

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO-
UENF
CENTRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA-CCT
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA PRODUÇÃO-LEPROD

**PEDRO BITTENCOURT BRAVO
THAÍS APARECIDA GASPAR DA SILVA**

**ESTUDO E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE MELHORIAS NO
SISTEMA HÍBRIDO DE ELETRIFICAÇÃO DA CASA ECOLÓGICA
NA UENF**

Campos dos Goytacazes – RJ
Dezembro 2011

PEDRO BITTENCOURT BRAVO
THAÍS APARECIDA GASPAR DA SILVA

**ESTUDO E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE MELHORIAS NO
SISTEMA HÍBRIDO DE ELETRIFICAÇÃO DA CASA ECOLÓGICA
NA UENF**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Sebastião Décio Coimbra de Souza, D.Sc.

Campos dos Goytacazes – RJ
Dezembro 2011

PEDRO BITTENCOURT BRAVO
THAÍS APARECIDA GASPAR DA SILVA

**ESTUDO E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE MELHORIAS NO
SISTEMA HÍBRIDO DE ELETRIFICAÇÃO DA CASA ECOLÓGICA
NA UENF**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em 5 de Dezembro de 2011.
Comissão Examinadora:

Sebastião Décio Coimbra de Souza, D.Sc. (Orientador)
UENF – CCT – LEPROD

Rodrigo Tavares Nogueira, D.Sc.
UENF – CCT – LEPROD

Jacqueline Manhães Rangel Cortes, D.Sc.
UENF – CCT – LEPROD

Campos dos Goytacazes – RJ
Dezembro 2011

Dedicamos esse trabalho aos
nossos pais que apesar de todas as
dificuldades sempre nos apoiaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças e ter iluminado o meu caminho para que pudesse concluir essa etapa em minha vida.

Ao meu pai Getúlio, por todo amor e dedicação que sempre teve comigo, homem pelo qual tenho maior orgulho de chamar de pai, meu eterno agradecimento pelos momentos em que estive ao meu lado, me apoiando e me fazendo acreditar que nada é impossível, pessoa que sigo como exemplo, pai dedicado, amigo, batalhador, que abriu mão de muitas coisas para me proporcionar a realização deste trabalho.

A minha mãe Giovanna, por ser tão dedicada e amiga, por ser a pessoa que mais me apoia e acredita na minha capacidade, meu agradecimento pelas horas em que ficou ao meu lado não me deixando desistir e me mostrando que sou capaz de chegar onde desejo, sem dúvida foi quem me deu o maior incentivo para conseguir concluir esse trabalho.

Ao meu namorado Anselmo, que começou essa jornada junto comigo, grande amor da minha vida, sem o qual eu tenho certeza de que não conseguiria chegar até aqui. Agradeço-te por todo amor que você sempre me deu, pelos momentos maravilhosos que passamos juntos, pelo apoio e pela compreensão que sempre teve comigo, apesar de às vezes nos desentendermos, mas sempre discutimos com quem nós amamos e queremos bem.

A minhas amigas que moram comigo, Gil e Jú, apesar de não estarmos juntas desde o começo, tenho que dizer que só encontrei um segundo lar quando fui morar com vocês! Agradeço por suportar minhas manias, meus erros e minha bagunça! Quero que saibam que para mim vocês foram como mãe, irmãs, AMIGAS! Nunca me esquecerei de vocês e principalmente das nossas festas! Temos história pra contar.

Aos meus irmãos Getúlio e Gustavo, com os quais de vez em quando ainda brigo, mas que amo muito. A minhas irmãs Nathália e Thayná que ainda aguentam minha bagunça e desorganização e sempre me deram força. Saibam que é muito difícil ficar longe de vocês, principalmente da minha princesinha Thayná, te amo!

Agradeço aos amigos que fiz durante o curso, Flávia, Isis, Mateus, Jarbas, Rhuan e Rafael os quais estavam presentes nas longas noites de estudos e também nas horas de farra. A vocês meu muito obrigado! Sempre irão morar em meu coração.

Ao meu orientador, professor Sebastião Décio Coimbra, pelo ensinamento e dedicação dispensados no auxílio à concretização dessa monografia;

A todos os professores do curso de Engenharia de Produção, pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e conseqüentemente para minha formação profissional;

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos e familiares, pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado meu eterno AGRADECIMENTO.

THAÍS APARECIDA GASPAR DA SILVA

À Deus, por ter me guiado até aqui e ter me dado forças quando não mais as tinha.

À minha mãe Rachel, com a qual sempre ficarei grato por todo apoio ao longo de minha vida, além de cobranças que contribuíram para que eu chegasse até o final desta etapa e para que eu me tornasse a pessoa que sou.

Ao meu pai Cleber, que sempre me apoiou em tudo e sempre esteve ao meu lado nos momentos de maior dificuldade, além de ter dado valorosos conselhos ao longo dessa jornada.

À minha namorada Ana Cecília, que esteve sempre comigo escutando sempre minhas preocupações atentamente ao longo de todo o curso, sendo de grande valor a sua presença ao meu lado para me dar força.

Ao meu orientador Décio Coimbra, que nos orientou e foi fundamental para a realização do trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia de Produção, que de forma direta contribuíram para minha formação com suas aulas.

E por fim, agradeço a todos os meus amigos e familiares, que sempre me apoiaram durante o curso e a todos que contribuíram de alguma forma para a finalização desse trabalho, meu eterno AGRATECIMENTO.

PEDRO BITTENCOURT BRAVO

RESUMO

BRAVO, Pedro B. SILVA, Thais A. G. ESTUDO E IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE MELHORIAS NO SISTEMA HÍBRIDO DE ELETRIFICAÇÃO DA CASA ECOLÓGICA NA UENF Projeto Conclusão de Curso, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

A demanda crescente por energia caracteriza nossa sociedade que necessita de fontes de energia que além de eficientes sejam sustentáveis. A busca por fontes de energia renováveis vem se intensificando cada vez em todo mundo, à medida que as atuais formas de produção de energia trazem impactos negativos para o meio ambiente.

Um modelo de casa que utiliza energias renováveis existe na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro com o objetivo de mostrar que é possível manter uma casa com esse tipo de energia com uma alta confiabilidade no sistema. Baseado nisso, este estudo está focado em estabelecer melhorias a esse sistema através da identificação das causas dos problemas que mereçam interferência direta que possibilite melhorias significativas.

Nesse sentido, o presente trabalho teve o propósito inicial de identificar as causas potenciais dos problemas encontrados no sistema e oportunidades de melhoria, através de entrevistas e observação, utilizando como principal ferramenta nessa etapa o Diagrama de Causa e Efeito.

A segunda etapa deste estudo foi propor melhorias ao sistema, fase na qual foi utilizado o Método de Melhorias PDCA.

Os resultados mostraram um superdimensionamento do sistema e uma falha de projeto.

Palavras chaves: Energias renováveis, Melhoria, Diagrama de Causa e Efeito, Ciclo PDCA.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE QUADROS.....	XII
LISTA DE GRÁFICOS	XIII
LISTA DE ANEXOS	XIV
1. CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Objetivos Gerais.....	4
1.2 - Objetivos Específicos.....	4
1.3 - Justificativa	4
1.4 - Metodologia.....	5
1.5 - Estruturação Do Trabalho	6
2. CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
2.1 - Fontes Alternativas De Energia.....	7
2.1.1 - Energia Eólica	7
2.1.1.1 – Energia Gerada Pelos Ventos	8
2.1.1.2 - Energia Eólica No Mundo.....	8
2.1.1.3 - Potencial Eólico No Estado Do Rio De Janeiro	8
2.1.1.4 - Vantagens E Desvantagens Do Uso De Energia Eólica	9
2.1.2 - Energia Solar	10
2.1.2.1 - Sistemas Fotovoltaicos	11
2.1.2.2 - Células Fotovoltaicas	13
2.2 - História Do Controle De Qualidade	14
2.3 - O Ciclo PDCA	18
2.3.1 - <i>Plan</i>	21

2.3.2 - Do	26
2.3.3 - Check	27
2.3.4 - Act.....	28
2.4 - Diagrama De Ishikawa	30
3. CAPÍTULO 3 – O CASO ESTUDADO: PARQUE DE ENERGIAS ALTERNATIVAS DA UENF	32
3.1 - Concepção Do Parque De Energias Alternativas Da Uenf.....	32
3.2 - Sistema Eólico De Geração De Energia	33
3.3 - Sistema Solar De Geração De Energia.....	34
3.4 - Sistema De Armazenamento De Energia.....	35
3.5 - Sistema Consumidor De Energia	36
4. CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DO CICLO DE DEMING AO PARQUE DE ENERGIAS ALTERNATIVAS DA UENF	38
4.1 - Etapa De Planejamento	39
4.1.1– Identificação Do Problema	39
4.1.2– Observação	39
4.1.3– Análise Do Processo	39
4.1.3.1– Diagrama De Ishikawa	40
4.1.3.2– Estabelecendo O Dimensionamento Correto Do Sistema.....	41
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	45
5.1 - Plano De Ação	45
5.2 - Etapa De Execução.....	47
5.3 - Etapa De Verificação.....	48
5.4 - Etapa De Verificação Corretiva	48
5.4.1 - Padronização	48

5.4.2 - Conclusão do Método	49
6. CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES.....	53
6.1 – Sugestões para trabalhos futuros.....	54
7. REFERÊNCIAS.....	55
8. ANEXOS	60
9. APÊNDICE	72

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – Configuração básica de um Sistema Fotovoltaico	11
FIGURA 2.2 – Corte transversal de uma célula fotovoltaica	14
FIGURA 2.3 – Ciclo PDCA	20
FIGURA 2.4 – Rampa de Melhoria	21
FIGURA 3.1 – Parque de Energias Alternativas da UENF	32
FIGURA 3.2 – Aerogeradores do Parque de Energias Alternativas da Uenf.....	33
FIGURA 3.3 - Aerogerador Modelo Gerar 246	34
FIGURA 3.4 - Painéis Fotovoltaicos do Parque de Energias Alternativas da UENF.....	35
FIGURA 3.5 - Baterias do Parque de Energias Alternativas da UENF	36
FIGURA 4.1 - Ciclo PDCA de Melhoria	38
FIGURA 4.2 - Diagrama de Ishikawa para a Baixa Eficiência do Sistema	40
FIGURA 4.3 - Média anual de insolação diária no Brasil (em horas)	42
FIGURA 4.4 - Mapa da velocidade média anual no Brasil	43

LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1 – Equipamentos Produtores de energia e suas cargas	33
QUADRO 3.2 – Consumo Em Watts Semanal Estimado Individual De Cada Aparelho Elétrico	37
QUADRO 5.1 - Problemas Encontrados em uma Livraria Virtual	50
QUADRO 5.2 – Percentual Acumulado	50
QUADRO 5.3 – Quadro Resumo	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 - Curva De Potência Do Aerogerador Gerar 246	44
Gráfico 5.1 - Exemplo Do Gráfico De Pareto Para Uma Livraria	51

ANEXOS

Anexo 1 – Manual Do Painei Solar.....	61
Anexo 2 – Manual Do Aerogerador	63
Anexo 3 – Manual Da Bateria	71

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A crença de que os combustíveis fósseis não se esgotariam era comum, tempos atrás, mas essa realidade já vem mudando. Nossa sociedade é caracterizada pelo aumento cada vez maior da demanda por abastecimento energético. É impossível imaginar uma sociedade sem energia, seja ela qual for. A energia solar e a eólica são duas das alternativas energéticas mais promissoras do novo milênio, elas são inesgotáveis na escala terrestre de tempo.

O Sol é fonte de energia renovável, e o seu aproveitamento tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para o futuro. O Sol fornece anualmente, para a atmosfera terrestre, $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia (CRESESB / CEPEL, 2001). Trata-se de um valor considerável, correspondendo a 10.000 vezes o consumo mundial de energia neste período. Além de ser responsável pela manutenção da vida em nosso planeta, a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte de energia, podendo ser utilizada por meio de sistemas de captação e conversão em energia elétrica.

A energia solar é importante na preservação do meio ambiente, pois tem muitas vantagens sobre outras fontes de energia, tais como:

- A energia solar não polui durante seu uso;
- As centrais necessitam de manutenção mínima;
- A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga a enormes investimentos em linhas de transmissão;

- Em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é possível em praticamente todo o território e, em locais longe dos centros de produção energética sua utilização ajuda a diminuir a procura energética nestes e conseqüentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão (ANEEL, 2005).

O vento constitui uma imensa fonte de energia natural a partir da qual é possível produzir grandes quantidades de energia elétrica. A energia eólica é obtida pela energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). A utilização desse tipo de energia tem aplicações milenares, e foi uma das primeiras formas energéticas de tração não-animal utilizada pelo homem para mover os barcos, impulsionados por velas, ou fazer funcionar a engrenagem de moinhos, ao mover as suas pás. Nos moinhos de vento a energia eólica era transformada em energia mecânica, utilizada na moagem de grãos e bombeamento de água (CHESF-BRASCEP, 1987). Além de ser uma fonte de energia inesgotável, a energia eólica está longe de ser causadora de problemas ambientais.

Considerando o grande potencial eólico de várias regiões do Brasil, seria possível produzir eletricidade a partir do vento a um custo de geração inferior a U\$50/MKw (AMARANTE, 2001).

As principais vantagens da utilização da energia eólica são:

- É inesgotável;
- Não emite gases poluentes nem gera resíduos;
- Diminui a emissão de gases de efeito de estufa (GEE).
- É uma das fontes mais baratas de energia podendo competir em termos de rentabilidade com as fontes de energia tradicionais.

- Os aerogeradores não necessitam de abastecimento de combustível e requerem escassa manutenção, uma vez que só se procedem à sua revisão em cada seis meses.
- Excelente rentabilidade do investimento. Em menos de seis meses, o aerogerador recupera a energia gasta com a sua fabricação, instalação e manutenção (ANEEL, 2005).

Uma promissora aplicação no mundo das tecnologias de conversão de energia que utilizam os recursos renováveis é a instalação de Sistemas Híbridos de Energia (SHE's) para a eletrificação de comunidades isoladas, onde a alternativa de suprimento de energia por extensão de rede é técnica e economicamente desaconselhada (dadas as características intrínsecas e próprias dessas áreas), e os custos operacionais dos sistemas diesel-elétricos elevam-se significativamente conforme o grau de isolamento, além de oferecem riscos ao meio ambiente, principalmente através da emissão dos gases de efeito estufa.

Um Sistema Híbrido de Energia é definido como aquele que utiliza mais de uma fonte primária de energia, dependendo da disponibilidade dos recursos, para gerar energia elétrica a uma determinada carga ou conjunto de cargas de forma otimizada e com custos mínimos, dada a capacidade de uma fonte suprir a falta temporária de outra, ou seja, complementando uma a outra por serem formas de energia intermitentes, permitindo assim que os mesmos operem com o mínimo de interrupções dando maior confiabilidade ao sistema (ARAÚJO, 2006). Para que seja possível a utilização desse sistema deve haver a disponibilidade de sol e ventos na região a ser implantado o sistema, ou seja, deve-se conhecer o potencial eólico e solar da região.

As principais vantagens de sistemas híbridos são a complementaridade entre as fontes de energia e a modularidade

das fontes energéticas envolvidas, sendo possível o aumento do sistema com facilidade, pois turbinas eólicas, células fotovoltaicas e baterias podem ser adicionadas a qualquer momento de acordo com o crescimento da demanda (ARAÚJO, 2006).

