/m².dia. Dias (2017), também afirma que ocorre uma máxima de 18 MJ/m² dia que ocorre sobre uma grande região do Pará, Oeste dos estados do Ceará e da Bahia e na fronteira sul da Bahia, e a tendência mínima de 8 MJ/m².dia ocorre ao sul do estado do Rio Grande do Sul.

No trimestre outubro-novembro-dezembro, a intensidade de radiação ultrapassa os 16 MJ/ m².dia e pode chegar a até 24 MJ/m².dia, em tala período o centro de máxima de 24 MJ/m².dia ocorre em uma pequena região, no centro-oeste do Rio Grande do Sul e de 22 MJ/m² em uma grande região da área Nordeste do Brasil. Em tal período a mínima é de 16 MJ/m² e ocorre na maior parte da região amazônica.

Dias (2017) afirma que o menor índice de nebulosidade, ou seja, maior índice de radiação solar concentra-se na região Norte do Brasil, onde as influências da costa marítima, da Zona de Convergência Inter-Tropical e dos sistemas Frontais do Sul são menores. O autor ressalta que estas deduções representam apenas uma primeira aproximação do campo de energia solar disponível à superfície. E que para situações locais deve-se recorrer às médias numéricas das respectivas estações solarimétricas.

Figura 20 - Mapa de radiação solar diária, média mensal - ANUAL.

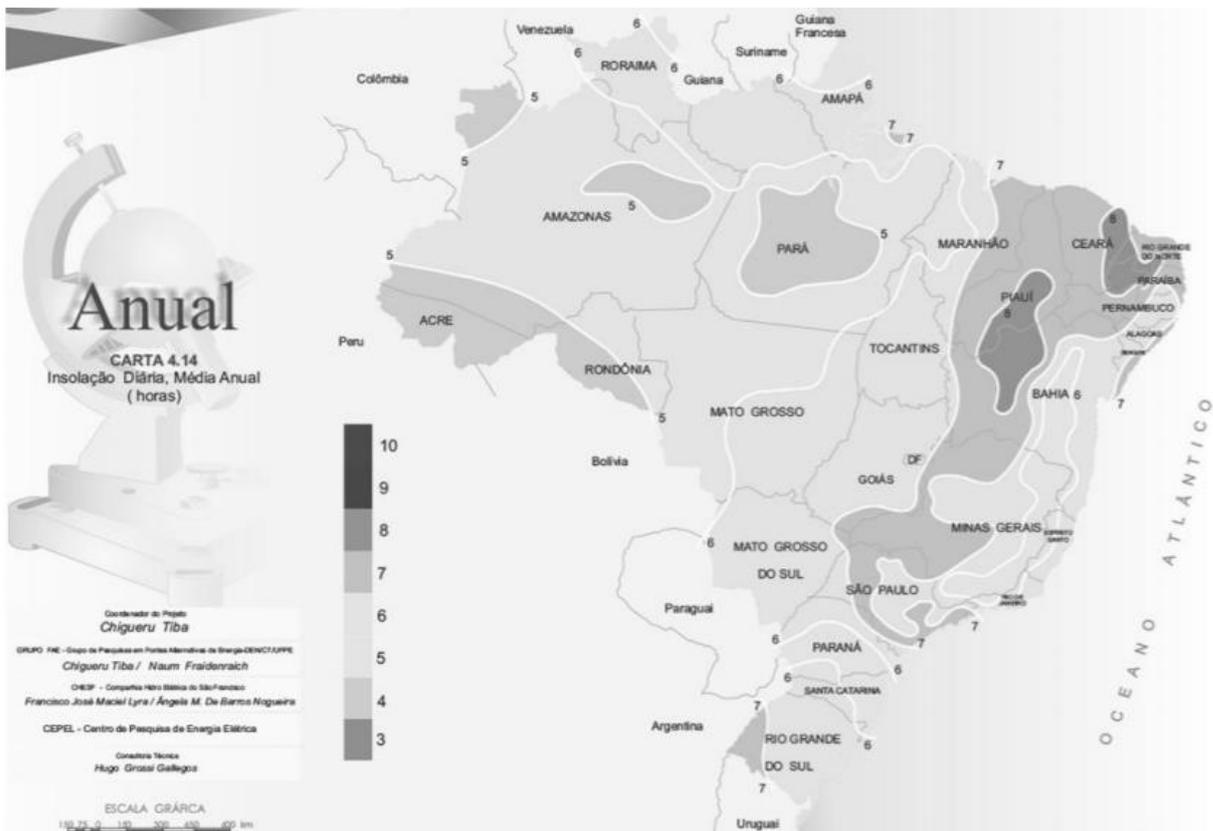


Fonte (DIAS, 2017)

A maior parte do território brasileiro está localizada relativamente próxima da linha do Equador, de forma que não se observam grandes variações na duração solar do dia. Contudo, a maioria da população brasileira e das atividades socioeconômicas do País se concentra em regiões mais distantes do Equador. Em Porto Alegre, capital brasileira mais meridional (cerca de 30° S), a duração solar do dia varia de 10 horas e 13 minutos a 13 horas e 47 minutos, aproximadamente, entre 21 de junho e 22 de dezembro, respectivamente (ANEEL).

De tal forma pode se maximizar o aproveitamento da radiação solar, fazendo ajustes na posição dos coletores ou dos painéis solares, de acordo com a latitude, local e período do ano em que se necessita de mais energia.

Figura 21 - Mapa de insolação diária, média mensal.



