

**E-TEC**  
**Revista de**  
**Tecnologia e**  
**Ciência**  
**V3-2016**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**SENAI LONDRINA**

# E-TEC Revista de Tecnologia e Ciência

## Corpo Editorial

Editor Chefe – Edição - V3-2016  
Saulo Aguiar Saes

## Comitê Executivo

Marcelo Antônio Strik  
Vicente de Lima Gongora  
Rodolfo Alexandre Hildebrandt  
Camila Fogaça de Oliveira

Editora: Faculdade de Tecnologia Senai Londrina  
ISSN: 2358-5528

Direitos reservados  
**Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina**  
Rua Belém, 844 – Londrina PR.  
43 -3294-5100 – [faculdade.londrina@pr.senai.br](mailto:faculdade.londrina@pr.senai.br)

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem a autorização prévia e escrita da Editora Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina. Este periódico publica nomes individuais, comerciais e marcas registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de responsabilidade dos próprios autores.

# Sumário

Prefácio .....	4
Introdução .....	5
Estudo de Conversor de Potência para Geração de Energia Em CC.....	6
Estudo para Abertura e Melhoria de Resultados em uma empresa de Serviços Terceirizados de Manutenções Industriais.....	21
Sistema de Automação Residencial Visando Portadores de Necessidades Especiais.....	50
Estudo de Caso de uma Unidade com Microgeração Distribuída à Partir do Biogás Proveniente de Biomassa.....	89
Análise de um Sistema de Controle: Voltada a Gestão da Manutenção.....	125
Estudo Sobre a Gestão da Manutenção em Usinas Eólicas.....	158

*A Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina agradece o apoio fundamental de toda a equipe do SENAI Londrina, para a realização e conclusão desta obra.*

## Prefácio

---

A Revista e-tec SENAI Londrina é um periódico técnico-científico com publicação semestral, cujo objetivo principal é fomentar a pesquisa nas áreas de inovação, educação tecnológica, científica e tecnologia industrial. A revista, que é publicada eletronicamente, recebe artigos inéditos (teóricos ou teórico-empíricos) e resenhas de usuários de todo o Brasil e exterior, aceitando publicações em Português, Espanhol e Inglês. A revista também publica entrevistas com pesquisadores e personalidades de contribuição relevantes nas linhas de pesquisa da revista e o recebimento das submissões online é ininterrupto.

Os artigos e resenhas submetidos à revista são avaliados inicialmente pelo comitê executivo, que avaliará se o texto enquadra-se nas linhas de pesquisa da revista e depois submetido aos avaliadores. Os entrevistados de cada edição são indicados pelo editor ou pelo conselho editorial e avaliados pelos membros do comitê executivo. Os critérios para a composição do corpo editorial do periódico estão relacionados com os conceitos de excelência, seriedade e inovação que a Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina possui.

# INTRODUÇÃO

Esta publicação tem caráter multidisciplinar e foi escrita com a intenção de ser utilizada pelos alunos dos cursos de graduação e pós-graduação dos cursos da Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina. Os diversos autores divulgam conceitos e experimentos aplicados na moderna indústria, muitas vezes os procedimentos mostrados são resultados de trabalhos experimentais ou aplicados efetivamente. O objetivo fundamental a ser alcançado, por esta publicação é; desenvolver suficiente habilidade para entender e resolver questões semelhantes que possam aparecer durante o desenvolvimento de trabalhos, tanto durante o curso de graduação como em desafios profissionais, tendo como referência a metodologia e os procedimentos adotados pelos autores deste periódico. A publicação foi organizada e dividida em artigos, apresentando-se em cada um deles um resumo que revela ao leitor as características fundamentais e o foco do trabalho desenvolvido, desta forma, o leitor verifica e avalia o grau de interesse e pode dar continuidade no entendimento da obra escrita. Salienta-se que, o roteiro em cada artigo, é o modelo padrão deste periódico, onde, o leitor se motivado pode submeter o seu trabalho para apreciação do corpo editorial deste periódico, através do email "faculdade.londrina@pr.senai.br.

Boa leitura!

# ESTUDO DE CONVERSOR DE POTÊNCIA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EM CC

ALEXANDRE LOURENÇO POLO<sup>1</sup>

VICENTE DE LIMA GONGORA<sup>2</sup>

SAULO AGUIAR SAES<sup>3</sup>

## RESUMO

Os conversores de potência ou inversores fazem a modificação da energia que neles são aplicadas em sua entrada a fim de adquirir uma nova forma de energia em sua saída para a utilização em residências, indústrias ou comércio em geral. Com o sol sendo uma fonte de energia e estando presente em todos os lugares, utilizamos essa energia para a produção de uma energia limpa e renovável, onde faremos sua utilização em vários setores. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é desenvolver e montar um protótipo para conversão de energia elétrica CC gerada a partir de células fotovoltaicas em energia CA.