A principal desvantagem é a complexidade do sistema devido à grande multiplicidade de opções, necessitando a otimização do uso e um controle de todas as fontes para que haja máxima eficiência na entrega de energia para o consumidor final (ARAÚJO, 2006).

1.1 Objetivos Gerais

Identificar as causas dos problemas encontrados e propor melhorias ao sistema de produção de energia da Casa Ecológica, que é o nosso ambiente de estudo.

1.2 Objetivos Específicos

Esse trabalho de conclusão de curso, dentro dos objetivos da pesquisa, teve o objetivo específico de:

1- Realizar a avaliação do sistema de produção de energia da casa ecológica utilizando para isso duas ferramentas de qualidade: Diagrama de Ishikawa e o Método de Melhorias PDCA;

2- Elaborar melhorias que possam ser implantadas futuramente e que com os devidos aperfeiçoamentos, possam ser usadas em futuras pesquisas.

1.3 Justificativa

O estudo de meios alternativos de energia é necessário nos dias de hoje, devido à crescente necessidade de energia no mundo. Além disso, o meio ambiente está em foco, que significa obtenção de energias mais limpas ao invés de derivados de petróleo.

A motivação principal desse Trabalho de Conclusão de Curso surgiu do interesse em buscar possíveis melhorias que possam ser implementadas em sistemas híbridos de energia, de modo a aumentar a viabilidade do uso de energia solar e eólica e a confiabilidade do sistema.

1.4 Metodologia De Pesquisa

O objeto de estudo escolhido foi a Casa Ecológica situada na UENF.

Neste trabalho foram realizadas as seguintes etapas e adotados os seguintes métodos: Inicialmente foi feito um estudo teórico dos métodos e ferramentas de qualidade que poderiam ser utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

Escolhidos os métodos que foram utilizados para identificar e estruturar hierarquicamente as causas dos problemas e como resolvê-los iniciou-se a análise visual do sistema de produção de energia onde foi feita a relação de todos os equipamentos elétricos que a Casa Ecológica possuía bem como qual era a utilização de cada um em horas/dia, entrevista com os usuários do sistema e busca por possíveis problemas.

Ao mesmo tempo foi feita uma pesquisa exploratória que consistiu em um levantamento bibliográfico sobre energias renováveis, sistemas híbridos de energia, diagrama da Causa e Efeito, Método de Melhorias PDCA e as especificações dos equipamentos utilizados no sistema.

A partir desse trabalho inicial, foram elaboradas o Diagrama de Causa e Efeito dos problemas encontrados e um planejamento para a correção dos problemas e melhoria da qualidade do sistema utilizando o Método de Melhorias PDCA.

1.5 Estruturação do Trabalho

Além dos tópicos anteriores, a estrutura do trabalho compreende os seguintes capítulos e respectivos conteúdos:

No segundo capítulo são apresentadas as energias renováveis estudadas no presente estudo: Eólica e Solar.

No terceiro capítulo é apresentada a fundamentação teórica sobre as ferramentas de qualidade utilizadas no estudo, mostrando o funcionamento de cada uma delas e a importância das mesmas na tomada de decisão.

No quarto capítulo é apresentado a Casa Ecológica da UENF, objeto deste estudo, demonstrando o funcionamento do sistema de eletrificação híbrida.

No quinto capítulo é apresentada a aplicação do Ciclo de Deming ao Parque de Energias Alternativas, demonstrando todas as etapas do Ciclo.

No sexto capítulo são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho.

No sétimo capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho e em seguida as referências bibliográficas.

CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fontes Alternativas De Energia

Entende-se por energia renovável a energia que é continuamente disponibilizada pela natureza. A principal fonte primária de energia renovável é a radiação solar, juntamente com o núcleo terrestre e as interações gravitacionais da lua e do sol sobre os oceanos.

A radiação solar pode ser aproveitada diretamente para gerar eletricidade e calor. Além disso, a diferença da radiação solar recebida pela superfície terrestre provoca uma diferença de pressão atmosférica em vários pontos produzindo os ventos que podem também ser usados para geração de energia.

O grande desafio do nosso século é o aproveitamento das energias renováveis disponíveis, visto que as energias não renováveis estão se esgotando, além de serem prejudiciais para o meio ambiente.

2.1.1 – Energia Eólica

A atmosfera pode ser considerada como uma gigantesca máquina, que tem como combustível a radiação solar. Os ventos e os sistemas convectivos meteorológicos são produtos finais dessa máquina. A operação dessa máquina depende de mecanismos de realimentação e é limitada pela geometria e pela rotação do planeta. Faz-se necessário ainda considerar as mudanças de fase da água como um importante grau de liberdade no funcionamento dessa máquina. Os trópicos recebem mais calor que as regiões polares, e essas diferenças de pressão, por sua vez, induzem o movimento da atmosfera para compensar os gradientes de pressão criados. As regiões tropicais servem, então, como um aquecedor

para a máquina atmosférica e oceânica. Mas segundo a CRESEB (2001) apenas uma pequena fração, cerca de 1 a 2% é transformada em energia cinética, ou seja, energia de movimento.

2.1.1.1 – Energia Gerada Pelos Ventos

Para calcular a energia gerada por um sistema eólico deve-se ter conhecimento do regime de ventos do local, que podem ser obtidos mediante análise dos dados observados no local onde se deseja implantar o projeto de energia eólica. O regime de ventos deve ser representado em um histograma de velocidades obtido a partir de curvas de distribuição de frequência. Juntamente com o histograma é preciso ter acesso à curva de potência da turbina eólica.

2.1.1.2 – Energia Eólica No Mundo

No início de 2008 o mundo atingiu a marca de 100 GW de geração de energia eólica, que corresponde à energia elétrica total consumida pelo Brasil, a partir de todas as fontes em atividade atualmente. Atualmente o setor de energia eólica incorpora investimentos de cerca de 50 bilhões de dólares anualmente, e gera aproximadamente 400.000 novos empregos. Os princípios que regem a produção de energia em grande escala mostram que a escolha da energia eólica levará à produção de energia limpa. Esta forma de produção de energia é vista como segura e fácil de ser implantada, além de não contribuir para alterações climáticas (MARQUES *et. al.*, 2010).

2.1.1.3 – Potencial Eólico Do Estado Do Rio De Janeiro

O ponto de partida para um estudo da energia eólica segundo Marques *et. al.* (2009), nesta região é o Atlas Eólico do Estado do Rio de Janeiro. O atlas apresenta três regiões com maior potencial eólico:

- Litoral norte do estado: planície costeira, com baixa rugosidade e regime de vento propício para aproveitamentos eólicos, com velocidades médias anuais em torno de 6,5 m/s nas melhores áreas.
- Região dos Lagos: área costeira com velocidades médias em torno de 7,0 m/s nos melhores locais.
- Região Serrana: apresenta velocidades médias anuais de 6,0 m/s a 6,5 m/s, podendo chegar a 7,5 m/s nas maiores elevações.

2.1.1.4 – Vantagens E Desvantagens Do Uso De Energia Eólica

Como maior desvantagem do uso da energia eólica, podemos apontar a intermitência do regime de ventos, que provocam uma grande variabilidade no fornecimento de energia. Mas segundo Marques *et al.* (2009), há um mecanismo que pode resolver essa questão. Com a criação de um sistema de produção, transmissão e uso interligando regiões produtoras é possível resolver essa questão, pois em algum local o regime estará em condições de fornecer energia capaz de suprir as deficiências de áreas que em determinado momento não produzem adequadamente por falta de ventos.

Precisa-se considerar que a energia eólica deve ser usada como uma fonte complementar de suprimento de energia, em caso de baixa na produção da fonte principal, como é o caso das usinas hidrelétricas quando os níveis dos reservatórios estão muito abaixo do normal.

As principais vantagens do uso da energia eólica são:

- É inesgotável;
- Não emite gases poluentes, nem resíduos;

- Diminui a emissão de gases de efeito estufa;
- É uma das fontes mais baratas de energia;
- Os aerogeradores não necessitam de abastecimento de combustível, além de necessitarem pouca manutenção, já que é realizada a revisão a cada seis meses somente;
- Retorno de investimento rápido, já que em menos de seis meses o sistema produz energia equivalente ao capital investido.

2.1.2 – Energia Solar

A radiação solar recebida em um ano pela terra corresponde em torno de 100.000 vezes as necessidades energéticas atuais de consumo mundial no mesmo período. Mas é evidente que não é possível utilizar toda a energia que recebemos do sol, por questões tecnológicas principalmente. Mas, considerando o uso indireto e o seu uso direto, seja por meio de aquecimento (efeito foto térmico), ou produção de energia (efeito fotovoltaico), a radiação solar é sem dúvida a fonte mais importante de energia.

De acordo com Marques *et al.* (2009), na avaliação da radiação solar efetivamente disponível para aproveitamento é preciso considerar a variabilidade natural decorrente da alternância de dias e noites, além das estações do ano e, eventualmente, as variações devida às mudanças meteorológicas, como a nebulosidade e chuvas que interferem na incidência da radiação solar diretamente. Devido a essas variabilidades, é preciso adotar sistemas de armazenamento da energia para usos posteriores em que não há radiação solar para gerar energia.

Para elaborar um projeto de aproveitamento da energia solar, é preciso levar em consideração a trajetória aparente do sol e suas variações durante o ano, acompanhado de um diagnóstico

climático para determinar a estatística dos dias com probabilidade de sol na localidade do projeto (MARQUES *et al.*, 2009).

Para se conseguir o aproveitamento máximo da radiação solar, com uso dos sistemas fixo de células fotovoltaicas, estas devem manter um menor ângulo zenital, ou seja, o ângulo entre a vertical local e os raios solares. Para isso, no Hemisfério Sul, um sistema fixo deve ser orientado para o Norte Geográfico e colocado inclinado em relação ao horizonte de um ângulo próximo ao ângulo de latitude da localidade.

2.1.2.1 – Sistemas Fotovoltaicos

Os sistemas fotovoltaicos são formados por conjuntos de equipamentos destinados a conversão da radiação solar em energia elétrica, armazenamento e transmissão para o usuário final. Esses sistemas podem ser instalados isoladamente ou conectados a redes elétricas convencionais. Ainda podem ser concebidos de forma a compartilhar com outros tipos de produção de energia, como a eólica, para diminuir a variabilidade e aumentar a confiabilidade do sistema. Esses sistemas são chamados de sistemas híbridos (MARQUES *et al.*, 2009).

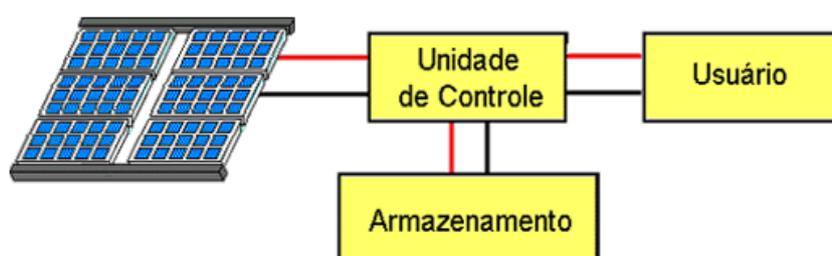


Figura 2.1 – Configuração básica de um Sistema Fotovoltaico.

Fonte: CRESESB, (2008).

Em geral, um sistema isolado necessita de um dispositivo de armazenamento, usando baterias acumuladoras ou algum tipo de aparelho que continue fornecendo energia mesmo nos períodos em

que não haja radiação solar para fornecer energia. Um projeto de instalação de um sistema como esse deve dimensionar o seu sistema de armazenamento em função da demanda de energia para o qual ele foi projetado, prevendo-se também o tempo de autonomia em caso de ausência de radiação solar. A composição básica do sistema prevê um módulo fotovoltaico, baterias, controladores de carga, inversores e cabeamento. O elemento essencial do sistema é o módulo fotovoltaico, responsável pela conversão da radiação solar em energia elétrica, e pode ser composto por um ou mais painéis fotovoltaicos, de acordo com a demanda energética do sistema projetado. Os painéis produzem energia em corrente contínua, mas para ser armazenada nas baterias é necessária a instalação de um controlador de carga, entre os painéis e as baterias, para proteger contra cargas e descargas excessivas das baterias e facilitar a máxima transferência de energia para as baterias. O controlador de carga é responsável por cortar o fornecimento de energia dos módulos fotovoltaicos para as baterias quando estas atingem sua carga máxima, bem como interromper a descarga da bateria quando elas atingem seu limite mínimo de segurança. Os controladores de carga devem ser especificados em função do tipo de bateria utilizada no projeto. (MARQUES *et al.* 2009)

A energia armazenada nas baterias sai na forma de corrente contínua (CC), e na maior parte dos casos precisa ser convertida para corrente alternada (CA). O equipamento responsável por essa conversão é o inversor, que precisa ser instalado no circuito entre a saída da bateria e o ponto de utilização. Em sistemas isolados o inversor deve evitar perdas de potência para não interferir na relação entre a produção e a demanda de energia para o qual o sistema foi projetado. Em sistemas interligados com a rede elétrica convencional, o inversor deve satisfazer também a condição de sincronismo com a rede.

2.1.2-2 – Células Fotovoltaicas

Um conjunto de células combinadas em série e em paralelo forma um painel solar. A eficiência das células fotovoltaicas disponíveis para compra fica entre 15 e 18% aproximadamente. Porém, há pesquisas recentes demonstrando que essa eficiência pode aumentar consideravelmente com uso de novos materiais, além de novos métodos de fabricação. Os custos de fabricação ainda são relativamente altos devido aos materiais utilizados e a alta tecnologia envolvida (MARQUES *et al.* 2009).

As células fotovoltaicas têm em sua composição materiais que são chamados de semicondutores, como o caso do silício, material mais comumente utilizado. Quando a radiação solar atinge a célula, uma quantidade dela é absorvida pelo material semicondutor. Isso significa que a energia que havia na luz é então transferida para o material semicondutor. A energia arranca os elétrons fracamente ligados, permitindo eles possam se mover livremente. As células possuem também um ou mais campos elétricos que forçam os elétrons livres, pela absorção da luz, a fluir em certo sentido. Este fluxo de elétrons é basicamente uma corrente. Com os contatos de metal na parte superior e na parte inferior da célula, pode-se drenar então esta corrente para usá-la externamente. Essa corrente, juntamente com a voltagem da célula, define a potência que a célula pode produzir (ALDOUS, 2000).

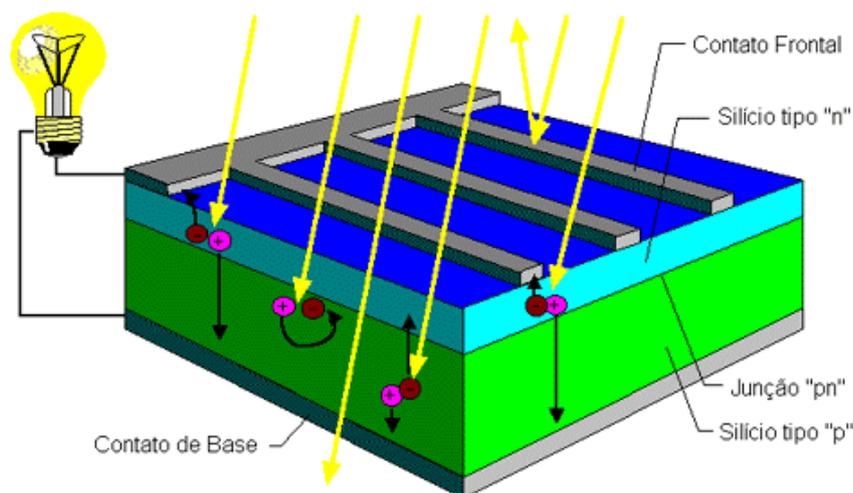


Figura 2.2 – Corte transversal de uma célula fotovoltaica.