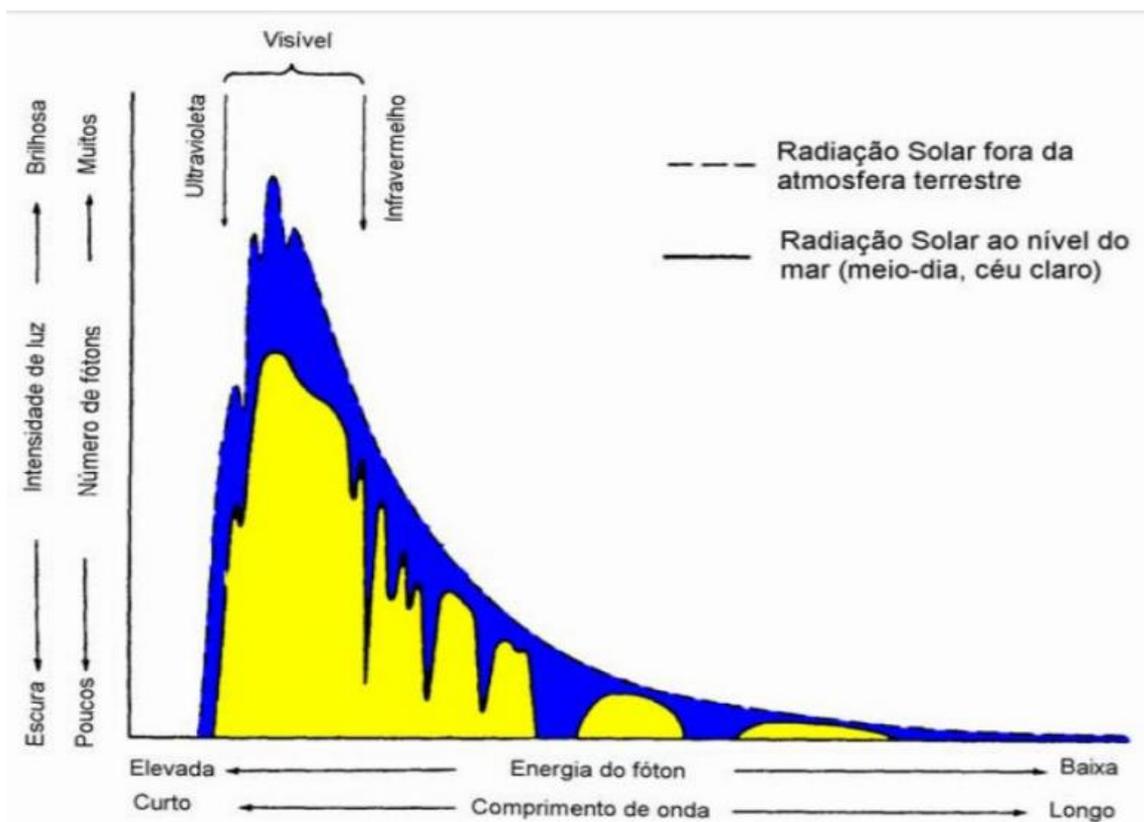
Fonte (DIAS, 2017)

A radiação solar que atinge a terra é chamada de insolação, e tem cerca de 9% de radiação ultravioleta, cerca de 40% de radiação na região do visível e por volta de 50% de radiação infravermelha (MATAVELLI, 2013).

Ainda sobre Matavelli (2013) Na atmosfera inferior, parte da radiação infravermelha é absorvida pelo vapor d'água e pelo CO₂. Da radiação total que consegue passar da atmosfera, 19% são absorvidos pelas nuvens e por outros gases e 31% são refletidos de volta para o espaço. Os 50% restantes atingem a superfície e são quase completamente absorvidos, tal fenômeno de reflexão da radiação solar é chamado de albedo. Uma parte da radiação que é absorvida por CO₂ e H₂O, é irradiada de volta para a terra o que gera o que chamamos de efeito estufa.

Tal efeito é de extrema importância, pois é o que mantém a temperatura da terra alta, sem o qual não poderia existir vida na terra, e seu agravamento resulta da queima de combustíveis fósseis que liberam gases retentores.

Figura 22 - Distribuição espectral da radiação solar.



Fonte (MATAVELLI, 2013)

Em dias atuais são muitas as tecnologias para que possamos utilizar a energia solar. Esta energia está amplamente disponível, e pode ser usada, de uma maneira geral, como fonte direta para a energia elétrica, pode ser usada também como fonte para combustível solar (biomassa) ou até mesmo como energia térmica.

O maior desafio da energia elétrica solar é o custo de sua produção. O custo da produção de energia elétrica solar, deveria cair, para assim poder competir em grande escala com os combustíveis fósseis. Novos materiais, para uma melhor absorção da luz, novas técnicas para que se possa captar todo o espectro de luz da radiação solar e novas abordagens de monoestruturas podem revolucionar a tecnologia usada para a produção de energia solar (DIENSTMANN, 2009).

Figura 23 - Potencial anual médio de energia solar.



Fonte (DIAS, 2017)

O valor dado em kWh/m² (Kilowatt Hora por metro quadrado) é chamado de Horas de Sol Pico (HSP) ou Horas de Sol Pleno. A Radiação solar oscila durante o dia e tem sua maior intensidade ao meio-dia-solar. Do nascer ao pôr do sol, a radiação solar vai do mínimo ao máximo, e de volta ao mínimo. É importante salientar que as nuvens influenciam a Irradiância Direta, fazendo com que se possa captar menos energia. As horas de sol pico consistem entre duas a três horas antes e depois do meio-dia-solar. O meio-dia-solar no momento em que os raios de sol se projetam na direção Norte-Sul, no meridiano local. Observa-se que o meio dia solar varia durante o ano, e dessa forma, normalmente será distinto ao meio dia no horário civil (DIAS, 2017).