**Palavras-chave:** Inversor de frequência, conversor de frequência e energia solar.

---

<sup>1</sup> Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial, da Faculdade de Tecnologia do Senai Londrina. E-mail: xandypolo@hotmail.com

<sup>2</sup> -MS.c Vicente de Lima Gongora Faculdades da indústria Senai Londrina. E-mail: vicente.gongora@pr.senai.br

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Mecânica, UNESP - Bauru, saulo.saes@fiepr.org.br

# 1 INTRODUÇÃO

O setor elétrico brasileiro vem sendo reestruturado gradativamente devido ao aumento constante no consumo de energia elétrica e aos impactos ambientais. A utilização de fontes de energia renováveis tem se tornado uma alternativa à dependência hídrica, diversificando a matriz energética. Dentre as fontes alternativas, a energia solar fotovoltaica destaca-se por ser abundante e inesgotável, com baixo índice de degradação ao meio ambiente.

A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade através de painéis fotovoltaicos. Como a geração de energia por painéis fotovoltaicos depende das condições climáticas, ocorre uma variação na potência produzida. Sendo assim, é necessária a utilização de métodos que garantam que os painéis forneçam a máxima potência possível na sua saída (BALESTERO *et al*, 2014).

Um estudo de conversores de potência aplicados a sistemas de geração de energia tem se tornado uma opção técnica e viável economicamente, com o sol como fonte de energia renovável. Com a eletrônica de potência e as exigências ambientais, e sociais, esses fatores contribuem para o crescimento e avanços para essa tecnologia.

Atualmente, existem incentivos que viabilizam a instalação de painéis solares, os quais aumentam a demandam e conseqüentemente, reduzem os custos de forma progressiva. Desde 2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. É permitido o uso de qualquer fonte renovável além da cogeração qualificada.

A microgeração distribuída é uma central geradora de energia elétrica com potência instalada de até 75 quilowatts (KW); e na minigeração, com potência acima de 75 KW, conectadas a rede de distribuição por instalações das unidades consumidoras. Quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes. São inovações que aliam a economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade (ANEEL, 2015).

Pelo mundo, a utilização da energia solar contabilizou, ao final de 2014, uma potência instalada de geração de energia solar fotovoltaica de 180 Gigawatts (GW); um crescimento de 40,2 GW comparado ao ano anterior. Os dados constam do boletim “Energia Solar no Brasil e no Mundo – Ano de Referência – 2014”, publicado pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Neste boletim aponta que em dois anos o Brasil deverá estar entre os 20 países com maior geração de energia solar no mundo. Os cinco primeiros países com potência já instalada são: Alemanha, China, Japão, Itália e Estados Unidos. Eles correspondem por 70% da produção de energia solar.

Com a necessidade de geração e produção de energia sustentável, nasceu a necessidade de pesquisa, avaliação e implementação de um modelo de conversor para a geração de energia renovável. Os estudos dos conversores de potência aplicados a sistemas de geração de energia vêm ganhando destaque na sua utilização, fabricação, e pesquisas de tecnologias para uma melhor economia e melhor desempenho em sua utilização.

Este trabalho tem foco no estudo, desenvolvimento e montagem de conversores de energia que funcionam em cascata, sendo o primeiro um

conversor de corrente de forma contínua CC/CC, que faz o aumento de tensão através das células fotovoltaica, e o segundo um inversor CC/CA que é encarregado de fazer a inversão de corrente, passando a corrente continua do conversor para corrente alternada, que utilizará como fonte primaria a energia solar.

A construção de um equipamento que será capaz de produzir energia através de células fotovoltaicas. Um problema que poderá ser amenizado será a redução de poluição que alguns métodos de geração de energia produzem, como os resíduos das usinas nucleares, e a poluição das termoelétricas onde é usado combustível fóssil que ao ser queimado libera poluentes na atmosfera onde eles são responsáveis pelo efeito estufa do planeta.

Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é pesquisar, desenvolver e montar um protótipo para conversão de energia elétrica contínua (CC) gerada a partir de células fotovoltaicas em energia alternada (CA) a ser consumida pelos diversos tipos de cargas. Tem também como finalidade aprimorar os conhecimentos teóricos e conceitos das tecnologias existentes para este assunto. Comprovar na prática os planos de projeto, executando o levantamento em osciloscópio, das formas de ondas de tensão e corrente com carga nominal de projeto e a vazio.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Geração de Energia**

A falta de energia elétrica em locais de difícil acesso em áreas rurais onde há necessidades de energia tanto para iluminação, ligações de bombas

de água, a grande demanda de energia para áreas residenciais e comerciais, industriais e a produção de energia elétrica renovável e limpa.

A partir da Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada. Chamado de Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) é possível ao consumidor instalar pequenos geradores em sua unidade consumidora e trocar energia com a distribuidora local com objetivo de reduzir o valor da fatura de energia elétrica.

Quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes. Com prazo de validade dos créditos de 60 meses, é possível utilizá-los para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora. Esse tipo de utilização dos créditos foi denominado “autoconsumo remoto” (ANEEL, 2015).

As novas regras da ANEEL permitem a geração de energia, denominadas micro e minigeração distribuídas. A primeira corresponde a uma central geradora com potência instalada até 75 KW; a última, com potência instalada potência acima de 75 KW e menor ou igual a 5 megawatts (MW), (sendo 3 MW para a fonte hídrica). Ambas conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras Ainda são possíveis a instalação em condomínios e a realização por meio de consórcio ou cooperativa. São inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade. (ANEEL, 2015).

Como a geração de energia por painéis fotovoltaicos depende das condições climáticas, ocorre uma variação na potência produzida, de acordo com as variações de temperatura das placas e da intensidade luminosa que incide sobre elas. Sendo assim, é necessária a utilização de métodos que garantam que os painéis forneçam a máxima potência possível na sua saída (BALESTERO *et al*, 2014). As placas fotovoltaicas devem ser instaladas em uma angulação para a melhor irradiação solar do plano inclinado. Tomado base a cidade de Londrina, essa angulação é de 23° voltado para o norte, com essa medida teremos uma média mensal de 5,07 kWh/m<sup>2</sup>.dia.

## 2.2 Conversor CC/CC

No campo dos conversores CC/CC observa-se duas famílias de conversores CC/CC tipo *push-pull*: os alimentados em tensão e os alimentados em corrente (CABALLERO, 1999). O conversor *push-pull* com entrada em corrente é incluído na categoria de conversor CC Isolados. Este tipo de topologia funciona geralmente como elevador de tensão e por ser alimentado em corrente os interruptores operam com sinais de comando sobrepostos com razão cíclica variando entre 50% e 100%, segundo Menezes (2016).

O conversor *push-pull* é apropriado para aplicações com múltiplas saídas e opera numa larga faixa de tensões de entrada. Essa topologia é amplamente utilizada é quando se necessita elevar tensões contínuas para tensões capazes de alimentar conversores CC-CA ou inversores (MENEZES, 2016). A forma de onda na saída do conversor devido ao chaveamento dos

transistores é quadrada e modulada por largura de pulso de acordo com a tensão (SILVA & TREVISIO, 2013).

Algumas vantagens na sua utilização são o isolamento proporcionado pelo transformador, a facilidade do controle, a limitação natural de surtos de corrente devido ao indutor de entrada, além da robustez e simplicidade quando comparado a outros tipos de conversores CC-CC isolados (MENEZES, 2016).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

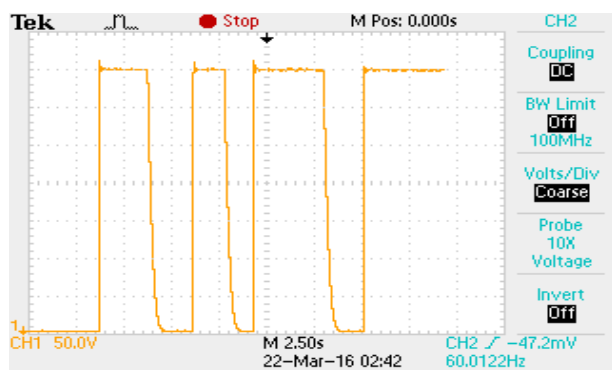
Este trabalho possui caráter prático por conter um conversor de potência, montado no laboratório do SENAI Londrina, entre agosto de 2015 a janeiro de 2016. Para realização dos testes, foi necessária a utilização de uma bateria de 12V com corrente contínua de 60A e uma fonte de alimentação regulável chaveada de corrente contínua.