Fonte: CRESESB, (2006).

Para lugares isolados, com difícil acesso a energias convencionais, o sistema híbrido de produção de energia é o mais eficiente. Mas indo além se pode notar que essas formas de energia têm potencial para o futuro, já que são energias limpas e renováveis. O custo, considerado maior obstáculo, será no futuro menor do que os custos das energias não renováveis utilizados atualmente devido à escassez das mesmas.

2.2 História Do Controle De Qualidade

O conceito de qualidade é algo que o ser humano almeja há muito tempo quando da realização de suas atividades. Pode-se dizer que a qualidade, enquanto uma disciplina, ainda encontra-se em formação. Nos seus primórdios, estava voltada à inspeção, mas atualmente assiste-se a um aumento crescente das atividades e funções ligadas à qualidade, consideradas fundamentais para o sucesso das organizações. Se no início estava estritamente vinculada a produção e operações, hoje engloba os diferentes setores das empresas.

Porém todas as mudanças em relação à questão da qualidade, bem como suas diversas abordagens aconteceram de

forma gradativa, dentro de uma evolução que pode ser considerada regular, e não através das mudanças radicais.

Pode-se afirmar que a inspeção foi o primeiro degrau para inclusão da qualidade como uma atividade rotineira dentro das organizações. Seu surgimento, na década de 20, junto aos departamentos de produção e operações segundo Garvin (1992) foi uma decorrência do início da produção em série, tendo inicialmente a finalidade de impedir que produtos defeituosos chegassem às mãos dos consumidores.

Segundo Werkema (1995), O controle da qualidade moderno teve seu início na década de 30, nos EUA, com a aplicação industrial do gráfico de controle inventado pelo Dr. Walter A. Shewhart, da empresa de telefonia “Bell Telephone Laboratories”. O Dr. Shewhart propôs o uso do gráfico de controle para a análise de dados resultantes de inspeção, fazendo com que a importância dada à inspeção, um procedimento baseado na detecção e correção de produtos defeituosos, começasse a ser substituída por uma ênfase no estudo e prevenção dos problemas relacionados à qualidade, de modo a impedir que produtos defeituosos fossem produzidos.

Porém, o grande catalisador para a aplicação do controle da qualidade em um maior número de empresas americanas foi a Segunda Guerra Mundial. Sua utilização tornou possível a produção de suprimentos militares de boa qualidade, em grande quantidade e mais baratos, e também permitiu que fossem atendidas as exigências do período de guerra.

O controle da qualidade também foi adotado relativamente cedo na Inglaterra. Em 1935, os trabalhos sobre controle de qualidade do estatístico E. S. Pearson foram utilizados como base para os padrões normativos britânicos (“British Standard BS 600”).

Outros padrões relacionados ao controle da qualidade também foram formulados e utilizados na Inglaterra durante o período de guerra. Antes da segunda guerra mundial o Japão já conhecia os Padrões Normativos Britânicos BS 600 e alguns especialistas japoneses já haviam começado a estudar as técnicas estatísticas modernas. Naquela época os produtos japoneses competiam em preço no mercado internacional, mas não em qualidade.

Após a derrota do Japão, as forças americanas de ocupação chegaram ao país e descobriram que o sistema telefônico japonês apresentava um grande número de falhas o que era um empecilho para a administração militar. Diante desse quadro, os americanos determinaram, em 1946, que a indústria de telecomunicações japonesa implantasse um programa eficiente de controle da qualidade, com o objetivo de eliminar os defeitos e a falta de uniformidade na qualidade dos equipamentos produzidos. Esse fato gerou algumas dificuldades, mas como foram obtidos resultados muito bons, o método americano passou a ser utilizado por empresas de outros setores da economia.

Ainda nesse ano, foi criada a JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers), uma organização constituída por engenheiros e pesquisadores. Em 1949 a JUSE formou o Grupo de Pesquisa do Controle da Qualidade, cujos membros trabalhavam em universidades, indústrias e órgãos governamentais. Esse grupo tinha como finalidade disseminar as práticas e conhecimentos sobre o controle da qualidade para as indústrias japonesas.

Em 1950 a JUSE convidou o estatístico William Edwards Deming, dos EUA, para proferir um seminário sobre controle da qualidade para administradores e engenheiros.

Nesse seminário foram abordados os seguintes tópicos:

- Utilização do ciclo PDCA para melhoria da qualidade.
- A importância do entendimento da variabilidade presente em todos os processos de produção de bens e serviços.
- Utilização de gráficos de controle para gerenciamento de processos.

Conforme Werkema (1995), o controle da qualidade foi então amplamente empregado no Japão com o uso intensivo de técnicas estatísticas. No entanto, naquele período o controle da qualidade japonês passou a enfrentar alguns problemas, tais como:

- Ênfase excessiva dada às técnicas estatísticas causando a falsa impressão de dificuldade na implantação.
- Pouco interesse demonstrado por presidentes e diretores de empresas pelo controle da qualidade, que permanecia como um movimento de engenheiros e operários.

Com o objetivo de resolver esses problemas, a JUSE convidou, em 1954 o engenheiro americano J. M. Juran para proferir seminários para a alta administração de várias empresas japonesas explicando o papel que esses administradores deveriam desempenhar para a implantação e o desenvolvimento das atividades de controle da qualidade. A partir daí, o controle da qualidade passou a ser entendido e utilizado como uma ferramenta administrativa, o que representou uma transição do controle estatístico da qualidade para o controle da qualidade total como é praticado atualmente.

Durante a promoção das atividades de controle da qualidade, os pesquisadores e usuários japoneses começaram a perceber que, enquanto alguns ramos do conhecimento são universais e igualmente aplicáveis em todos os países do mundo, o controle da qualidade dependia muito de fatores humanos e culturais, devendo então apresentar diferenças de um país para o outro.

A partir dessa percepção, foi desenvolvido, com base nos sistemas americano e inglês, um método japonês para o controle da qualidade, que levava em conta a diferença entre o Japão e os países ocidentais. Esse método foi evoluindo ao longo dos anos, tendo dado origem ao Controle da Qualidade Total no estilo japonês que segundo Ishikawa (1993), apresenta as seguintes características básicas:

- Participação de todos os setores e de todos os empregados da empresa na prática do controle da qualidade.
- Educação e treinamento em controle da qualidade.
- Grupos internos, do mesmo setor, de controle da qualidade.
- Auditorias do controle da qualidade e pelo presidente da empresa.
- Utilização de técnicas estatísticas: disseminação das Sete Ferramentas da Qualidade e emprego de outras técnicas mais avançadas.
- Campanhas nacionais de promoção do controle da qualidade.

Recentemente, vários outros países perceberam as vantagens do Controle da Qualidade Total e um grande número de empresas espalhadas em todo o mundo vem utilizando o método do TQC japonês, após realizarem adaptações necessárias às suas situações específicas.

2.3 O Ciclo PDCA

O conceito do PDCA, um método de melhoria, foi desenvolvido na década de trinta, pelo estatístico americano Walter A. Shewhart, nos laboratórios da Bell Laboratories como sendo um ciclo de controle estatístico de processo que pode ser repetido continuamente em qualquer processo ou problema.

No entanto, só na década de cinquenta esse método foi popularizado pelo especialista em qualidade W. Edwards Deming que aplicou esse método nos conceitos de qualidades em trabalhos desenvolvidos no Japão. Deming refinou os trabalhos de Sherwart e desenvolveu o que ele denominou *Sherwart PDCA cycle* em homenagem ao seu mentor.

O método de melhorias PDCA pode ser definido como um instrumento valioso de controle e melhoria de processos, que para ser eficaz necessita ser de domínio de todos os funcionários de uma organização (SOUZA & MEKBKIAN, 1993).

Já Suzuki (2000) define a utilização do PDCA como um método de “embutir” qualidade no produto final.

Campos (1996, p.262) define o PDCA como “*um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. É o caminho para se atingirem as metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais*”.

Analisando a citação, encontramos a palavra método, que tem origem de duas palavras gregas: *meta+hodos*, onde *hodos* significa caminho e *meta* significa objetivo, ou seja, um caminho para se chegar ao fim. Não existindo, portanto, uma metodologia PDCA sem um objetivo a ser alcançado.

As letras que formam a sigla PDCA significam: PLAN (planejar), DO (executar), CHECK (verificar) e ACT (atuar). Esses são os passos básicos desenvolvidos por Shewart, posteriormente aprimorados por Deming. A Figura 2.3 ilustra o ciclo PDCA:



Figura 2.3 – Ciclo PDCA

Fonte: PERIARD, (2011).

Observando a figura 2.3 podemos notar que o Ciclo PDCA é um método dinâmico, logo que se completa um ciclo, já estamos no início de outro, e assim por diante. Podendo ser sempre analisado novamente para que um novo processo possa ser iniciado. Por esse motivo, é uma das ferramentas mais utilizadas no processo de melhoria de qualidade contínua.

Esse processo contínuo pode ser melhor visualizado na figura 2.4, a rampa de melhoria, onde o último ponto no Ciclo PDCA se torna o primeiro no próximo ciclo, aumentando a complexidade da melhoria.

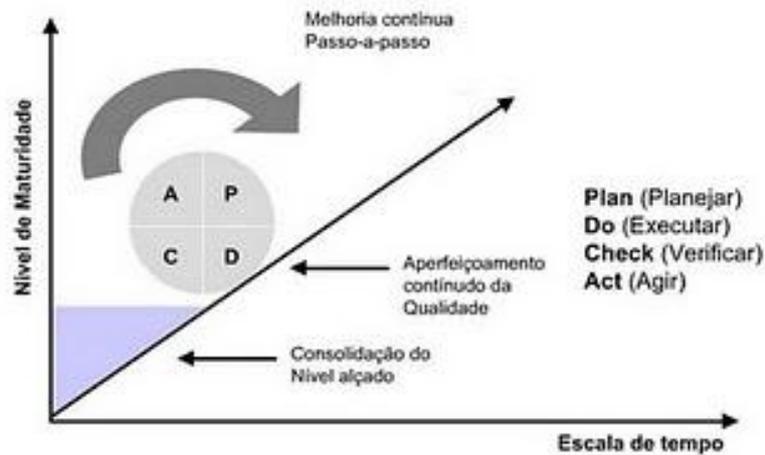


Figura 2.4 – Rampa de Melhoria

Fonte: Sousa, (2010).

O Ciclo PDCA pode ser utilizado em uma gama muito grande de aplicações, dentre elas: estabelecimento de metas de melhorias sejam vindas da alta administração ou vindas de setores operacionais, com objetivo de manter a melhoria contínua; resolução de problemas crônicos que afetam a eficiência e a eficácia de projetos ou serviços, denominados por Campos (2001) como Gerenciamento da rotina.

Agora veremos cada parte do Ciclo PDCA separadamente.

2.3.1 - Plan

A primeira letra da sigla PDCA é a P de *PLAN* (planejar). Considerada a mais importante fase do Ciclo PDCA, pois um planejamento bem feito determinará a eficiência e eficácia do ciclo.

Alguns pontos importantes nessa fase são citados por Badiru (1993):

- Qual o objetivo específico a ser alcançado?
- Quais pessoas estarão envolvidas nesse processo?

- Qual é o prazo para a efetivação do plano de ação a ser elaborado?
- Quais serão os recursos despendidos nesse processo?
- Quais serão os dados coletados no fim da ação?

Segundo Campos (1996), essa fase do ciclo pode ser dividida em outras cinco partes:

1. Localizar o problema;
2. Estabelecer o objetivo;
3. Análise do fenômeno;
4. Análise do processo;
5. Elaborar o plano de ação.

O item 1, localizar o problema, acontece toda vez que a empresa se depara com um resultado não desejado oriundo de um processo (conjunto de causas), segundo Campos (1996).

A empresa deve despende um tempo relevante para que o problema possa ser bem definido e esclarecido, pois isso resultará em um aumento da eficácia na resolução do problema.

Campos (1996) define problema como um resultado indesejado de um processo.

É imprescindível para a organização saber delimitar o problema para que possa equalizar seus recursos internos e então esse problema possa ser passível de solução.

Depois de ter identificado e classificado o problema passa-se para a fase de estabelecimento do objetivo ou meta.

Uma meta sempre deverá ser definida para qualquer produto ou serviço em qualquer circunstância. Segundo Campos (1996), um

problema sempre será a diferença entre o resultado atual e o valor desejado (meta).

Segundo Campos (1996), toda meta a ser definida deverá ser constituída de três partes: objetivo gerencial, prazo e valor, com a finalidade de se obter um conceito completo do termo meta.

A primeira parte dessa meta deverá ser constituída do objetivo gerencial, a qual demonstrará a proposta da meta a ser colocada. Geralmente é explicitada por um verbo no infinitivo, a finalidade da meta.

Depois da definição da meta, passa-se para a fase de análise detalhada do problema. Essa parte do planejamento irá descobrir todas as características do problema por meio de coleta de dados do mesmo.

Para isso, deve-se fazer um levantamento histórico das ocorrências desse problema e empregar ferramentas específicas com a finalidade de observá-lo sobre vários pontos de vista, facilitando a atuação sobre o mesmo.

Podem existir inúmeros pontos de vista, sendo que a empresa deverá optar pelo que melhor caracteriza o problema, delimitando e estratificando-o de maneira mais clara, para que seja mais bem analisado.

Existem várias ferramentas disponíveis no meio gerencial para que o problema possa ser analisado da maneira mais detalhada possível, dentre elas: estratificação supracitada (agrupamento de dados das mais diversas formas possíveis); folha de verificação (planilha ou tabela para coleta de dados); gráfico de Pareto (hierarquiza o ataque aos problemas) (MELO, 2001).

Resumindo, a organização pode adotar essas metas desdobradas sobre o problema priorizado, para melhor

identificação das causas ou manter o estudo focado na meta inicial.

Após a análise do problema, chega-se à fase de análise do processo, que consiste basicamente em identificar e priorizar as causas relativas ao problema estudado.

Segundo Campos (1996), analisar o processo é buscar as causas mais importantes que provocam o problema através da análise das características mais importantes.

Para que se obtenha sucesso nessa fase, a análise do processo deve ser feita da maneira mais participativa e democrática possível. Todas as pessoas que trabalham na organização, independente do cargo que ocupem, e que estejam envolvidas com o problema devem participar da análise das causas para que possam enriquecer o estudo com os mais diversos pontos de vista (MELO, 2001).

Ferramentas gerenciais como o *Brainstorming* e o Diagrama de Causa e efeito ou Diagrama de Ishikawa têm bastante êxito nessa fase do planejamento. Através do *Brainstorming* analisam-se as causas e para expô-las de maneira mais clara a utilização do Diagrama de Causa e Efeito é bastante eficaz (GODOY, 2001).

Finalizando a análise do processo, o coordenador do *Brainstorming*, através da votação da equipe, apresenta as causas prioritárias e as encaminha para a elaboração do plano de ação, que apresentará as ações corretivas para as causas apresentadas.