A média anual do total diário de irradiação solar global que incide no território brasileiro, apesar de todas as adversidades climáticas encontradas no Brasil, observa-se que a média anual de irradiação global, apresenta-se bem uniforme, com médias anuais relativamente altas. O valor máximo de irradiação global tem-se no estado da Bahia, próximo a fronteira com o Piauí, tal região apresenta um clima semiárido, com baixo nível de precipitações apenas (300 mm/ano), no Brasil é a média de cobertura de nuvens mais baixa. A média de irradiação neste local chega a 6,5 kWh/m². No litoral norte de Santa Catarina ocorre a irradiação solar global cerca de 4,25 kWh/m², isso ocorre pelas precipitações bem distribuídas na área.

A irradiação solar global apresenta maior variação inter-sazonal na região Sul. Também é na região Sul que são observados os menores valores de irradiação global no Brasil, notadamente na costa norte do estado de Santa Catarina, litoral do Paraná e litoral sul de São Paulo. As características de clima temperado dessa região e a influência de sistemas frontais associados ao Anticiclone Polar Antártico contribuem para o aumento da nebulosidade na região, principalmente durante os meses de Inverno (DIAS, 2017).

Dias (2017) afirma que grande parte da região Sul e o leste da região Sudeste apresenta uma variabilidade anual entre 30 e 35% causada principalmente pela penetração das massas de ar polares durante a estação seca do ano (maio a outubro). Os maiores valores de variabilidade foram observados na região costeira desde Santa Catarina até São Paulo.

4.2 Células Voltaicas

A conversão de energia fotovoltaica é de uma única etapa, converte a energia da luz em energia elétrica. A luz é feita por pacotes de energia, estes são chamados de fótons, cuja energia somente depende da frequência (cor), da luz. A energia da luz visível é suficiente para excitar os elétrons, “presos” em sólidos, a níveis de energia maiores do que se os mesmos estivessem em movimento livre (DIENSTMANN, 2009).

Tal como o sistema eólico, microgeradores solares fotovoltaicos (FV) são sistemas de geração elétrica de pequena potência, e geralmente instalados para produzir energia suficiente para alimentar uma casa, um edifício ou, até mesmo, um galpão de uma indústria. Microgeradores são sistemas com potência igual ou de até 75 kW, - 41 - segundo a Resolução Normativa REN 482/2012 da ANEEL, que foi recentemente alterada pela REN 687/2015. (DIAS, 2017).

As unidades geradoras fotovoltaicas, geralmente são instaladas em telhados, ou em cima de prédios, pois evita que as placas fiquem sob o efeito de sombreamento, causado pelas próprias construções, tais placas geralmente ocupam um local o qual não seria utilizado para nenhum outro fim, também ao ser instalado em telhados, se tem o benefício de poder utilizar a instalação elétrica da casa ou edifício, como uma interface entre o gerador solar e a rede elétrica pública.

Para participar do Sistema de Compensação de Energia, o consumidor deve projetar o sistema de microgeração fotovoltaico para que ele consiga suprir a necessidade energética da residência, edifício, dentre outros, assim gerando o máximo de energia que se consome ao longo do ano ou considerando o uso de créditos para compensação em outras unidades consumidoras que estarão em seu nome, (DIAS, 2017) ou seja, em tese se o projeto de geração fotovoltaica ultrapassar o consumo da residência, a energia restante que será injetada na rede, será repassada como créditos para o gerador/consumidor.

A energia elétrica que é obtida através da conversão direta da luz por meio do efeito fotovoltaico. Esse efeito foi relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz (MATAVELLI, 2013).

O primeiro aparato fotovoltaico foi montado em 1876 e apenas em 1956, iniciou-se a produção industrial (MATAVELLI, 2013). A unidade fundamental do processo de conversão é a célula fotovoltaica.

Figura 24 - Painéis Fotovoltaico.



Fonte (MATAVELLI, 2013)

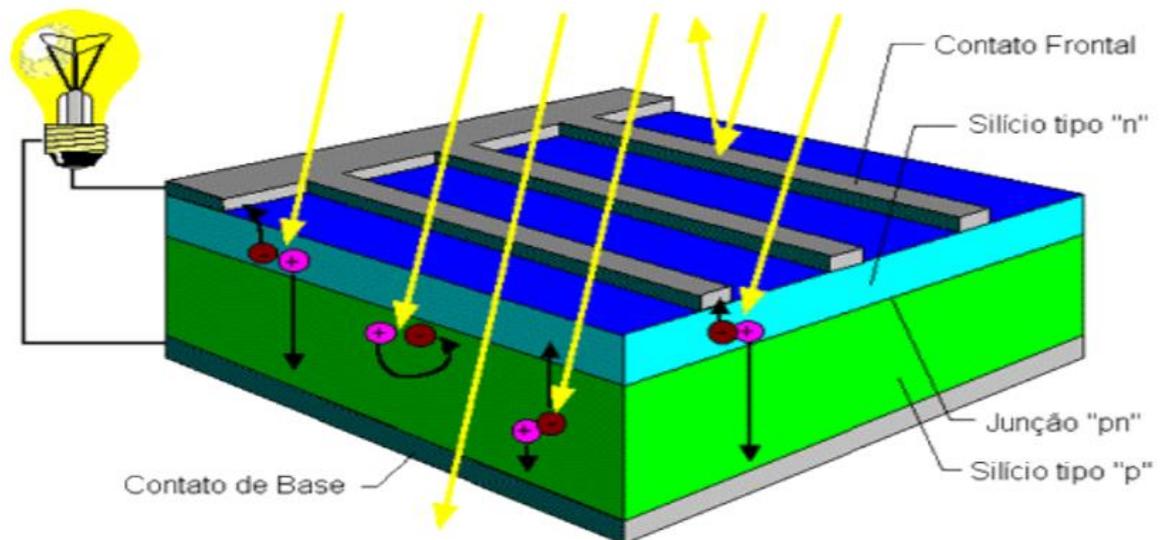
O efeito fotovoltaico, se dá em materiais semicondutores, que se caracterizam pela presença de bandas de valência, bandas vazias e bandas de condução. Uma célula fotovoltaica trabalha sobre o princípio que os fótons incidentes, na colisão com os dos materiais semicondutores, assim fazendo com que os elétrons sejam deslocados. Se tais elétrons puderem ser capturados antes de voltarem para seus orbitais atômicos, podem ser aproveitados, livres, como corrente elétrica. (MATAVELLI, 2013).