As placas do conversor tiveram *layout* do esquema elétrico anteriormente desenvolvido. A montagem foi realizada através das informações geradas pelos esquemas elétricos das placas. Para a solda dos componentes eletrônicos, utilizou-se ferro de solda e estanho com o auxílio de um multímetro digital para medição dos componentes e tensões de entrada e saída da placa.

O período de testes iniciou em janeiro de 2016, onde se obteve gráficos por meio de um osciloscópio digital de 2 canais da marca Tektronix. Através do osciloscópio, foi possível medir as tensões e as correntes das chaves CC/CC do conversor, e tensões e correntes no conversor CC/CA e suas formas de ondas.

## 4 RESULTADOS

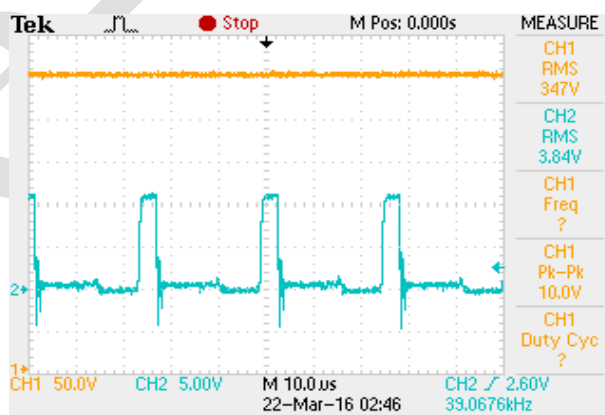
Figura 01: Onda obtida ligando e desligando o conversor a vazio.



Fonte dos autores: (2016).

No ensaio do conversor CC/CC, apresenta uma onda quadrada com o funcionamento correto do transistor, a tensão CC identificada na saída foi no valor de  $347V_{CC}$ .

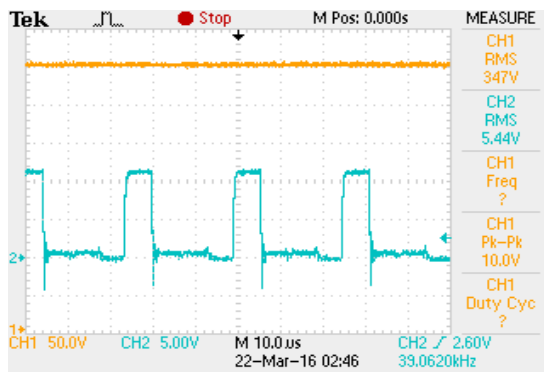
Figura 02- Largura de pulso de comando.



Fonte dos autores: (2016).

Na primeira medição foi utilizada uma carga de 50W e VCC de 347V e 3,84V RMS, e foi obtido uma onda quadrada com largura de pulso normal para o chaveamento dos transistores.

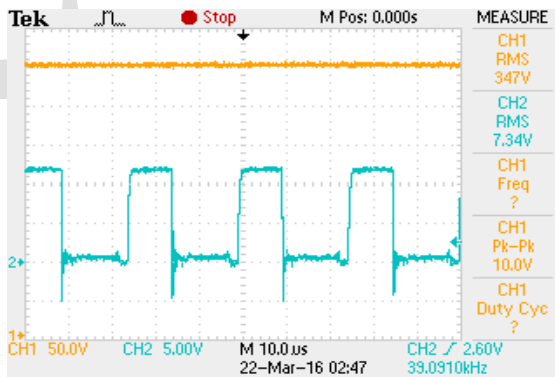
Figura 03- largura de pulso de comando.



Fonte dos autores: (2016).

O segundo teste foi utilizado uma carga de 100W com VCC de 347V, e 5,44V RMS a largura de pulso teve um período de funcionamento maior, e com a mesma tensão e formato de onda.

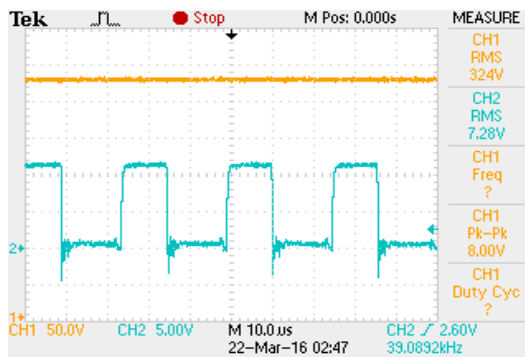
Figura 04- largura de pulso de comando.



Fonte dos autores: (2016).

O terceiro teste foi utilizado uma carga de 150W com VCC de 347V, e 7,34V RMS a largura de pulso das chaves teve o funcionamento maior, e manteve 347V.