Finalizando a etapa do planejamento, chega-se à fase da elaboração do plano de ação. Nele estão contidas, em detalhes, todas as ações que deverão ser tomadas para atingir o objetivo inicial.

O plano de ação é um documento que descreve os objetivos e os passos para que a empresa possa migrar do estágio atual em relação à qualidade para o estágio desejado (CTE, 1994).

Segundo Barros (2001), o plano de ação tem como objetivo operacionalizar a implantação das metas no processo de produção de modo que seja elevada a probabilidade de sucesso. A partir do plano de ação, a organização deverá montar seu plano tático, para que a partir dos recursos disponíveis e de sua cultura organizacional ela possa implantar o mesmo.

O plano de ação deverá conter um cronograma de ações a serem tomadas, a definição de responsabilidades, alocação de recursos, delegações das ações e o acompanhamento das mesmas (CTE, 1994).

Segundo Campos (1996), deve se seguir uma metodologia para a construção desses planos de ação. A mais indicada é a metodologia conhecida como 5W1H, baseada em 6 perguntas que definirá a estrutura do plano.

Essas perguntas, em inglês, segundo Melo (2001), apresentam-se da seguinte maneira:

- WHAT (O QUE) – define o que será executado;
- WHEN (QUANDO) – define quando será executado;
- WHO (QUEM) – define quem será o responsável pela ação;
- WHERE (ONDE) – define onde será executada a ação;
- WHY (POR QUE) – define o motivo pelo qual a ação será executada;
- HOW (COMO) – define como a ação será executada.

Após analisar esses seis tópicos, pode-se proceder com a estruturação do plano de ação, clara e detalhadamente, divulgando-o para todos os envolvidos nas ações tomadas.

Após elaborar o plano de ação, fechamos a etapa do planejamento e passamos para a próxima etapa do Ciclo PDCA, DO, a qual irá colocar em prática as ações definidas no planejamento.

2.3.2 – Do

Segunda letra da sigla PDCA, DO, sendo mais bem traduzido como executar.

Nessa etapa do ciclo, é colocado em prática o plano de ação desenvolvido na etapa anterior, respeitando a cultura organizacional da empresa em questão.

Para que essa etapa seja viável, é imprescindível a existência de um plano de ação bem estruturado. Essa etapa de execução permite que o plano de ação seja gradualmente praticado e organizado, permitindo maior eficácia das medidas a serem tomadas (BADIRU, 1993).

Campos (2001) divide a fase de execução em duas etapas: treinamento e execução.

Na primeira etapa, a organização deverá fazer a divulgação do plano a todos os funcionários envolvidos. Para isso devem-se verificar quais ações necessitam da cooperação de todos os membros, enfatizando essas ações para que elas possam ser executadas da melhor maneira possível.

Já na segunda etapa desta fase, a organização deverá executar o plano de ação proposto. Durante a execução do plano de ação, periodicamente deve-se verificar o local onde as ações estão sendo efetuadas, com a finalidade de controlar e extinguir

possíveis dúvidas que possam ocorrer no decorrer da execução. Todas as ações e resultados devem ser registrados para que possam alimentar a próxima fase do Ciclo PDCA (CAMPOS, 2001).

2.3.3 – *Check*

A terceira fase do Ciclo PDCA, CHECK, ou traduzido para o português, verificar, onde se verificam todas as ações executadas na fase anterior. Esta fase é baseada nos relatos das ações executadas na fase DO, e por isso elas devem ser monitoradas e formalizadas adequadamente.

Segundo Clark (2001), essa fase é considerada a mais importante fase do ciclo, devendo ser destacada pela organização, com a finalidade de se obter um resultado eficiente e eficaz no final de cada ciclo.

Para se analisar criticamente as ações tomadas na fase anterior, Badiru (1993) sugere algumas questões a serem levantadas, tais como: qual a eficácia das ações frente aos objetivos iniciais; qual o grau de desvio das ações estipuladas inicialmente; o problema detectado pode ser superado; as ações tomadas foram eficazes suficientemente para se estabelecer um padrão?

Melo (2001) propõe subdividir essa fase em três etapas para que essas questões possam ser analisadas de forma organizada: comparação dos resultados, listagem dos efeitos secundários e verificação da continuidade ou não do problema.

Na primeira etapa devem-se utilizar os dados coletados antes e depois de efetuar as ações na fase anterior com o objetivo de verificar a efetividade das ações e o grau de redução dos resultados indesejáveis (MELO, 2001).

Segundo Melo (2001), na segunda etapa compreende a listagem dos efeitos secundários. As ações executadas podem

provocar efeitos secundários positivos ou negativos à organização, devendo a mesma tomar as devidas providências em relação a esses efeitos.

Já a terceira etapa da fase de verificação compreende a verificação da continuidade ou não do problema. Segundo Melo (2001), se o resultado da ação é tão satisfatório quanto o esperado, a organização deve certificar-se de que todas as ações planejadas foram efetuadas de acordo com o planejamento inicial. Mas se o resultado não for satisfatório, significa que a solução apresentada foi falha, devendo o ciclo PDCA ser reiniciado, para que novas ações possam ser discutidas e as causas do problema possam ser realmente bloqueadas e solucionadas.

Caso seja comprovada a eficácia das ações tomadas, pode-se passar para a última fase do ciclo PDCA, *ACT*.

2.3.4 – *Act*

A quarta e última fase do ciclo PDCA, *ACT*, ou traduzido, atuar, é caracterizado pelo processo de padronização das ações executadas, as quais foram comprovadas a eficácia na etapa anterior, tendo como objetivo a melhoria contínua.

Os resultados positivos obtidos na fase anterior servirão de base para as ações a serem padronizadas nessa fase, para que possam ser utilizadas em outras ocasiões semelhantes (Badiru, 1993).

Segundo Melo (2001), o processo de padronização consiste na elaboração de um novo padrão ou na modificação de um padrão existente. A organização deve deixar claro no padrão os itens fundamentais de sua estrutura, tais como “o que” fazer e “quem” deverá executar a ação, “quando” a mesma deverá ser executada, “onde” deve ser executada, “como” deve ser executada e “por que” essa ação deve ser executada (5W1H).

Segundo Moura (1997), os padrões podem ser apresentados de duas formas:

- Descritivo, onde é apresentado em forma de texto, contendo os itens citados;
- Esquemático, onde é apresentado em forma de figuras ou fluxogramas, demonstrando mais claramente os itens citados.

Após a elaboração dos padrões, eles deverão ser extensivamente divulgados na organização pelos diversos meios de comunicação existentes. Esse processo de divulgação deverá ser acompanhado pela educação e treinamento dos envolvidos por meio de reuniões e palestras e contando com materiais de apoio, como manuais de treinamento distribuídos a todos os funcionários em questão.

Com o objetivo de verificar o cumprimento do padrão, o mesmo deve ser acompanhado regularmente. A organização deve evitar que um problema resolvido reapareça por falta de cumprimento dos padrões estabelecidos (MELO, 2001).

O fechamento do ciclo PDCA se dá nesta última fase, ACT, onde tem-se a concepção da necessidade de dar início a um dos processos de maior importância para uma organização: o processo de Melhoria Contínua. A cada ciclo PDCA completado, se está mais próximo da perfeição: reduzindo custos, aumentando a qualidade satisfazendo os clientes e os demais *stakeholders*.

A partir do momento em que a organização obtém seus padrões de excelência, os mesmos deverão sofrer mudanças contínuas com a finalidade de melhorá-los cada vez mais, destacando o processo de melhoria contínua, conservando a competitividade agregada àqueles padrões.

2.4 – Diagrama De Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito é uma ótima ferramenta de representação das possíveis causas que levam a um determinado efeito. Muito utilizado em brainstormings para o levantamento e análises de causas de problemas, onde através dele a equipe poderá direcionar os estudos para a busca pelas causas raízes dos problemas (JÚNIOR, 2003).

Segundo Junior (2003), as causas são agrupadas por categorias e semelhanças pré-estabelecidas ou inferidas durante o processo de classificação, sendo uma grande vantagem a possibilidade de atuação de maneira específica e direcionada quando se pormenoriza as causas possíveis.

As principais causas podem ser agrupadas em seis categorias, conhecidas como “6M”: Método (inspeção, procedimento); Mão-de-obra (físico mental); Material (fornecedores, próprio); Máquina (deterioração, manutenção); Meio-Ambiente (intempéries, clima); Medidas (instrumento inspeção).

Junior (2003) aponta as seguintes etapas a serem levadas em consideração para a elaboração do diagrama de causa e efeito:

- Discussão do assunto a ser analisado pela equipe, observando como e onde ocorre o processo, bem como as áreas envolvidas e escopo;
- Descrição do problema ou causa específica no lado direito do diagrama;
- Levantamento das possíveis causas e seu levantamento por categorias no diagrama;

- Análise do diagrama elaborado e coleta de dados para determinar a frequência de ocorrência das diferentes causas.

Dependendo da complexidade do problema a ser resolvido, pode ser necessária a construção de sub-diagramas mais aprofundados e detalhados, quando um fator for composto por sub-fatores, permitindo uma abordagem mais minuciosa (GODOY, 2009).

CAPÍTULO 3

3.0 CASO ESTUDADO: PARQUE DE ENERGIAS ALTERNATIVAS DA UENF

3.1 – Concepção Do Parque De Energias Alternativas Da Uenf

O parque foi concebido como um projeto que procura adotar os preceitos de empreendimentos ambientalmente corretos. Os objetivos desse projeto foram focados na intenção de criar um espaço em que fosse possível demonstrar de forma prática o uso de energia a partir de fontes alternativas, sem agredir o meio ambiente (MARQUES *et al.*, 2010).

O parque compreende uma área de 2500 m² dentro do campus da UENF, e utiliza painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas para se manter energeticamente, sem utilizar energia convencional.



Figura 3.1 – Parque de Energias Alternativas da UENF,(2011).

3.2 – Sistema Eólico De Geração De Energia

O sistema eólico é composto de 6 aerogeradores da fabricante ENERSUD do modelo específico Gerar 246, mas apenas 5 deles são direcionados para produção de energia para a Casa. Cada aerogerador tem capacidade para gerar até 1000 kW de energia com ventos de 12 m/s de acordo com o manual em anexo na página 62.



Figura 3.2 – Aerogeradores do Parque de Energias Alternativas da UENF, (2011).

Abaixo é apresentado um quadro dos equipamentos produtores de energia e sua respectiva carga.

Quadro 3.1 – Equipamentos Produtores de Energia e Suas Cargas.

Equipamento	Carga Unitária (kW)	Carga total
Aerogerador	1000 kW	6000 kW
Painel solar	0,120 kW	2,880 kW



Figura 3.3 – Aerogerador modelo Gerar 246

Fonte: Enersud, (2011).

A energia produzida em corrente alternada é inicialmente convertida em contínua e, passando pelos controladores de carga, é armazenada em baterias. A partir das baterias a corrente contínua passa através dos inversores e é convertida em corrente alternada para distribuição na casa.

3.3 – Sistema Solar De Geração De Energia

O sistema solar é composto de 24 painéis fotovoltaicos do modelo BP MSX 120, do fabricante BP Solar. Cada painel é capaz de gerar 120 w de energia de acordo com o manual em anexo na pagina 59, portanto o conjunto de 24 painéis é capaz de gerar 2880 w. Os painéis solares também são responsáveis pela recarga das baterias.



Figura 3.4 – Painéis Fotovoltaicos do Parque de Energias Alternativas da UENF, (2011).

3.4 – Sistema De Armazenamento De Energia

Para armazenar a carga gerada pelos aerogeradores e painéis solares, a instalação conta com 12 baterias do modelo up3000, da fabricante Unipower. Cada bateria possui 3000 Ampères a 2 Volts de acordo com o manual em anexo na página 68, sendo assim o sistema todo de 12 baterias seria capaz de armazenar 36000 Ampères a 2 Volts.

As baterias estão juntamente com um conjunto de controladores de carga e inversores dentro de um pequeno prédio separado do prédio principal, com aproximadamente 30 m².



Figura – 3.5 Baterias do Parque de Energias Alternativas da UENF, (2011).

3.5 – Sistema Consumidor De Energia

A casa demonstrativa tem cerca de 130 m², e é responsável pelo consumo da energia proveniente das fontes alternativas. A seguir é apresentado um quadro com a representação do consumo em W de cada um dos aparelhos elétricos da casa principal.

Quadro 3.2 – Consumo em Watts Semanal Estimado Individual de cada aparelho elétrico

Aparelho Elétrico	Consumo especificado (W)	Tempo de utilização (h)	Consumo Semanal (W)
Laptop	90 W	3 horas por dia, 3 dias por semana	810 W
Computadores	200 W cada	2 computadores, 4 horas por dia	8000 W
Data Show	200 W	3 horas por dia, 3 dias por semana	1800 W
Cafeteira Elétrica	600 W	1 hora por dia	3000 W
Geladeira	90 W	24 horas por dia	15120 W
Microondas	1200 W	1/3 de hora por semana	400 W
Fax	50 W	1/6 de hora por dia	41 W
Impressora	10 W	1h por dia	50 W
Frigobar	70 W	24 horas por dia	11760 W
Lâmpadas 20 W	20 W	4 lâmpadas, 8 horas por dia e 8 lâmpadas ½ de hora por dia	3760 W
Lâmpadas 15 W	15 W	6 horas por dia	3150 W
Telefone sem Fio	3 W	24 horas por dia	504 W
Bebedouro Elétrico	100 W	24 horas por dia	16880 W
Televisão 29''	88 W	1h por dia	616 W
Aparelho de Som	40 W	1h por dia, 5 dias por semana	200 W

Ao somarmos o consumo semanal de todos os aparelhos elétricos chegamos ao valor estimado de 66 kWh/semana de consumo total da casa, que nos dá um consumo médio de 9,43 kWh/dia.

CAPÍTULO 4

4. APLICAÇÃO DO CICLO DE DEMING AO PARQUE DE ENERGIAS ALTERNATIVAS DA UENF

Para atingir-se o objetivo de melhoria do sistema híbrido implantado na Casa Ecológica, utilizou-se duas ferramentas de qualidade, sendo elas o ciclo de Deming ou Ciclo PDCA e o diagrama de Ishikawa.

Segundo Campos (1992) o aumento da produtividade se deve a produzir cada vez mais e melhor com cada vez menos recursos. Utilizando-se dessa diretriz buscou-se suprir a necessidade elétrica gerada pela casa com menos recursos e gastos possíveis. Uma vez que se consiga determinar os gastos energéticos incorridos pelo modelo de aqui estudado, pode-se dimensionar corretamente o sistema híbrido como um todo.

Especificamente foi utilizado o Ciclo PDCA de melhoria, já que o sistema necessita de melhorias constantes como sugere este ciclo. Na figura 4.1 é melhor visualizado as etapas deste ciclo.