Dos materiais semicondutores encontrados em nosso planeta, o mais utilizado é o silício pelo fato de seus átomos conterem 4 elétrons na camada de valência, os quais fazem ligação com o átomo vizinho e assim formam uma rede cristalina. A tal rede cristalina, são adicionados elementos com 5 elétrons de ligação, e elementos com 3 átomos de ligação.

Os primeiros possuem um elétron que está ligado fracamente ao seu átomo de origem, facilitando, ao utilizar pouca energia térmica, que ele se desligue do átomo. Já os elementos com três elétrons na camada de valência necessitam de um elétron para satisfazer as ligações com os átomos de silício e, com pouca energia térmica, um elétron passa a ocupar essa posição. Esse movimento de elétrons gera uma diferença de potencial, onde o acúmulo de elétrons de um lado se torna negativo e do outro lado positivo devido à falta de elétrons e, também, gera um campo elétrico que mantém os elétrons afastados. (CRESESB, 2017).

Um material semicondutor é o material que conduz a corrente elétrica, e qual a resistividade reduz ao aumentar a temperatura, e pela presença de impurezas, ao contrário do que acontece nos condutores metálicos comuns. (MATAVELLI, 2013).

Figura 25 - Corte de uma célula fotovoltaica.



Fonte (MATAVELLI, 2013)

O princípio de funcionamento das células fotovoltaicas é simples e baseia-se nas propriedades dos materiais semicondutores. Na parte superior, encontra-se uma estrutura metálica e logo abaixo há duas camadas. A camada superior é chamada de silício tipo “n” e a camada inferior é chamada de silício tipo “p”. A junção dessas duas camadas é chamada de junção “pn”. (MATAVELLI, 2013).

O semicondutor mais usado é o silício, por seus átomos terem a característica de ter 4 elétrons que se ligam com os átomos vizinhos, o que forma a rede cristalina. Ao adicionar átomos com 5 elétrons de ligação, como por exemplo, o fósforo, irá haver um elétron de excesso que não poderá emparelhar e irá ficar com uma fraca ligação com seu átomo de origem. Isto faz com que, com baixa energia térmica, esse elétron livre-se, indo para a banda de condução. O fósforo é um doador de elétrons, e se chama *dopante n*. Por outro lado, são introduzidos átomos com apenas 3 elétrons de ligação, caso do boro.

Tais átomos tem a deficiência de um elétron, para satisfazer as ligações com os átomos de silício da rede. Esta falha de átomo é chamada *buraco* ou *lacuna* e com pouca energia térmica, um elétron de um sítio vizinho pode passar por esses buracos. Então diz-se que o boro é um *dopante p*.

Se, partindo de um silício puro, forem introduzidos átomos de boro em uma metade e de fósforo na outra, será formada a junção pn. O que ocorre nesta junção é que elétrons livres do lado n passam ao lado p onde encontram os buracos que os capturam. Isto faz com que haja um acúmulo de elétrons no lado p, tornando-o negativamente carregado e uma redução de elétrons do lado n, que o torna eletricamente positivo. Estas cargas aprisionadas dão origem a um campo elétrico permanente que dificulta a passagem de mais elétrons do lado n para o lado p. Este processo alcança um equilíbrio quando o campo elétrico forma uma barreira capaz de barrar os elétrons livres remanescentes no lado n. Se uma junção pn for exposta a fótons com energia maior que o gap, ocorrerá a geração de pares elétron-lacuna. Acontecendo isso na região onde o campo elétrico é diferente de zero, as cargas serão aceleradas, gerando assim, uma corrente através da junção. Este deslocamento de cargas dá origem a uma diferença de potencial ao qual é chamado de Efeito Fotovoltaico. Se as duas extremidades de silício forem conectadas por um fio, haverá uma circulação de elétrons, ou seja, uma corrente elétrica. (MATAVELLI, 2013).

A eficiência de uma célula fotovoltaica, é proporcional ao custo de sua produção e do material da mesma. As células fotovoltaicas que são compostas por silício monocristalino tem cristais mais puros e por sua vez possuem uma estrutura cristalina perfeita, no entanto o custo de fabricação é mais alto. Já nas células produzidas através de silício amorfo, os cristais não são ordenados e o material da célula se degrada mais rapidamente.

Quadro 4 - Eficiência típica dos módulos comerciais.