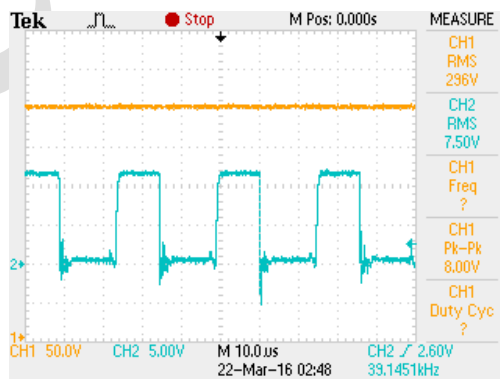
Figura 05- Largura de pulso de comando.



Fonte dos autores: (2016).

O quarto teste foi realizado com uma carga de 200W o valor VCC teve uma queda indo para 324V e valor RMS ficou em 7,28V, a largura de pulso da onda continuou aumentando.

Figura 06- Largura de pulso de comando.



Fonte dos autores: (2016).

O quinto teste foi com 250W, o VCC 296V largura de pulso ficou maior, o RMS ficou em 7,50V. o chaveamento dos transistores está em trabalho normal.

## 5 CONCLUSÃO

A otimização de cargas para sistemas fotovoltaicos apresenta-se como um campo importante para realização de testes e para novos desenvolvimentos na área de eletrônica de potência. Este trabalho constitui uma etapa inicial desse desenvolvimento, com resultados dentro do esperado, que visam aumentar a viabilidade econômica para melhor concorrência comercial.

Com os dados coletados foi possível chegar a um resultado satisfatório, sua utilização poderá ser aproveitada por vários segmentos entre eles, residenciais, comerciais, rurais, e industriais. O inversor poderá trabalhar com um banco de baterias para manter a carga e utilizar em períodos sem sol e a noite, ou sem baterias trabalhando de forma autônoma só com a luz solar.

Pode ser concluído que o investimento de um sistema de energia solar, a longo prazo é uma alternativa rentável se pagando o investimento em média de 5 a 6 anos e sem contar com a contribuição para o meio ambiente por se tratar de energia limpa sustentável.

# STUDY OF POWER CONVERTER FOR ENERGY GENERATION IN CC

ALEXANDRE LOURENÇO POLO<sup>1</sup>

VICENTE DE LIMA GONGORA<sup>2</sup>

SAULO AGUIAR SAES<sup>3</sup>

## ABSTRACT

The power converters or inverters make the change of energy in them are applied to their input in order to acquire a new form of energy in its output for use in homes, industry or business in general. With the sun being a source of energy and being present everywhere, we use this energy for the production of clean and renewable energy, where we will make use of it in various sectors. Therefore, the objective of this work is to develop and assemble a prototype for the conversion of DC electric energy generated from photovoltaic cells into AC energy.

**Key-words:** frequency inverter, inverter and solar energy.

<sup>1</sup> Graduation – Technologist in Industrial Maintenance, in Faculty of Technology of SENAI Londrina. E-mail: xandypolo@hotmail.com

<sup>2</sup> MS.c Vicente de Lima Gongora - Faculty of Technology of SENAI Londrina. E-mail: vicente.gongora@pr.senai.br

<sup>3</sup> MSc in Mechanical Engineering, UNESP – Bauru, E-mail: saulo.saes@fiepr.org.br

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.** Brasil, Jun. 2012. Disponível em: < <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em 27 mar. 2016.

BALESTERO, Juan Paulo Robles et al. **Micro Geração Fotovoltaica com vistas a implantação do Programa de Geração Distribuída.** *Revista técnico-científica do IFSC [recurso eletrônico]*. Florianópolis, ano 4, n. 2, dez. 2014. Publicação do IFSC, 2014. Disponível em: < <http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1393/975>>. Acesso em: 07 mai. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **ANEEL Amplia Possibilidades Para Micro E Minigeração Distribuída.** Brasil, Nov. 2015. Disponível em <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=8955&id\\_area=90](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8955&id_area=90)>. Acesso em 07 Mai. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração Distribuída: Micro e Minigeração Distribuídas.** Brasil, Mar. 2016. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/informacoestecnicas//asset\\_publisher/CegkWaVJF5E/content/geracaodistribuidaintroduc1/656827?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoestecnicas%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_CegkWaVJWF5E%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn2%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2](http://www.aneel.gov.br/informacoestecnicas//asset_publisher/CegkWaVJF5E/content/geracaodistribuidaintroduc1/656827?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoestecnicas%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_CegkWaVJWF5E%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)>. Acesso em: 27 Mar. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012. **Estabelece as Condições Gerais Para o Acesso de Microgeração e Minigeração Distribuída aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, e dá Outras Providências.** Disponível em < <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em: 27 Mar. 2016.