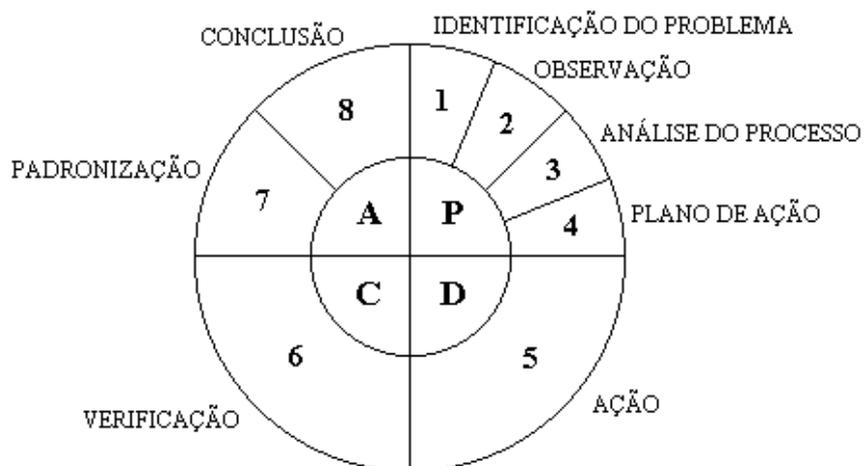


Figura 4.1 – Ciclo PDCA de Melhoria

Fonte: Datalyzer, (2007).

4.1 – Etapa De Planejamento

Nessa primeira etapa foi definido os objetivos e métodos para atingir a melhoria buscada, que serão as diretrizes a serem seguidas e controladas durante o ciclo. A definição de um objetivo não realizável devido a recursos ou mesmo falta de treinamento pode acarretar em frustração e até mesmo na perda da qualidade atual.

4.1.1– Identificação Do Problema

Campos (1994) define problema como resultado indesejável de um processo, um item de controle com o qual não se está satisfeito. E um bom gerenciamento tem que, numa primeira instância, aprender a localizar os problemas e então aprender a resolver estes problemas.

Seguindo essa diretriz, e mediante observação se pode identificar como problema no Parque de Energias Alternativas da UENF a baixa eficiência do sistema de energias alternativas.

4.1.2– Observação

Nesta etapa foi feita a observação do problema para definir suas características.

Como característica principal da baixa eficiência do sistema definiu-se a falta de controle e monitoramento do processo. Sem monitoramento adequado fica impossível quantificar corretamente quanto de energia está sendo desperdiçada e qual o potencial energético real do sistema.

4.1.3– Análise Do Processo

A análise do processo consiste em definir as causas fundamentais do problema definido. Para isso foi utilizado o Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa.

4.1.3.1 – Diagrama de Ishikawa

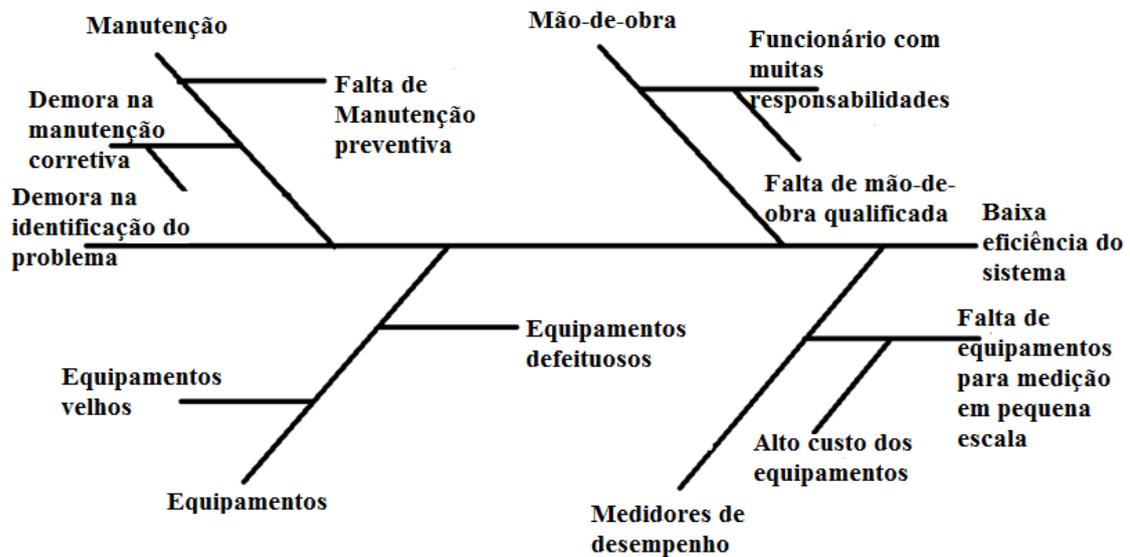


Figura 4.2 – Diagrama de Ishikawa para a Baixa Eficiência do Sistema

A seguir foi feita uma descrição de cada causa:

- **Manutenção**

Demora na manutenção corretiva: os equipamentos que deixam de funcionar ou funcionam com eficiência muito menor, não são trocados ou reparados com rapidez, comprometendo o sistema por um tempo maior que o necessário.

Demora na identificação do problema: os problemas demoram a ser identificados, aumentando a perda de tempo na correção de um problema no sistema.

Falta de manutenção preventiva: no sistema há a falta de manutenção preventiva em alguns equipamentos, acarretando a baixa eficiência dos equipamentos.

- **Mão-de-Obra**

Funcionário com muitas responsabilidades: há apenas um funcionário para monitorar e fazer correções corriqueiras no sistema, acarretando atribuições que não condizem com a formação do funcionário.

Falta de mão-de-obra qualificada: não há funcionários qualificados para fazer a correta monitoração diária do sistema.

- **Equipamentos**

Equipamentos velhos: alguns equipamentos já estão com a eficiência bem comprometida pelo tempo que estão em uso.

Equipamentos defeituosos: são equipamentos que necessitam de substituição, mas devido a demora de substituição acabam comprometendo o sistema por um tempo desnecessário.

- **Medidores de Desempenho**

Falta de equipamentos para medição em pequena escala: a falta destes equipamentos compromete a correta monitoração do sistema, impossibilitando o cálculo da correta eficiência do sistema.

Alto custo dos equipamentos: o custo destes equipamentos de medição de pequena escala de energia segundo os idealizadores do sistema se torna proibitivo para o sistema, já que representaria uma grande parte do custo total.

Falha de projeto: um projeto como a casa ecológica da UENF por ser implantada em uma Universidade tem mais que a obrigação ter uma medida de desempenho, para que seja possível estudos na área bem como demonstração pública da quantidade de energia que o sistema realmente produz.

4.1.3.2 – Estabelecendo O Dimensionamento Correto Do Sistema

Primeiramente para instalar um sistema eólico ou solar é preciso dimensionar corretamente os componentes deste sistema. Para um correto dimensionamento necessita-se da carga diária média do sistema, assim se pode considerar a quantidade de energia que precisa ser gerada pelos painéis fotovoltaicos e pelos aerogeradores para manter o parque.

O parque consome aproximadamente 9,5 kWh por dia, então se necessita de um sistema que seja capaz de nos fornecer essa potência.

Dimensionamento dos Painéis Solares

O painel fotovoltaico utilizado no parque possui potência de 120 Watts. Somando-se todos os 24 painéis temos uma potência de 2.880 W. Segundo o mapa de insolação diária do Brasil, a região onde o parque se encontra possui uma média de insolação de 6 horas diárias, portanto os 24 painéis juntos geram em torno de 17.280 W diários.

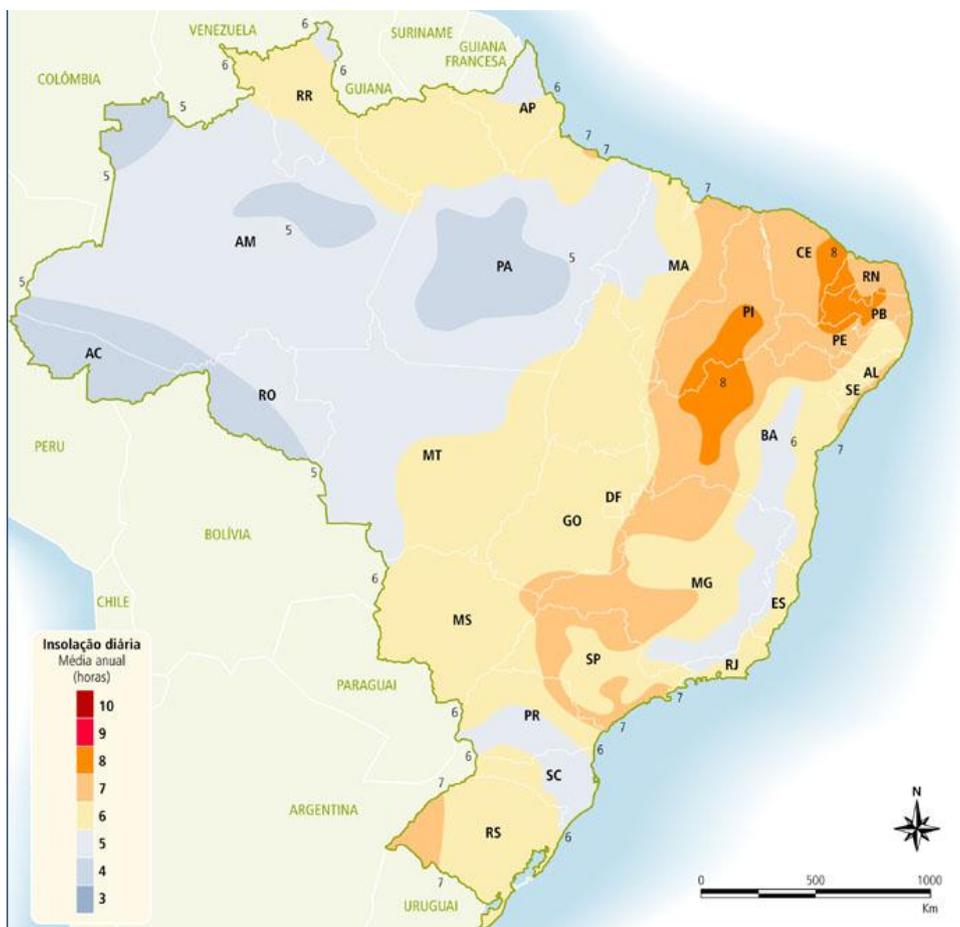


Figura 4.3 – Média anual de insolação diária no Brasil (em horas)

Fonte: CRESESB, (2000).

- **Dimensionamento dos Aerogeradores**

Cada aerogerador do parque é capaz de gerar até 1000 W, mas se precisa analisar sua curva de potência para se saber realmente

a quantidade que cada aerogerador converte de energia para abastecer o sistema.

A velocidade média anual da região onde se encontra o Parque de Energias Alternativas da UENF é de aproximadamente 6,5 m/s, melhor visualizado no mapa a seguir:

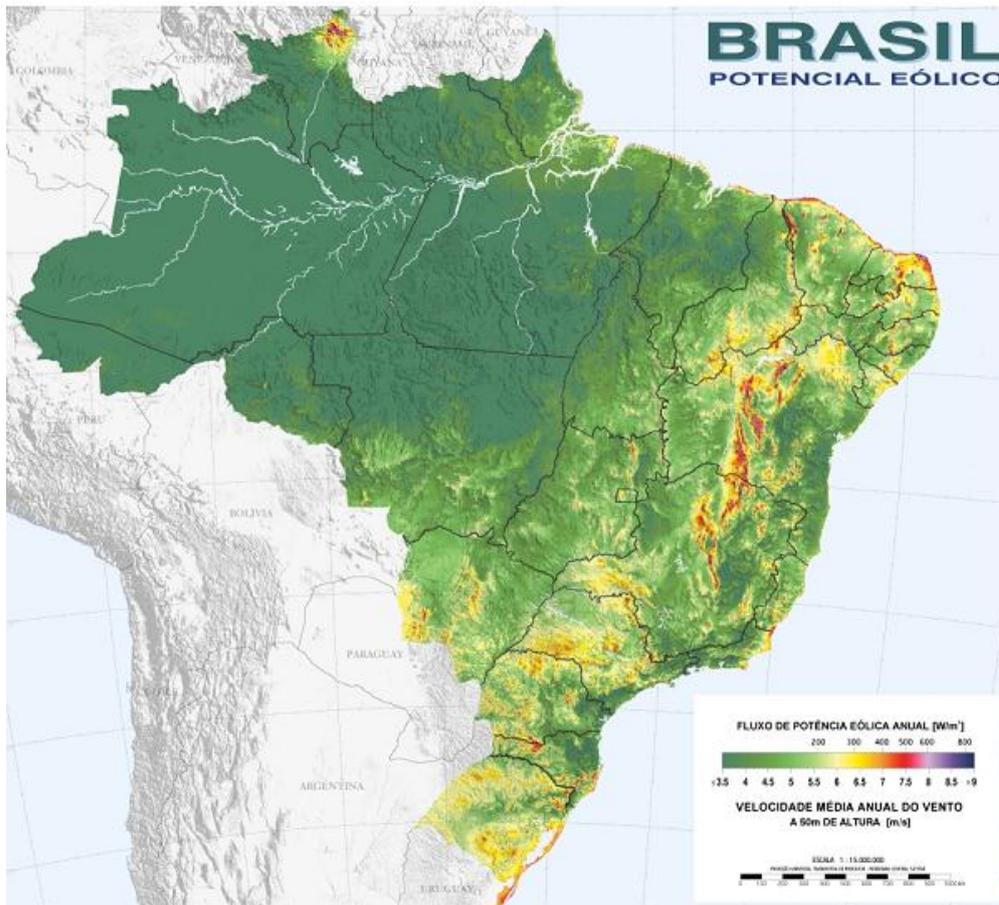


Figura 4.4 – Mapa da velocidade média anual no Brasil

Fonte: CRESESB, (2001).

Para calcular corretamente quanto cada aerogerador produz de energia realmente com essa velocidade média de vento necessita-se conhecer sua curva de potência, que é dada a seguir:

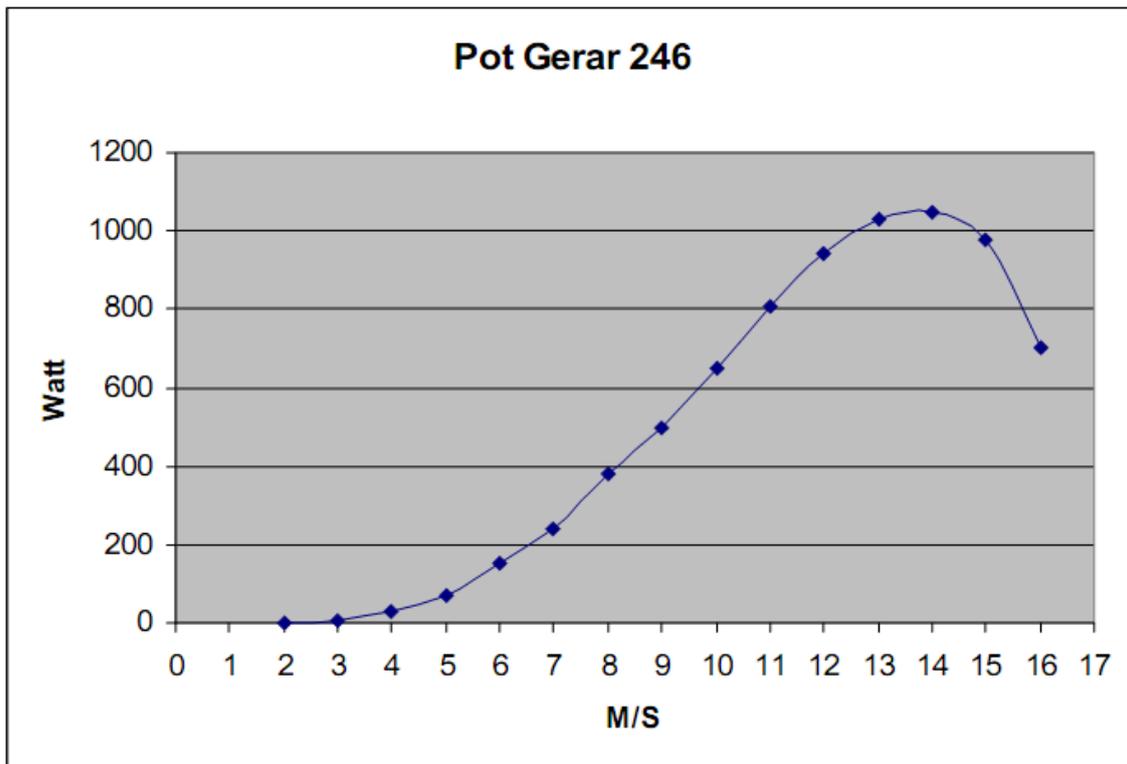


Gráfico 4.1 – Curva de potência do aerogerador Gerar 246

Fonte: Enersud, (2011).