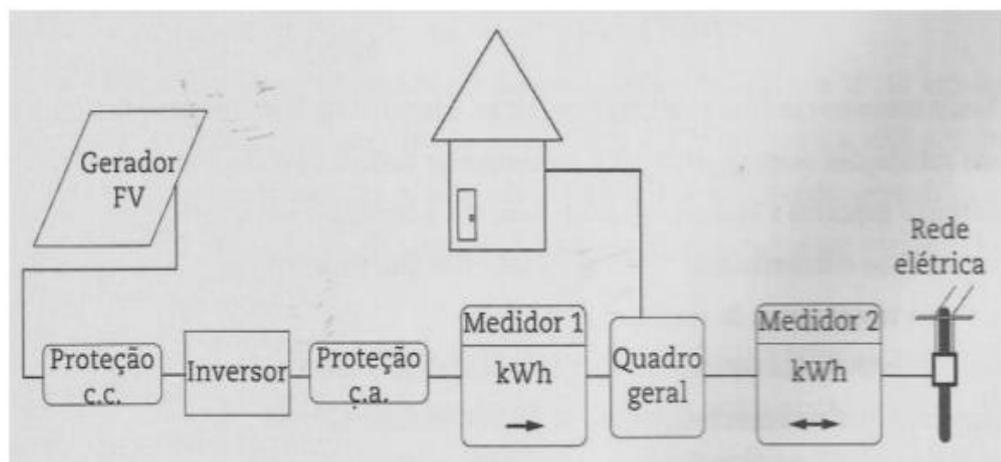
Tecnologia	Eficiência	Área/kW
Silício cristalino		
Monocristalino	13 a 19%	~7m ²
Policristalino	11 a 15%	~8m ²
Filmes finos		
Silício amorfo (a-Si)	4 a 8%	~15m ²

Fonte (MATAVELLI, 2013)

4.3 Sistema de medição de energia de uma GD

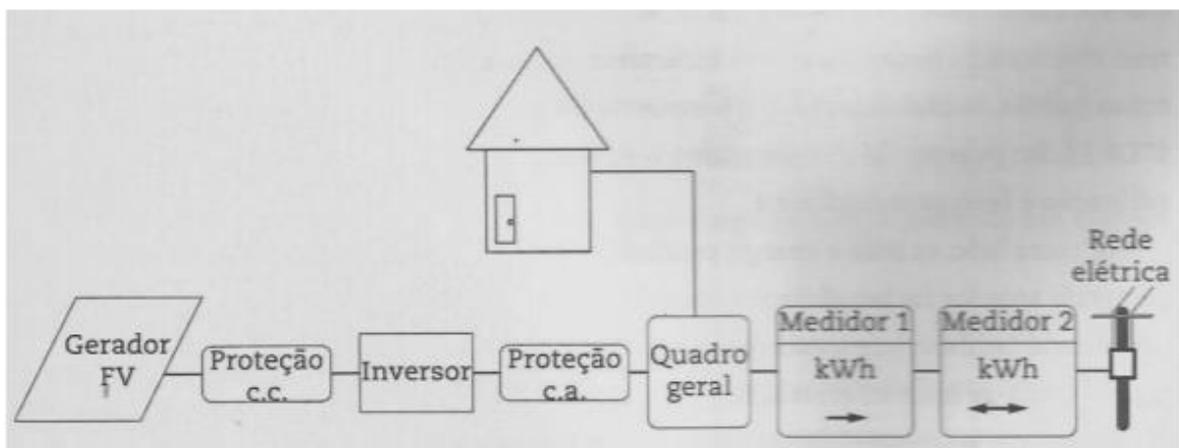
Tanto para o sistema de aerogeradores quanto para os painéis fotovoltaicos, a medição da energia que é gerada e consumida pode ser feita através de medidores bidimensionais ou até mesmo através de 2 medidores, sendo que um será para a energia gerada e outro será para a energia consumida.

Figura 26 - Medição através de um medidor bidirecional.



Fonte (DIAS, 2107)

Figura 27 - Medição com 2 medidores.



Fonte (DIAS, 2017)

Para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico deve-se ter o conhecimento básico de valores, assim como a tensão nominal do sistema, potência exigida pela carga, horas de utilização das cargas (perfil de carga): Juntamente com a potência requerida pela carga deverá ser especificado o tempo diário de utilização da referida potência. Multiplicando potência por horas de utilização serão obtidos os watts-hora requeridos pela carga ao final de um dia, localização geográfica do sistema, esse dado é necessário para se achar o ângulo de inclinação adequado para o módulo fotovoltaico e o nível de radiação da localidade em questão. (FIGUEIRA, 2014)

A estimativa da energia gerada pelo arranjo pode ser calculada de acordo com a equação (1) e a tensão do arranjo conforme a equação (2).

$$\text{Equação (1)} \quad W_{\text{arranjo}} (kWh) = HSP \times P_{\text{Max (Painel)}} \times N$$

$$\text{Equação (2)} \quad V_s (V) = \sum_{i=1}^{\infty} V_{Si}$$

Onde:

HSP – Horas de sol pleno [h];

N – Número de painéis;

Pmax – Potência máxima do painel;

Vsi – Tensão do módulo i ligado em série [V].

5 PERFIL DOS MORADORES DO MEIO RURAL

Questionário: Pessoas entrevistadas 40, em 10 diferentes comunidades de Cerro Negro.

1- Quantas vezes na semana falta energia em sua residência?

Quadro 5 - Número de queda de energia.

Nº de dias da semana	0-1	2-3	4-5	6-7	Não soube
Respostas dos entrevistados	R: 2	R:20	R:12	R:4	R:2

Fonte (Autor, 2018).