BRASIL. Ministério De Minas E Energia. **Energia Solar Fotovoltaica Cresceu Quase 30% no Mundo em 2014**. Portal Brasil, Brasil, Dez. 2015. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-asset\\_publisher/32hLrOzMKwWb/content/energia-solar-otovoltaica-cresceu-quase-30-no-mundo-em-2014](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/energia-solar-otovoltaica-cresceu-quase-30-no-mundo-em-2014)>. Acesso em 08 Mai. 2016.

CABALLERO, Domingo Antônio Ruiz. **Novo Conversor CC-CC Flyback-Push-Pull Alimentado em Corrente: Desenvolvimento Teórico e Experimental**. 1999. 200 F. Tese (Doutorado em Energia Elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999. Disponível em <[http://www.ivobarbi.com/PDF/Teses/Tese%20Domingo\\_A.%20Caballero.pdf](http://www.ivobarbi.com/PDF/Teses/Tese%20Domingo_A.%20Caballero.pdf)>. Acesso em 30 nov. 2016.

CAMACHO, José Roberto; RODRIGUES, Pollyanna; MATOS, Fernando B. **Simulação da Influência da Intensidade Luminosa e da Temperatura no Comportamento de Células Solares**. In: CONFERÊNCIA DE ESTUDOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA, 2008, Uberlândia. **VI Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica**. Minas Gerais: CEEL, 2008. Disponível em: <[http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos2008/ceel2008\\_48.pdf](http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos2008/ceel2008_48.pdf)>. Acesso em: 06 mai. 2016.

Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito – CRESESB / Centro de Pesquisas de Energia Elétrica CEPEL. **Potencial Energético**. Disponível em < [http://www.cresesb.cepel.br/index.php#localidade\\_180](http://www.cresesb.cepel.br/index.php#localidade_180)> Acesso em 30 nov. 2016.

COSTA E SILVA, Carlos André Soares. **Conversor CC/CC para Aplicação em Instalação Fotovoltaica**. 2012. 34 F. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores Major Automação). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2012. Disponível em <[http://paginas.fe.up.pt/~ee07308/docs/Estado%20de%20Arte\\_v3.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~ee07308/docs/Estado%20de%20Arte_v3.pdf)>. Acesso em: 07 mai. 2016.

Instituto Newton C. Braga, **Como Funcionam os Conversores A/D**. Disponível em <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/comofunciona/6864-como-funcionam-os-conversores-a-d-art853> Acesso em 01 dez. 2016.

MACHADO NETO, Vilhena Brandão *et al.* **Desenvolvimento de conversor eletrônico para máxima transferência de potência em sistemas fotovoltaicos aplicados à eletrificação rural.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. Proceedings online Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022004000100045&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000100045&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em 26 Mar. 2016.

MENEZES, Thiago Lima de. **Conversor Push-Pull Alimentado em Corrente aplicado a Correção do Fator de Potência de Fontes de Alimentação.** 2016. 95 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Energia Elétrica). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2016. Disponível em < [http://www.cear.ufpb.br/arquivos/cgee/TCC/TCC\\_-\\_Thiago\\_Lima\\_de\\_Menezes.pdf](http://www.cear.ufpb.br/arquivos/cgee/TCC/TCC_-_Thiago_Lima_de_Menezes.pdf)> Acesso em 30 nov. 2016.

PEREIRA, Osvaldo L. S.; GONÇALVES, Felipe F. **Dimensionamento de Inversores para Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica: Estudo de Caso do Sistema de Tubarão – SC.** Revista Brasileira de Energia. v.14, n.1, 1o Sem. 2008, pp. 25-45.

SILVA, Emerson Charles M.; TREVISO, Carlos Henrique G. **Inversor de tensão com topologia push-pull para injeção de energia em sistemas elétricos com modulação SPWM.** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 34, n. 1, p. 31-44, jan./jul. 2013.

TERÁN, Eldin Mario Miranda. **Sistema Fotovoltaico de Pequeno Porte Interligado à Rede Elétrica.** 2012. 145 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Ceará. 2012. Disponível em: <[http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3869/1/2012\\_dis\\_emmteran.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3869/1/2012_dis_emmteran.pdf)>. Acesso em 28 nov. 2016.

Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.** Brasil, Jun. 2012. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>>. Acesso em 27 mar. 2016.