Pelo gráfico da curva de potência do aerogerador, visualiza-se que a energia gerada por cada aerogerador é de aproximadamente 200 W com ventos de 6,5 m/s. Multiplicando 200 W pelo número de geradores e pelo período de 24 horas diárias, obtém-se a quantia média de 24.000 W gerados diariamente pelos aerogeradores. Vale lembrar que há períodos com poucos ventos, que podem durar vários dias, reduzindo drasticamente a geração de energia por parte dos aerogeradores.

- **Dimensionamento das Baterias**

Cada bateria do modelo usado no Parque possui capacidade de 3000 Ah a 2 V, convertendo essa capacidade para a voltagem de 110 V, que é a utilizada pelos aparelhos consumidores de energia do Parque, tem-se cada bateria com capacidade de aproximadamente 55 Ah. Multiplicando esse valor pelo número de baterias a capacidade total das baterias é de 660 Ah.

CAPÍTULO 5

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Somando as energias geradas pelos aerogeradores e pelos painéis solares chegou-se à quantia média de aproximadamente 41.280 W gerados diariamente. Levando-se em consideração que a quantia necessária de energia por dia é de 9,5 kW, temos um sistema superdimensionado, que acarreta em maiores custos.

Além disso, é possível notar que as baterias estão superdimensionadas, já que por se tratar de baterias do tipo selada, segundo a Sunlab (2011), o dimensionamento correto seria multiplicar o valor da corrente diária necessária pelo número 5, que daria o valor correto de aproximadamente 432 Ah.

Conclui-se então que o Parque apresenta um problema de dimensionamento correto baseado nos gastos correntes de energia do Parque. No projeto inicial do Parque houve um dimensionamento baseado em gastos que não condizem com os atuais, gerando um custo a mais de equipamentos.

5.1– Plano De Ação

Nesta fase deve-se definir um plano que vai contra as causas definidas na fase anterior. Uma vez que as causas forem bloqueadas, seguramente pode-se reduzir o seu efeito, que é o nosso objetivo.

- **Causas do Diagrama de Ishikawa**

Para cada causa principal do diagrama de Ishikawa define-se então uma possível solução que irá compor o plano de ação como um todo:

Manutenção: para melhorar a eficiência no setor de manutenção é preciso aumentar a rapidez na identificação de problemas e na correção dos mesmos, bem como realizar uma manutenção preventiva periódica. Para isso é necessário contratar

um funcionário especializado ou terceirizar o serviço de manutenção. Como o sistema não necessita de manutenções diárias seria mais indicado à terceirização desse serviço.

Mão-de-obra: o parque necessita de mão-de-obra especializada em sistemas de energia, somente um funcionário para todas as atribuições não é compatível. O parque necessita de mais um funcionário com qualificação para poder identificar problemas mais rapidamente, além de realizar pequenas manutenções corriqueiras.

Há a opção ainda de treinamento do funcionário já contratado, especializando-o na área de energias alternativas. O serviço de manutenção seria então terceirizado no caso de manutenções mais especializadas, como a troca de uma bateria, por exemplo.

Equipamentos: é preciso que se tenha uma verba pré-definida que seja utilizada para substituição de equipamentos defeituosos ou antigos, sendo estes com baixa eficiência se comparados aos novos, já que por se tratar de um parque que utiliza de verbas do governo, não é possível a obtenção de recursos com rapidez.

Medidores de desempenho: para solucionar o problema do custo dos equipamentos necessários para medir o desempenho diário do sistema, pode-se realizar uma medição mensal para avaliar a eficiência do sistema ou de cada equipamento separadamente. Posteriormente se faria a comparação dos valores medidos dos equipamentos, tais como baterias, aerogeradores e painéis solares, com a eficiência que deveria ser alcançada segundo estimativas.

Outra alternativa seria buscar equipamentos de medição com menor custo e conseqüentemente menor precisão. Mesmo com menor precisão, se o equipamento puder apontar quando um equipamento perde drasticamente sua eficiência, seria então de grande importância para atingir o objetivo.

- **Dimensionamento Correto do Sistema**

Para o consumo médio diário de energia do Parque, seria suficiente um sistema que fornecesse 9,5 kW diários e um conjunto de baterias que fornecessem 432 Ah. Para reduzir o custo do sistema é necessário diminuir os componentes do sistema. Já que qualquer uma das duas tecnologias de captação de energia, a solar e eólica, fornecem a energia necessária para o parque, poder-se-ia então escolher a de menor custo. Mas por se trata de um parque demonstrativo, não se pode retirar totalmente uma das fontes de energia, mas pode-se diminuir a quantidade de cada componente.

Para que não haja fornecimento somente pelos aerogeradores, pode-se usar somente um aerogerador, pois dois aerogeradores seriam responsáveis pela geração de aproximadamente 9,6 kW diários, que seria uma quantidade de energia maior que a requerida pelo sistema diariamente. Um aerogerador então seria responsável pela geração de aproximadamente 4,8 kW de energia diários, o restante da energia requerida (4,7 kW) seria gerada pelos painéis fotovoltaicos. Para atingir essa quantidade de energia é preciso apenas 7 painéis fotovoltaicos. Seria uma redução de 4 aerogeradores e 17 painéis fotovoltaicos. Ainda é possível diminuir o número de baterias para 8, já que elas atingiriam a carga necessária pelo sistema.

5.2 – Etapa De Execução

Segundo Campos (1992, 1994), essa etapa consiste na execução do plano elaborado anteriormente, cada tarefa necessita ser cumprida exatamente como estiver no plano. Nesta fase é essencial o treinamento no trabalho. Ao decorrer da execução do plano deve-se coletar dados que serão utilizados para a etapa seguinte.

Isso significa dizer que ao executar o plano, na parte de dimensionamento do sistema eólico e solar, por exemplo, precisa-

se coletar dados sobre o funcionamento do sistema para a verificação do plano de execução.

5.3 – Etapa De Verificação

Nesta etapa, segundo Leonel (2008), é feita a confirmação da efetividade das ações tomadas para bloquear as causas. Se não for atingida a meta de melhoria proposta, deve-se retornar à fase de observação, fazer uma análise nova, elaborar um novo plano de ação e emitir um “Relatório de Três Gerações”. Esse relatório relata o esforço de se atingir a melhoria proposta por meio do giro do PDCA. O relatório deve mostrar:

- O que foi planejado.
- O que foi então executado.
- Os resultados obtidos ao final da execução do plano.
- Os pontos problemáticos durante a execução, responsáveis pelo não atingimento da meta de melhoria.
- As propostas para resolver os pontos problemáticos.

Caso o plano tenha sido executado com eficiência, atingindo as metas de melhoria, deve-se passar à etapa de Atuação Corretiva do Ciclo PDCA de melhorias.

5.4 - Etapa De Verificação Corretiva

5.4.1 – Padronização

Nesta fase, adotou-se como padrão as ações corretivas que obtiveram sucesso, ou seja, atividades que cumpriram com a meta de melhoria. A partir dessas atividades agora definidas como padrões o giro novamente do Ciclo PDCA resultará em novas melhorias (LEONEL, 2008).

Ainda, segundo Campos (1992, 1994), a educação e treinamento no trabalho e o acompanhamento das atividades

dentro do padrão são fundamentais. Na fase de padronização, as ferramentas estatísticas que podem ser utilizadas são:

- Folha de Verificação: Contribui para a coleta de informações que podem ser utilizadas na verificação da utilização do padrão.
- Amostragem: Usando as técnicas de amostragem, podemos obter informações representativas sobre o cumprimento do padrão, se estão corretamente sendo aplicados, ou não.

Uma vez que o plano for executado com sucesso, ele servirá de padrão para uma posterior melhoria, atingindo a melhoria contínua da eficiência do Parque de Energias Alternativas da UENF.

5.4.2 – Conclusão do Método

A fase de conclusão consiste na revisão de todo o processo de solução do problema e no planejamento de trabalhos futuros. Deve ser feita uma relação de problemas remanescentes, assim como um planejamento da solução dos mesmos. Além disso, é necessária uma reflexão sobre a própria atividade de identificação e solução dos problemas (LEONEL, 2008).

Nessa fase de conclusão, deve-se então relacionar os problemas que poderão persistir ao final do processo de melhoria da eficiência do Parque, assim como problemas novos que eventualmente surgirão. Junto com a relação desses problemas, é possível indicar soluções iniciais, que poderão ajudar na elaboração do próximo plano do ciclo PDCA.

Para análise dos problemas nesta fase pode-se utilizar o Gráfico de Pareto, que é uma ferramenta muito eficaz para evidenciar quais problemas são prioritários, e devem ser atacados primeiramente. O gráfico 5.1 ilustra o exemplo de utilização dessa ferramenta da qualidade a seguir.

De uma livraria virtual foram coletados os seguintes dados no SAC:

Quadro 5.1 – Problemas encontrados em uma Livraria Virtual

Tipo de Problema	Número de Ocorrências
Problemas no Website	57
Atraso na Entrega	45
Defeito no Produto	20
Entrega Incompleta	12
Erro no Faturamento	5
Outros	6
Total	145

Fonte: Godoy, (2010)

A partir desses dados, foi calculado o Percentual acumulado:

Quadro 5.2 – Percentual acumulado

Tipo de Problema	Número de Ocorrências	%	Acumulado
Problemas no Website	57	39,31	39,31
Atraso na Entrega	45	31,03	70,34
Defeito no Produto	20	13,79	84,14
Entrega Incompleta	12	8,28	92,41
Erro no Faturamento	5	3,45	95,86
Outros	6	4,14	100,00
Total	145	100,00	

Fonte: Godoy, (2010)

Com base nos dados tabelados monta-se o Gráfico de Pareto. O gráfico então é montado da seguinte forma: constrói-se um gráfico de barras, colocando-se no eixo X os diversos tipos de problemas e no eixo y, o número de ocorrência. É importante que o gráfico seja construído, na ordem da tabela, ou seja, iremos primeiro colocar o problema que apresentou o maior número de ocorrências, indo, desta forma, do maior para o menor, mantendo-se os outros no término do gráfico.

Depois da construção do gráfico de barras, fazemos a construção do gráfico de linhas, representando o acumulado X os tipos de problema, utilizando o eixo vertical à direita e o ponto médio das barras, como sendo o eixo X.

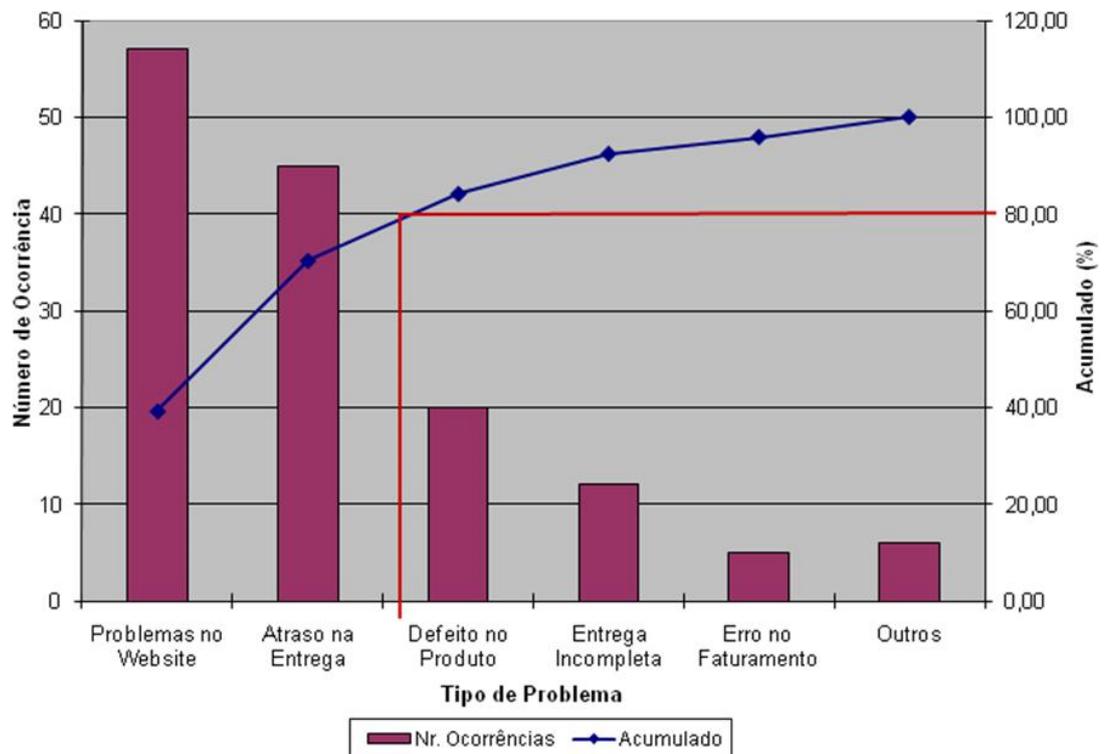


Gráfico 5.1 – Exemplo do Gráfico de Pareto para uma Livraria Virtual. Fonte: Godoy (2010)

Após a confecção do gráfico, deve-se encontrar o valor de X que corresponde a 80 % no percentual acumulado.

Para isso, se traça então uma linha (no nosso gráfico a linha vermelha) que vai do valor 80% no eixo que tem o percentual acumulado até encontrar a curva e em seguida se traça uma linha até o eixo X.

Os itens que se encontram à esquerda da linha vermelha no eixo X são os itens que devemos priorizar, pois eles representam 80% dos casos.

A seguir é apresentado um quadro resumo dos problemas identificados e as respectivas ações propostas para melhoria.

Quadro 5.3 – Quadro resumo.

Problema	Ação
Manutenção	Terceirizar o serviço de manutenção da casa.
Mão-de-obra	Contratação de mais um funcionário com maior qualificação na área de sistemas de energia ou treinamento do funcionário já contratado na área de energias alternativas.
Equipamentos	Ter uma verba pré-definida para substituição de equipamentos defeituosos e obsoletos.
Medidores de desempenho	Buscar algum método de medição para se ter um controle da energia produzida no Parque.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSÕES

A tendência mundial é a substituição da energia proveniente de combustíveis fósseis por energias de fontes renováveis, não somente pelo iminente esgotamento das fontes de energias fósseis, mas também devido à crescente preocupação com o meio ambiente. As energias renováveis são classificadas como energias limpas, não poluem ou agridem menos o meio ambiente.