A pergunta acima foi feita para verificar, quantos dias da semana ocorriam queda de energia nas residências, metade dos entrevistados respondeu que em média faltava energia de 2 a 3 dias da semana, a outra parcela se dividiu em de 0 a 1 dia de queda de energia na semana, de 4 a 5 dias de queda na semana e de 6 a 7 dias de queda na semana, ainda houveram alguns que não souberam responder a tal pergunta.

Nota: A pergunta foi explicada de forma sucinta, de forma com que não restassem duvidas aos entrevistados à que se tratava, presume-se que a pergunta foi clara e objetiva, obtendo assim respostas sólidas e confiáveis.

2- Em média quanto tempo duram as quedas de energia em sua residência?

Quadro 6 - Quantidade de tempo estimada por queda de energia.

1-5 min	6-15 min	16-30 min	31-45 min	46-60 min	Mais de 3h	Dia Todo
R:17	R:10	R: 20	R:14	R:36	R:41	R:10

Fonte (Autor, 2018).

A pergunta citada acima refere-se ao tempo estimado que duram as quedas de energia, alguns entrevistados chegaram a citar que as quedas de energia chegam a durar o dia todo, esse tipo de queda muito prolongada, pode gerar danos ao consumidor, pois com a queda de energia prolongada, alimentos perecíveis podem acabar estragando, os quais tem de ser mantidos sob refrigeração constante.

Nota: Nesse quesito as pessoas podem responder mais de uma vez em cada quadro por isso o somatório total pode ultrapassar o número de pessoas entrevistadas, mas não o número de quedas de energia. N° Máximo de quedas: 150.

3- Aos entrevistados foi perguntado qual o item que utiliza energia elétrica que mais tem importância para ele, nesse quesito conta a iluminação, os itens estão de forma ordenada em ordem decrescente aos votos de necessidade.

Os itens mais citados foram:

- Geladeira;
- Freezer;
- Iluminação;
- Chuveiro elétrico;
- Resfriador de Leite;
- Forno elétrico.

Para melhor avaliar a importância, dos eletrodomésticos para os entrevistados, foi feita a pergunta acima, na descrição abaixo foram citados apenas os objetos as quais mais foram julgados importantes para os entrevistados e não todos os citados.

Nota: Pode-se perceber que no meio rural ainda se usa armazenar alimentos para o consumo durante o mês ou até mesmo dois meses, presume-se que por ter distâncias consideráveis do acesso a compra de alimentos, a forma de armazenamento de alimentos perecíveis e não perecíveis é a saída mais lógica para evitar transtornos de deslocamento.

- 4- Itens elétricos, tais como: Chuveiro, bombas d'água, torneiras elétricas, dentre outros, queimam com frequência em sua residência?

Quadro 7 - Identificação de queima de eletrodomésticos e aparelhos que usam eletricidade.

Sim	Não	Não souberam
14	20	6

Fonte (Autor, 2018)

A pergunta acima tem por objetivo verificar se não ocorrem danos provenientes de quedas de energia ou até mesmo, por erros de instalação, dimensionamento de cabos, etc...

Nota: Aos entrevistados que responderam, “pode ser que sim”, “pode ser que não”, que ficaram indecisos em suas respostas, foram desconsiderados de afirmações e realocados em (NÃO SOUBERAM), pelo fato da indecisão dos mesmos não agregar valor numérico nem par o fator SIM e nem para o fator NÃO, tanto quanto poderiam retirar uma porcentagem de confiança da objetiva pesquisa.

- 5- Aos que responderam sim na questão anterior, a pergunta foi a seguinte:

Você tem ideia da razão para que os aparelhos elétricos queimam com frequência? Se sim, esclareça o motivo a qual você acha que está relacionado.

Dos 14 que responderam sim na questão anterior, 9 não souberam explicar a qual motivo está relacionado.

Dos outros 5, as respostas foram as seguintes:

- Descarga elétrica;
- Mal-uso de tais aparelhos;
- Uso excessivo do mesmo.

Nota: Ao realizar a pergunta número 5, a casais os mesmos, reagiam de formas opostas, muitas vezes jogando a culpa um para o outro, onde um respondia que o motivo para a queima era “N” e o outro era “Y”, assim tirando um pouca da confiabilidade da questão. Dentre todos os motivos, os citados acima foram os mais utilizados.

- 6- A todos os 40 entrevistados foi perguntado:
O disjuntor da sua casa, desarma com frequência?

Sim: 15

Não: 25

A questão 6, veio título de orientar a questão 5, onde talvez os aparelhos queimem por falta de uma instalação elétrica adequada e/ou por falta até mesmo de manutenção da mesma. Na questão todos responderam, e a maior parcela de respostas foi para que o disjuntor não desarma com frequência.

Comentário: Por ser uma questão muito objetiva, a questão 6 não gerou comentários.

- 7- Aos 15 que responderam sim foi perguntado:

Em que ocasiões ocorre a queda do disjuntor? As principais respostas foram:

Quando liga o chuveiro e o Forno;

Quando liga o chuveiro e o micro-ondas;

Quando liga o chuveiro e o Ferro de passar.

O principal fator que segundo os entrevistados, leva a queda do disjuntor é a atividade de 2 aparelhos ao mesmo tempo, em basicamente todos os casos que ocorreram aos perguntados foram, por ligar o chuveiro e outro aparelho que usa energia elétrica.