# **ESTUDO PARA ABERTURA E MELHORIA DE RESULTADOS EM UMA EMPRESA DE SERVIÇOS TERCEIRIZADOS DE MANUTENÇÕES INDÚSTRIAS.**

**< FABIO DE OLIVEIRA SILVA><sup>1</sup>**

**<ANTÔNIO CARLOS RODRIGUES><sup>2</sup>**

**<SAULO AGUIAR SAES><sup>3</sup>**

## **Resumo**

O objetivo deste estudo é mostrar a forma mais fácil de executar manutenção industrial terceirizada, com foco na manutenção preditiva, obtendo melhores resultados nas manutenções para os clientes que contratam o serviço. O trabalho apresentado vem a calhar com a necessidade das pequenas empresas de variados setores industriais em dispor de uma manutenção estratégica visando prolongar a vida útil de seus equipamentos tendo como propósito a disponibilidade e confiabilidade de suas máquinas em produzir conforme planejado, com uma manutenção, seja ela mecânica, elétrica ou eletrônica, que ofereça eficiência com menor custo adequado. Diante deste cenário onde se torna difícil manter na empresa um setor de manutenção com estrutura humana, física e ferramental por diversos fatores e principalmente econômico, sócios proprietários de uma empresa de serviços terceirizados de manutenção desenvolvem um estudo voltado a conhecer as necessidades destas empresas e oferecer a elas um plano de manutenção ideal para cada situação, com intenções de redução de corretivas voltando-se para a educação de desenvolvimento de cultura para aplicação de preditivas e

<sup>1</sup><Graduação – Tecnologia em Manutenção Industrial, da Faculdades da Industria SENAI Londrina. E-mail: fabio.osf@gmail.com>

<sup>2</sup><Orientador Antônio Carlos Rodrigues – Faculdades da Indústria SENAI Londrina. E-mail: antonio.rodrigues@pr.senai.br>

<sup>3</sup><Coorientador Saulo Aguiar Saes – Faculdades da Indústria SENAI Londrina. E-mail: saulo.saes@fiepr.org.br>

preventivas como identificado em pesquisa feito pelo autor visando o melhor resultado na prestação de serviços na gestão dos ativos de manutenção.

**Palavras-chave:** Manutenção. Terceirização. Industriais.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, nesses últimos 30 anos a terceirização foi se consolidando como uma ferramenta de gestão, e é representada de diversas formas como franquia, concessão pública, parceria pública privada, serviços temporários, autônomo entre outros. KARDEC & NASCIF (2013, p.229).

Sempre as indústrias estão encontrando formas e meios de reduzir os custos mantendo a qualidade e a produção. Uma forma encontrada para resolver os custos de manutenções está ligada a terceirização do serviço, e o que as empresas esperam muitas vezes é a solução e não o serviço. Desta forma tudo leva a acordos antecipados entre as partes como Empresas e terceirizados das responsabilidades, métodos, ferramentas, condições e normas a serem seguidas para o desenvolvimento rápido e eficiente do serviço.

Existem muitas pequenas empresas que, devido não existir um setor específico para assegurar a manutenção industrial e também pela falta de profissionais da área para execução dentro da equipe de colaboradores da empresa, buscam por serviços terceirizados para seus problemas.

Dois ótimos motivos são destacados com a terceirização aplicada de forma a atender os interesses da empresa sendo o primeiro a ordem de economia que não é somente pela contratação do serviço, mas pelas

economias mais adiante como menos paradas de máquinas, redução de troca de peças, redução de ociosidade de máquina em relação à energia elétrica contratada, melhor aproveitamento de hora funcionário máquina; e segundo pelo crescimento da empresa com o aumento da produtividade, redução de produção com defeito, paradas programadas para manutenções e treinamentos pelo próprio colaborador terceirizado direcionado a operadores e auxiliares de produção a fim de evitar o mau uso do equipamento e prevenir informando em registros anormalidades como ruídos, paradas súbitas do equipamento, aquecimento anormal de peças ou vazamento de óleo lubrificante, óleo hidráulico e ar comprimido.

A aplicação de serviços de manutenção industrial em uma empresa de pequeno porte deve seguir regras e normas atualizadas da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), normas e regulamentos internos, ferramentas da qualidade adotadas pela empresa, ferramentas de produção escolhida para o processo, CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), leis do MST (Ministério do Trabalho).

A grande interseção do setor de manutenção com o de produção, influenciando diretamente a qualidade e produtividade, faz com que o mesmo desempenhe um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios (Mariana, 2012).