A energia eólica constitui uma das principais fontes de energia renovável, principalmente no Brasil, onde possui muito potencial em várias regiões. Seu custo ainda é um ponto negativo, mas com surgimento de novas tecnologias e necessidade crescente de energia proveniente de outras fontes que não o petróleo seu custo tenderá a cair em pouco tempo. Grandes usinas eólicas irão abastecer grande parte das demandas energéticas no futuro.

A radiação solar é responsável por toda energia existente na Terra, portanto constitui a principal fonte de energia renovável. Seu aproveitamento ainda não é o ideal, mas assim como a energia eólica é uma das fontes renováveis de maior potencial no mundo. O seu uso no Brasil ainda se restringe a usos isolados em áreas de difícil instalação da energia elétrica convencional.

Nesta pesquisa pode-se concluir principalmente que o uso de energias renováveis é sustentável, visto que o modelo estudado (Casa Ecológica) é mantido somente com as fontes energéticas solares e eólicas. Como principal problema encontrado no modelo pode-se citar o dimensionamento além do necessário dos dois sistemas de energia, eólico e solar. Uma vez que o modelo estudado é utilizado para demonstração apenas, não é prioridade

reduzir os custos e sim demonstrar como são utilizadas as fontes solares e eólicas de energia.

6.1 – Sugestões para trabalhos futuros

Para posteriores estudos de viabilidade e identificação de problemas em modelos semelhantes ao aqui estudado, é de grande importância fazer a medição do potencial energético solar e eólico da região estudada usando de equipamentos indicados para esse fim. Somente com essa medição seria possível um correto dimensionamento do sistema de acordo com as necessidades energéticas do modelo estudado.

7. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14724: Informação e documentação. Trabalhos Acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT,2002.

AMARANTE, Odilon A. Camargo.SÁ, Antônio Leite De. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. CEPEL. Brasília, 2001.

ANEEL. Atlas da Energia Elétrica do Brasil. 2 ed. Brasília, 2005.

ARAÚJO, Rafael G. B. Sistema Híbrido Eólico-fotovoltaico Para Geração de Energia Elétrica. Mini-Redes Como Opção de Atendimento: Flexibilização do Arcabouço Regulatório Vigente In: XI Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, 2006.

ALDOUS, Scott. "HowStuff Works - Como funcionam as células solares". Publicado em 01 de abril de 2000 (atualizado em 03 de março de 2010) <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/celulas-solares.htm>>(19 de agosto de 2011)

BADIRU, A. B. &Ayeni B. J. Practitioner's Guide to Quality and Process Improvement. London: Chapman & Hall, 1993. 353p.

BARROS, M. M. S. B. Implantação de Inovações Tecnológicas em Empresas: Como Vencer esse Desafio? Encontro Nacional da Construção, Lisboa, 2001. P102-109.

CAMPOS, V. FALCONI, TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês), Fundação Cristiano Ottoni/Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 1992.

CAMPOS, V. FALCONI, Gerenciamento pelas Diretrizes. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia da UFMG. 1996.

CAMPOS, V. FALCONI, Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia, 6ª ed., Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

CBEE, Centro Brasileiro de Energia Eólica. <<http://www.eolica.org.br/energia.html>>, acesso em 26 de junho de 2010 às 10:00.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito / CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, Energia Solar: Princípios e Aplicações. 2006. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acessado em 15/08/2010

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito / CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2001. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf>. Acessado em: 18/06/2011.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito / CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco De Dados Solarimétricos, 2000. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf>. Acessado em: 18/06/2011.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito / CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. 1999. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2004.pdf>. Acessado em: 19/06/2011.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito / CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, Tutorial de Energia Solar Fotovoltaica, (2008). Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/content.php?cid=tutorial_solar>. Acessado em: 19/06/2011.

CHESF-BRASCEP. Fontes Energéticas Brasileiras, Inventário/Tecnologia. Energia Eólica. V.1 De cata-ventos a aerogeradores: o uso do vento, Rio de Janeiro, 1987.

CTE - CENTRO DE TECNOLOGIA EM EDIFICAÇÕES. Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras. São Paulo: SindusCon-SP, 1994.

CLARK, A. B. How Managers Can Use the Shewhart PDCA Cycle to Get Better Results. Houston: Jessie H Jones Scholl of Business – Texas Southern University, 2001.

DATALYZER. Ciclo PDCA, 2007. Disponível em: <<http://www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info80/80.html>>. Acesso em: 10 de Agosto de 2011, as 10:20:00.

DUTRA, Ricardo. Energia Eólica: Princípios e Tecnologia, 2008. CRESESB. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial_eolica_2008_e-book.pdf>. Acessado em 15/08/2011.

ENERSUD. Manual Gerar 246, 2011. Disponível em: <<http://www.eolicario.com.br/manual246.pdf>>. Acessado em: 17/07/2011.

GARVIN, David A. Gerenciando A Qualidade: A Visão Estratégica E Competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GODOY, A. L. Gráfico de Pareto - CEDET <<http://www.cedet.com.br/index.php?/Tutoriais/Gestao-da-Qualidade/grafico-de-pareto.html>>. Acesso em 12/08/2011.

GODOY M. H. P. C. Brainstorming. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

ISHIKAWA, K. Controle da Qualidade Total – à Maneira Japonesa. 2 ed. Rio de Janeiro, Campus, 1993.

JUNIOR, Carlos Tavares da Costa. Análise da Viabilidade de Implantação de Sistemas Híbridos de Energia de Pequeno Porte em Localidades Isoladas da Região Norte Através da Abordagem Difusa In: VII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São Luís, 2005.

JUNIOR, I. M. Gestão da Qualidade. São Paulo: FGV Ed, 2003.

LEONEL, P. H.. Aplicação Prática da Técnica do PDCA e das Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais para Melhoria e Manutenção de Resultados. Juiz de Fora: UFJF, 2008. 85 pág. para Dissertação – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008

MARQUES, Valdo da Silva *et al.* Energias Renováveis, Novos Materiais e Sustentabilidade Campos dos Goytacazes EDUENF, 2009.

MELO, C. P. PDCA Método de Melhorias para Empresas de Manufatura – versão 2.0. Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

MOURA, L. R. Qualidade Simplesmente Total: Uma Abordagem Simples e Prática da Gestão da Qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed. 1997.

PALZ, Wolfgang. Energia solar e fontes alternativas. Hemus LTDA, 1981.

PERIARD, G. O Ciclo PDCA e a Melhoria Contínua. Sobre Administração, (2011). Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/>

SEVERINO, Antonio Joaquim. Metodologia do Trabalho Científico. 22. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2002.

SOUSA, A. Melhoria Contínua no Coaching. Coaching e Gerenciamento de Projetos, (2010). Disponível em: < <http://coach-alexandre.blogspot.com/2010/03/melhoria-continua-no-coaching.html> >

SOUZA, S.D.C. Modelo De Dimensionamento Ótimo De Sistemas De Cogeração: Aplicação a uma Usina de Cana-de-açúcar. Dissertação de Mestrado (1998). UENF

SOUZA, R & MEKBEKIAN, G. Metodologia de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras. In: ENTAC93. São Paulo, 1993. Avanços em Tecnologia e Gestão da Produção de Edificações. São Paulo EPUSP, 1993.

SUNLAB. Energia Solar e suas Aplicações sem Segredo, 2011. Disponível em: <http://www.sunlab.com.br/Energia_solar_Sunlab.htm> Acesso em: 10 de Agosto de 2011, as 11:00:00.

SUZUKI, Masaei. Implementation of Project Management Based os QES and Those InssuesIn Japanese Construction Industry. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTION QUALITY AND RELATED SYSTEMS, LISBOA, 2000. P.214-221.

WERKEMA, M. C. C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: QFCO, 1995.

8.ANEXOS

ANEXO 1 – MANUAL DO PAINEL SOLAR



bp solar

BP MSX 120

120-Watt Multicrystalline
Photovoltaic Module

BP Solar's MSX series is a premium line of PV modules with a 25-year performance warranty, tightly controlled electrical parameters, and labeling showing each module's tested electrical characteristics. Providing 120 watts of nominal maximum power, the MSX 120 is used primarily in large battery-equipped PV systems or—through an inverter—to provide AC power directly to a load. Typical applications include grid-supplemental residential and commercial systems, telecommunications, remote villages and clinics, pumping, and land-based navigation aids. Its attractive bronze-anodized frame also suits it well for architectural applications.

This product is available as a framed module or an unframed laminate, in 12V or 24V nominal configurations, with either:

- Dual high-volume junction boxes which allow on-site 12V/24V selection by rewiring (MSX 120);
- Installation-speeding DC-rated polarized connectors (MSX 120MC).

Proven Materials and Construction

BP Solar's quarter-century of field experience shows in every aspect of these module's construction and materials:

- 72 multicrystalline silicon solar cells configured as one series string or two 36-cell series strings (bypass diodes are included);
- Cells are laminated between sheets of ethylene vinyl acetate (EVA) and high-transmissivity low-iron 3mm tempered glass;
- Frame strength exceeds requirements of certifying agencies.



Weatherproof Connectors

MSX 120MC output is via heavy-duty (4mm²/AWG #12) output cables with polarized weatherproof DC-rated connectors which provide reliable low-resistance connections, eliminate wiring errors, and speed installation. Asymmetrical cables enable side-by-side or end-to-end module placement in arrays.

High-Capacity Versatile Junction Box

The junction boxes of the MSX 120 are raintight (IP54 rated) and accept PG13.5 or 1/2" nominal conduit or cable fittings. Their volume (411cc, 25 cubic inches) and 6-terminal



Bronze Anodized Universal Frame

connection blocks enable most system array connections (putting modules in series or parallel) to be made right in the boxes. Options include:

- an oversized terminal block which accepts conductors up to 25mm² (AWG #4); standard terminals accept up to 6mm² (AWG #10);
- a Solarstate™ charge regulator.

Products with junction boxes may be rewired to provide 12V or 24V output.

Limited Warranties

- Power output for 25 years;
- Freedom from defects in materials and workmanship for 5 years.

See our website or your local representative for full terms of these warranties.

Individually Tested and Labeled

Each module tested and labeled with its actual output—voltage, current, and power at maximum power point (P_{max})—at Standard Test Conditions and Standard Operating Conditions.



BP MSX 120

MSX 120 laminates also qualify for the above listings and certifications; MSX 120MC laminates are UL-recognized. MSX 120 modules and laminates with junction boxes are also certified by PowerMark Corporation and approved by Factory Mutual Research for application in NEC Class 1, Division 2, Groups C & D hazardous locations.



Quality and Safety

MSX 120 and MSX 120MC modules are manufactured in our ISO 9001-certified factories, listed by Underwriter's Laboratories for electrical and fire safety (Class C fire rating), certified by TUV Rheinland as Class II equipment, and comply with the requirements of IEC 61215 including:

- repetitive cycling between -40°C and 85°C at 85% relative humidity;
- simulated impact of 25mm (one-inch) hail at terminal velocity;
- a "damp heat" test, consisting of 1000 hours of exposure to 85°C and 85% relative humidity;
- a "hot-spot" test, which determines a module's ability to tolerate localized shadowing (which can cause reverse-biased operation and localized heating);
- static loading, front and back, of 2400 pascals (50 psf); front loading (e.g. snow) of 5400 pascals (113 psf).

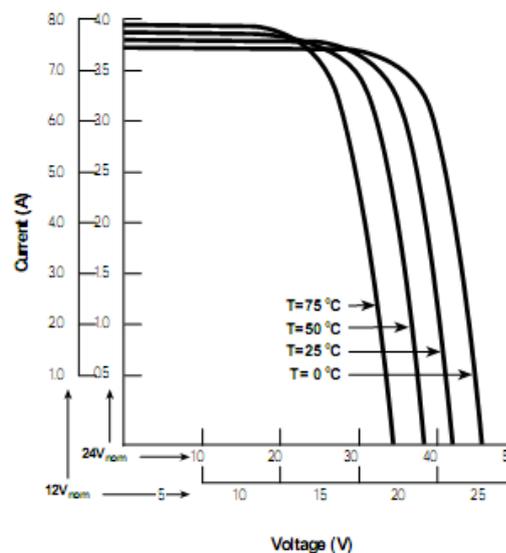
Electrical Characteristics¹

	MSX 120	MSX 110 ⁴
Maximum power (P_{max}) ²	120W	110W
Voltage at P_{max} (V_{mp})	33.7V	33.6V
Current at P_{max} (I_{mp})	3.56A	3.3A
Minimum P_{max}	114W	105W
Short-circuit current (I_{sc})	3.87A	3.6A
Open-circuit voltage (V_{oc})	42.1V	41.6V
Temperature coefficient of I_{sc}	(0.065±0.015)%/°C	
Temperature coefficient of V_{oc}	-(80±10)mV/°C	
Temperature coefficient of power	-(0.5±0.05)%/°C	
NOCT ³	47±2°C	
Maximum system voltage	600V (U.S. NEC rating) 1000V (TUV Rheinland rating)	
Maximum series fuse rating	20A	

Notes

1. These data represent the performance of typical MSX 110 and MSX 120 products in 24V configuration. The data are based on measurements made in accordance with ASTM E1036 corrected to SRC (Standard Reporting Conditions, also known as STC or Standard Test Conditions), which are:
 - illumination of 1 kW/m² (1 sun) at spectral distribution of AM 1.5 (ASTM E892 global spectral irradiance);
 - cell temperature of 25°C.
2. During the stabilization process which occurs during the first few months of deployment, module power may decrease approximately 3% from typical P_{max} .
3. The cells in an illuminated module operate hotter than the ambient temperature. NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) is an indicator of this temperature differential, and is the cell temperature under Standard Operating Conditions: ambient temperature of 20°C, solar irradiation of 0.8 kW/m², and wind speed of 1 m/s.
4. The power of solar cells varies in the normal course of production; the MSX 110 is assembled using cells of slightly lower power than the MSX 120.