Nota: Após o termino desta pergunta, pedi aos entrevistados se poderia analisar o quadro de disjuntores ou o disjuntor que foi o que ocorreu em todos os casos, pode -se observar que os disjuntores não estão dimensionados corretamente para os aparelhos que as residências, pois contém aparelhos relativamente modernos, que consomem muita energia, em meio a essa situação, foi adicionada a questão 8 a pesquisa.

- 8- A todos os entrevistados: Quando tempo faz que foi feita a manutenção da sua instalação elétrica?

Quadro 8 - Tempo de manutenção nas instalações.

Anos desde a última manutenção	- 1 ano	1 a 5 anos	6-15 anos	Nunca feita
Resposta dos entrevistados	2	7	18	13

Fonte (Autor, 2018)

A questão 8 foi adicionada para suprir a necessidade de relativa explicação coerente para as perguntas anteriores e dar mais confiabilidade a pesquisa. A qual tem por objetivo revelar o tempo de manutenção que as pessoas geralmente demoram para fazer a manutenção de sua instalação elétrica.

Nota: O que se pode constatar com a pergunta 8 é bem óbvia, no meio rural as instalações são relativamente velhas, e os eletrônicos, eletrodomésticos, ou seja, tudo o que usa energia elétrica no meio rural são relativamente mais modernos e potentes, o que ocorre é que com o uso de mais de um aparelho ambos ligados na mesma instalação o disjuntor desarma, pois em todos os visitados, tinham apenas 1 disjuntor para a rede elétrica inteira, o sobrecarregando, ocasionando o desarme.

A pesquisa ocorreu em 10 diferentes comunidades, sendo elas: Araça, São Roque, Beneditos, Fazenda Chapada, Serrinha, Umbu, Tanque, Serraria Guermer, Cruzeirinho e Portões. Dos 40 entrevistados apenas 2 não possuem criação de gado, porco ou galinhas.

Figura 28 - Imagem de uma rede de distribuição da área pesquisada.



Fonte (Autor, 2018)

Figura 29 - Imagem de uma instalação antiga na área pesquisada.



Fonte (Autor, 2018)

Figura 30 - Imagem de uma instalação elétrica com mais de 10 anos.



Fonte (Autor, 2018)

5.1 Resultados e Analise

Com base na pesquisa feita no município de Cerro Negro – SC, pode -se obter alguns resultados tanto quanto conclusões, sobre a atual situação a qual se encontra, e qual seria a melhor saída para a viabilidade de instalação de um tipo de geração distribuída.

Através de todos os dados obtidos, através de entrevistas e análises das propriedades as quais foram visitadas, foi constatado que a instalação de biodigestores, não se torna rentável, pelo fato de que, o biodigestor que vem sendo mais utilizado, que é o da marinha do Brasil, ocupa um grande espaço, e pelo fator mais importante, os produtores rurais da área pesquisada, são pequenos produtores, os quais tem em média de 5 a 10 cabeças de gado, valor estimado também para o número de porcos, mas o fator que mais inviabiliza o uso do biodigestor.

Em tais propriedades é não só a pequena quantia de material que pode ser recolhido diariamente, mas também a forma a qual são criados os animais, os animais são criados em pastos nas propriedades, assim dificultando assim o recolhimento de material para ser coloca no biodigestor, para a área pesquisada, não seria compensativo a instalação de um biodigestor, já no caso da criação de porcos da região pesquisada, parte dos animais são criados em chiqueiros, ou seja, em confinamento, e outra parte criado em campo aberto, a chamada “encerra” (local de campo, mas com limites a qual os animais ficam restritos), mesmo sendo um local com limites, se torna muito complicada a retirada do esterco do animal, pois o local é formado, por grama e pasto.

A instalação de biodigestores se torna mais indicada para quem cria seus animais em confinamento, pois tem mais facilidade do recolhimento do esterco e também, geralmente criações em confinamento tem grandes quantidades de animais, facilitando também a silagem, pois o biofertilizante pode ser utilizado nas plantações, que futuramente poderão alimentar os animais.

Também com base na pesquisa pode-se constatar uma inviabilidade da geração de energia através de energia eólica, pelo fato de ser uma energia um pouco mais cara, e da área não conter ventos constantes, pelo fato de que no local pesquisado, há mata é muito densa, assim interferindo nas massas de ar e nos possíveis locais de instalação dos aerogeradores, tanto quanto o valor de mercado de aerogeradores, feita a pesquisa de mercado nota-se que os valores de aerogeradores são bem elevados, um aerogerador horizontal 24V e 1kW custa em média cerca de R\$ 3.500,00.

Outro fator que também afeta na produção de energia por meio de aerogeradores, é a grande quantidade de matas que cercam as propriedades, sendo assim a torre para colocação do aerogerador teria de ser muito alta, e tendo por consequência dificultaria a manutenção dos mesmos. Tais fatos não viabilizam a instalação de geradores eólicos no local pesquisado, também levando em consideração, que a maior parte das famílias do município de Cerro Negro – SC são de classe (média-baixa) então os mesmos não teriam condições de investir altos valores em um tipo de geração.

Mesmo que em SC hajam muitas precipitações durante o ano a energia fotovoltaica ainda vem sendo a mais indicada para, tanto pelo fato de ser a forma de energia mais barata a ser citada, e também pelo fato da facilidade de instalação e mais facilidade de manutenção, pela facilidade de encontrar locais para serem instalados as placas fotovoltaicas, e por não necessitarem de grandes locais para instalação, assim podendo ser instalados nos telhados das residências, o que até mesmo facilita a injeção da energia gerada na rede de distribuição, sendo que a região norte de SC é a menos propícia a energia fotovoltaica, a região pesquisada encontra-se na região sul de SC.