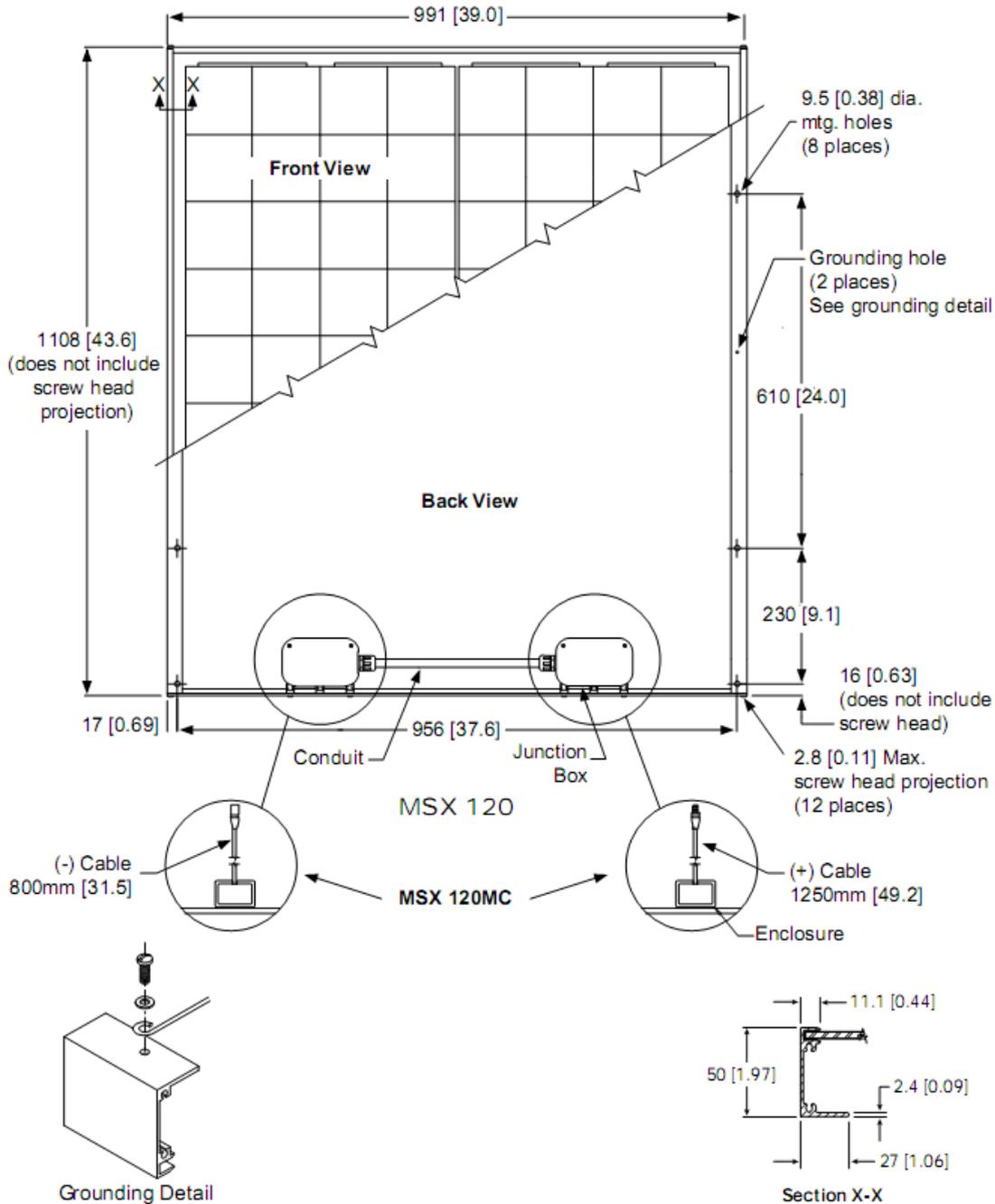
MSX 120 I-V Curves



Mechanical Characteristics

Weight
MSX 120, MSX 120MC 13.0 kg (28.6 pounds)

Dimensions
Framed modules: See drawing
MSX 120 laminate: 1097 [43.2] x 981 [38.6] x 48 [1.9]
MSX 120MC laminate: 1097 [43.2] x 981 [38.6] x 18 [0.7]
Unbracketed dimensions are in millimeters.
Dimensions in brackets are in inches.
Overall tolerances $\pm 3\text{mm}$ (1/8")



ANEXO 2 – MANUAL DO AEROGERADOR



ENERSUD

energia limpa



Rio, Abril de 2011.

Informações Aero gerador 1kW – Gerar 246

Características Técnicas do Aero gerador Gerar 246

Diâmetro da hélice	2,46 m
Potência a 12 m/s	1000 Watt
Rpm a 12 m/s	750 rpm
Número de pás	3 – Eixo Horizontal
Tipo de pás	torcida, (5 aerofólios) – Fibra de Vidro
Velocidade de partida	2,2 m/s
Torque de partida	0,3 Nm
Controle de velocidade	stall
Proteção contra altas velocidades	Active Stall (Controle de Passo)
Sistema magnético	neodímio (ímã permanente)
Sistema elétrico	trifásico
Tensão de saída	12/24 volts
Topologia	Fluxo Axial - PMG
Peso total (alternador+hélice+cab. Rot.)	35 Kg
Material Anti Corrosão	Alumínio / Inox / Mat. Galvanizado
Balanceamento	Estático (confirmação após pintura)
Gerador de Ímã Permanente	Transmissão Direta
Freio para Manutenção	Elétrico
IEC 61400-2	OK
Velocidade de Sobrevivência	35m/s (rajada de 3s)
Manutenção Anual	Verificação da Turbina
Vida útil	15 anos
Garantia de Fábrica	2 anos

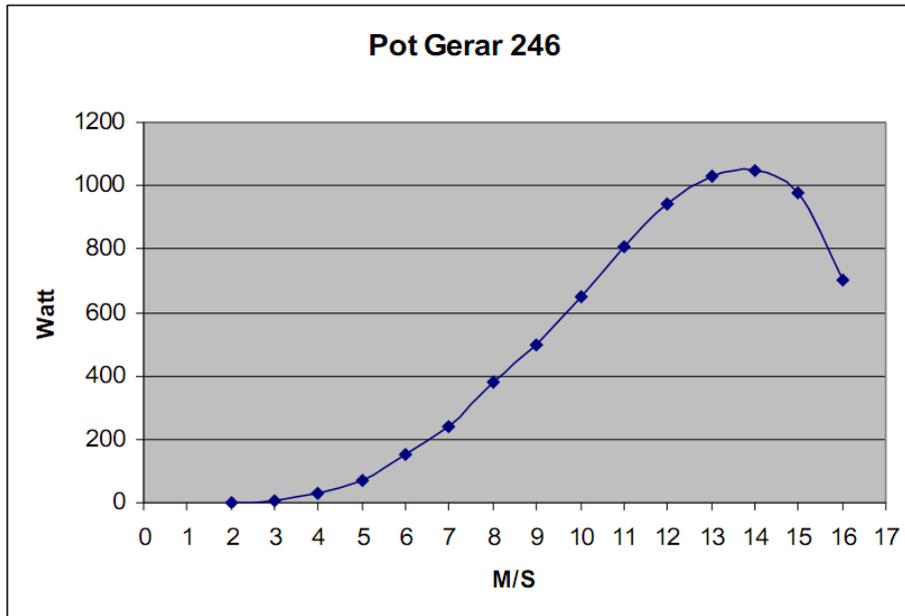
Enersud Ind. e Soluções Energéticas Ltda
R. Brasília Rosa De Jesus n 2 – sl 201 – São Gonçalo - RJ
www.enersud.com.br / contato@enersud.com.br
TEL.: 55 – 21 – 3710-0896



ENERSUD
energia limpa



Curva de Potência Aerogerador 1kW – Gerar 246



Enersud ind. e Soluções Energéticas Ltda
R. Brasilina Rosa De Jesus n 2 - sl 201 - São Gonçalo - RJ
www.enersud.com.br / contato@enersud.com.br
TEL.: 55 - 21 - 3710-0896

ENERSUD
INDUSTRIA E SOLUÇÕES ENERGÉTICAS LTDA
C.N.P.J 05.140.301/0001-34
I.E. 77.397.060
www.enersud.com.br
contato@enersud.com.br
RUA BRASILINA ROSA DE JESUS N° 02 SALA 201
TRIBOBÓ - SÃO GONÇALO - RJ
CEP 24750 - 690
TEL/FAX:(21) 3710-0896



ENERSUD

energia



Enersud ind. e Soluções Energéticas Ltda
R. Brasilina Rosa De Jesus n 2 - sl 201 - São Gonçalo - RJ
www.enersud.com.br / contato@enersud.com.br
TEL.: 55 - 21 - 3710-0896



ENERSUD

energia



Enersud ind. e Soluções Energéticas Ltda
R. Brasilina Rosa De Jesus n 2 - sl 201 - São Gonçalo - RJ
www.enersud.com.br / contato@enersud.com.br
TEL.: 55 - 21 - 3710-0896



ENERSUD

energia



Enersud Ind. e Soluções Energéticas Ltda
R. Brasília Rosa De Jesus n 2 - sl 201 - São Gonçalo - RJ
www.enersud.com.br / contato@enersud.com.br
TEL.: 55 - 21 - 3710-0896



ENERSUD

energia



Enersud ind. e Soluções Energéticas Ltda
R: Brasília Rosa De Jesus n 2 - sl 201 - São Gonçalo - RJ
www.enersud.com.br / contato@enersud.com.br
TEL.: 55 - 21 - 3710-0896



ENERSUD

energia



Enersud ind. e Soluções Energéticas Ltda
R. Brasília Rosa De Jesus n 2 - sl 201 - São Gonçalo - RJ
www.enersud.com.br / contato@enersud.com.br
TEL.: 55 - 21 - 3710-0896



CONDIÇÕES TÉCNICAS

1. TESTES

Equipamentos devidamente testados em nossa bancada de teste, simulando condições similares de funcionamento.

2. GARANTIA

1. A ***Enersud Indústria e Soluções Energéticas Ltda.*** garante o produto descrito acima pelo período de 24 meses, a contar da data da venda do equipamento.
2. Por tal garantia entende-se a obrigatoriedade da ***Enersud*** de substituir todos os componentes que, comprovadamente tenham defeitos de fabricação.
3. A ***Enersud*** não se responsabilizará pelo equipamento que tenha sido violado antes da análise técnica a ser realizada na própria fábrica da ***Enersud***.
4. A ***Enersud***, sem nenhum custo para o cliente, reparará o equipamento. Sendo que o usuário será responsável por enviar o equipamento, juntamente com a cópia da nota fiscal e este certificado de garantia, diretamente para a fábrica. O custo do frete será a cargo do ***Cliente***.
5. Na garantia dada pela ***Enersud*** não estão cobertos os seguintes casos:
 - Torres, equipamentos e materiais não fabricados pela ***Enersud***.
 - Equipamentos que tenham sido instalados de maneira inadequada ou que tenham sofrido qualquer modificação sem aprovação da ***Enersud***.
 - Danos ocasionados por ventos com velocidades acima de 35 m/s Danos ocasionados por raios ou outros fenômenos naturais extraordinários.

ANEXO 3 – MANUAL DA BATERIA

UNIPOWER UP 3000

Bateria Chumbo-Ácida Regulada por Válvula

Rev020909



Especificações

Specifications

Tensão nominal	Nominal voltage	2 V
Capacidade Nominal	Rated capacity (C10)	3000 Ah
Dimensões Dimensions (± 1,5 mm)	Altura total	Total height 369 mm (14.5 inches)
	Altura	Height 343mm (13.5 inches)
	Comprimento	Length 712 mm (28.0 inches)
	Largura	Width 353 mm (13.9 inches)
Peso aproximado	Approximate weight	196 Kg (431 lbs)

Características

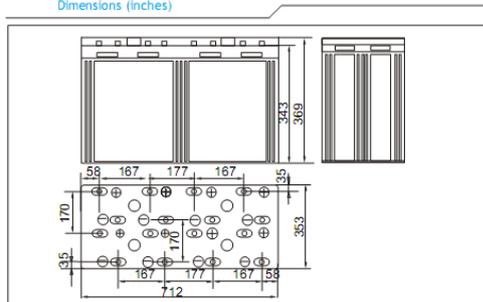
Characteristics

Capacidade Capacity 25°C	20h - 165A a 1,75V - TC (FV)	3300Ah
	10h - 303A a 1,75V - TC (FV)	3030Ah
	5h - 480A a 1,75V - TC (FV)	2400Ah
	1h - 1800A a 1,60V - TC (FV)	1800Ah
Resistência Interna Internal Resistance	Bateria a plena carga a 25°C Fully charged battery at 25°C	0,08mΩ
Capacidade em função da temperatura Capacity affected by temperature (C20)	40°C (104°F)	102%
	25°C (77°F)	100%
	0°C (32°F)	85%
	-15°C (5°F)	65%
Auto-descarga Self-discharge 25°C	Capacidade residual após Capacity after	3 meses months 91%
		6 meses months 82%
		12 meses months 64%
Terminal	M8	
Carga tensão constante Constant charging voltage 25°C	Cíclico Cycle use	Tensão Voltage 2,35 a 2,40V
	Flutuação Float use	Tensão Voltage 2,25 a 2,30V
Corrente inicial maximum charge current: 750A		

* Utilizar fator de compensação de temperatura: -3mV/célula / °C, referência 25°C
Temperature compensation factor: -3mV / cell / °C, reference 25°C

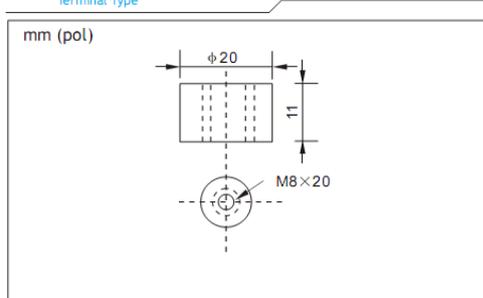
Dimensões (mm)

Dimensions (inches)



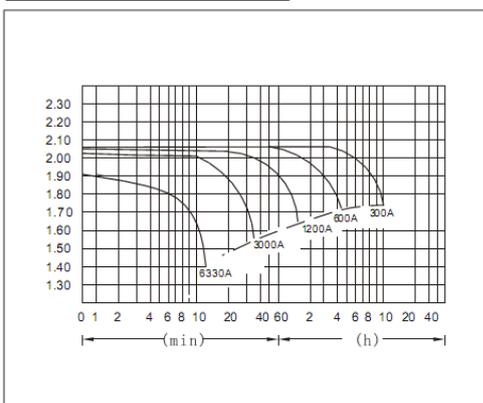
Tipo Terminal

Terminal Type



Curva de Descarga

Discharge Curves



Tempo	5min	10min	15min	30min	1h	2h	3h	4h	5h	8h	10h	20h
1.60V	A	9609	6330	5103	3420	1800	1050.0	771.0	600.0	495.0	351.0	170
	W	16527	11267	9119	6129	3240	1922	1430.2	1125.0	938.0	670.4	330
1.70V	A	9306	5712	4806	3270	1692	1002.0	750.0	585.0	486.0	342.0	165.0
	W	16565	10630	8963	6118	3189	1925	1447.5	1133.7	944.3	666.9	322.6
1.75V	A	9003	5109	4203	3060	1638	978.0	732.0	576.0	480.0	339.0	165.0
	W	16385	9687	7994	5869	3161	1890	1421.5	1123.2	937.9	664.4	325.1
1.80V	A	8676	4815	3906	2820	1584	954.0	714.0	567.0	468.0	330.0	162.0
	W	16224	9254	7500	5445	3073	1862	1403.0	1115.9	922.0	651.8	321.6
1.85V	A	8385	4512	3606	2520	1530	930.0	690.0	552.0	456.0	321.0	153.0
	W	15848	8708	6996	4914	2999	1832	1366.2	1095.7	907.0	640.7	309.1

Devido às contínuas pesquisas e melhorias nos produtos e na documentação, as especificações neste catálogo estão sujeitas a mudanças sem aviso prévio.

APÊNDICE

Entrevistada: Margareth Gomes Barreto.

Cargo: Supervisora Geral da Casa Ecológica.

Quanto tempo em horas cada aparelho elétrico é utilizado em média por semana?

Quem são os responsáveis pela manutenção específica dos equipamentos?

Quanto tempo leva aproximadamente para disponibilização de verbas para a manutenção?

Quantos funcionários trabalham na Casa Ecológica?

Há quanto tempo cada equipamento especificamente não é substituído?

Há na Casa equipamentos de medição da energia gerada?

A Casa possui algum componente do sistema de geração de energia que não funciona?

Quem são os responsáveis pela criação da Casa Ecológica?