Outro fator que de as placas fotovoltaicas a vantagem é seu baixo custo, um painel fotovoltaico de silício policristalino, 330W custa no mercado cerca de R\$ 700,00 valor muito inferior a energia eólica e a mesma tem inúmeros incentivos governamentais para financiamentos, a energia fotovoltaica também não necessita de trabalho diário ou semanal para a produção de energia, como é o caso dos biodigestores.

6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir com o presente trabalho, e pesquisa realizada que tem-se a viabilidade de instalação, tanto e geração de energia em meios rurais, tendo levando em consideração a pesquisa feita, que pode nos demonstrar alguns resultados importantes, tanto quanto o que foi descrito nas perguntas, tanto quanto as opiniões particulares e não citadas no presente trabalho de qual a ideia e qual o pensamento que tem hoje o produtor rural, assim servindo como impulso para novas pesquisas e novos projetos, a serem anexados ao mesmo. Conclui-se que de todos os meios de geração distribuída que foram pesquisados e relatados no presente trabalho, o que se torna mais viável tanto economicamente quanto de rentabilidade é o meio de geração por energia fotovoltaica, foi citado no presente trabalho também o uso talvez de sistemas híbridos, ou seja aqueles que se constituem por mais de um meio de geração distribuída, sendo ele, fotovoltaico, gerador diesel e eólico, mas no caso citado, o projeto se torna muito caro, até mesmo pelo fato de ficar um sistema mais complexo, e quando se fala em meios rurais, o que se visa é a economia pois muitas das famílias destas áreas, são famílias pobres, por esse, e por outros motivos já citados.

Teve-se por conclusão que a energia fotovoltaica, vem a ser a energia mais rentável momentaneamente, como citado nos meios do trabalho, o biogás vem se desenvolvendo com o passar dos anos, o que futuramente poderá ser um meio mais rentável de geração de energia, levando em conta que com biodigestores, não se tem apenas a geração de energia, mas também, o biogás que pode ser utilizado para outras finalidades.

Com o presente trabalho, em meio as pesquisas, obteve-se a conclusão de que, a maioria se não quase todos os artigos relacionados a meios rurais, trabalham com fatores de laboratório, ou seja, não tem um contato direto com a população, e nem com as reais situações a que se encontra, já com a pesquisa realizada para elaboração deste artigo, obteve-se um contato direto com as moradores das áreas rurais, tanto quanto a que pé encontram-se as suas, instalações elétricas, para que no fim o resultado fosse o mais próximo possível da realidade, levando em conta todo o processo já descrito.

Pode-se concluir que na maioria dos casos deve-se ter a manutenção assim como o dimensionamento de dos aparelhos utilizados nas residências tendo por finalidade, reduzir os riscos de queimas de aparelhos, assim como reduzir os riscos de possíveis acidentes envolvendo até mesmo a queima de residências que por sua vez são em partes construídas de madeira.

O que facilita a propagação de chama, e pode-se iniciar um incêndio até mesmo pelo aquecimento de cabos. Com tal análise conclui-se que para as pessoas pesquisadas assim como seu meio de vivência e etc. O mais rentável vem a ser a instalação de geração fotovoltaica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Procedimentos de Distribuição** – PRODIST, São Paulo, p.17, 2012.

ALVES, Jose Jackson Amancio. **Análise regional da energia eólica no Brasil**, 2009. Disponível em <<http://rbgdr.net/012010/artigo8.pdf>> Online. Acesso 20 de novembro de 2018.

BANGOOD, 2018. Online

<https://br.banggood.com/24V48V-1000W-Low-Wind-Wind-Generator-Start-Up-Horizontal-Residential-Wind-Turbine-Generator-p-1272619.html?gmcCountry=BR¤cy=BRL&createTmp=1&utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_bgcs&utm_content=zouzou&utm_campaign=pla-brg-all-pc&ID=49554&cur_warehouse=CN>

Acesso: 20 de janeiro de 2019.

CONSIUL, Mathias **Boletim de inovação e sustentabilidade**. Tese (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

CRESESB, 2017. Online

<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&catid=3>

Acesso: 06 de novembro de 2018.

DIENSTMANN, Gustavo. **Energia Solar**. Tese (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de engenharia elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

DIAS, André Luiz da Silva. **Microgeração distribuída para uso residencial com base em fontes de energia eólica e solar fotovoltaica.** Tese (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2017.

FIGUEIRA, Faio Fernandes. **Dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado à rede para alimentar a sala de computação da escola municipal tenente Antônio João.** Tese (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 2014.

GALDINO, Jean. **Energia Eólica.** IFSC, 2015. Online
<<https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.2/energias-renovaveis/aula-06-parte-i>>

Acesso: 09 de novembro de 2018.

MATAVELLI, Augusto Cesar. **Energia solar: geração de energia elétrica utilizando células fotovoltaicas.** Tese (Graduação em Engenharia Química) – Universidade de São Paulo, Lorena. 2013.

NEOSOLAR, 2018. Online.

< <https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar-fotovoltaico-sinosola-sa330-72p-330wp.html>>

Acesso: 10 de janeiro de 2019.

PRATI, Lisandro. **Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por biodigestores.** Tese (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

SAGRILLO, Murilo Pereira. **Energias renováveis: biogás e energia elétrica provenientes de resíduos de suinocultura e bovinocultura na UFSM.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Santa Maria, 2015.

TERCIOTE, Ricardo. **Eficiência energética de um sistema eólico isolado**, 2002. Disponível em <<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n4v1/056.pdf>>. Online Acesso dia 20 de novembro de 2018.