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste estudo é mostrar a forma mais fácil de executar manutenção industrial terceirizada, com foco na manutenção preditiva, obtendo melhores resultados nas manutenções para os clientes que contratam

o serviço. Por outro lado o estudo indica um plano de contrato e trabalho simplificados, mostrando transparência e agilidade para a execução.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.**

#### **3.1 Práticas Básicas de Manutenção**

Segundo KARDEC & NASCIF (2013, p.207) para a execução de uma manutenção adequada existem três práticas básicas de manutenção, que são o “5s”, a “Multiespecialização” e o “TPM”.

O “5s” é um principio base da qualidade, que envolve organização e disciplina, que não é importante apenas para a manutenção, mas para todo o processo industrial. A prática base para exercer qualquer tipo de manutenção e também a manutenção terceirizada é o “5s”. Esta prática é mantida por meio de treinamentos e auditorias regulares nas empresas que a promovem.

A “multiespecialização” consiste em capacitar ao máximo os envolvidos para a manutenção, treinamentos específicos para atividades específicas melhorando e promovendo a qualidade.

O “TPM”, que significa Manutenção Produtiva Total, é uma manutenção que envolve as pessoas do operacional e que promove a manutenção do sistema de produção.

#### **3.2 Tipos de Manutenções**

As principais atividades de manutenção conforme a NBR5462 são:

- Manutenção preventiva, que é efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.
- Manutenção corretiva, que é realizada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida.
- Manutenção preditiva ou manutenção controlada que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção corretiva. (NBR5462, 1994).

A manutenção que executa acompanhamentos de variáveis e escalas de funcionamento de máquinas e equipamentos, definindo o momento certo para a intervenção, com máximo proveito do ativo (OTANI, 2008).

A manutenção Preditiva tem objetivo de prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de diversos parâmetros, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível podendo pré dizer as condições do equipamento, privilegiando a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos e sistemas, pois as verificações são efetuadas com o equipamento em funcionamento (KARDEC, 1998).

A manutenção preventiva, feita periodicamente, deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer empresa. XENOS (2014, p. 25).

A manutenção corretiva é mais barata do que a prevenção das falhas nos equipamentos. Em compensação pode causar grandes perdas por interrupção da produção. XENOS (2014, p. 24).

### **3.3 Qualidade na manutenção**

Conforme Souris (1992), a busca pela qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido. A qualidade da função manutenção pode evitar a deterioração das funções operacionais dos equipamentos, especialmente aquelas que levam a falhas ocultas, que resultam na incapacidade do processo. Apenas uma manutenção adequada pode garantir que o processo não perderá sua capacidade devido a desvios provocados por problemas no equipamento. A manutenção é encarada como essencial também nos sistemas de gestão da qualidade, como a ISO 9000 (KARDEC, 2001).

### **3.4 Manutenções Terceirizadas**

Terceirizar é uma relação de parceria firmada em acordo, com uma relação de resultados para as partes envolvidas, promovendo vantagem competitiva para a empresa contratante e para a empresa contratada através de uma maior especialização, comprometimento com resultados e autonomia gerencial, que se traduzem em ganhos maiores, ou seja, Terceirização é a transferência para terceiros de atividades que agregam competitividade

empresarial, baseada numa relação de parceria. KARDEC & NASCIF (2013, p.233).

Existem várias formas de serviços terceirizados como franquia, concessão pública, Parceria Pública Privada (PPP), serviços temporários, autônomos e serviços de manutenção industrial. O conceito de terceirização envolve legalidade, qualidade, segurança e custos.

Na manutenção industrial segundo KARDEC & NASCIF (2013, p.238) as vantagens da terceirização promovem o aumento da qualidade, otimização de custos, aumento da especialização, melhor administração do tempo para gestão do negócio.

A empresa contratada para realizar a manutenção deve ser tecnologicamente atualizada, dispor de ferramental e equipamentos adequados, dispor de recursos humanos atualizados e ter uma filosofia de gestão em sintonia com os tempos atuais. KARDEC & NASCIF (2013, p.240).

A terceirização é uma ferramenta estratégica, quando aplicada corretamente, pode trazer resultados positivos.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Planejamento**

O plano consiste em agendar as manutenções que foram definidas nos contratos de trabalho dos clientes dentro da carga horária mensal disponível de 180 horas, que será o tempo de trabalho mensal da empresa prestadora de

serviços de manutenção industrial e distribuir deste modo durante o ano, as manutenções contratadas de diferentes empresas.

Também faz parte do planejamento de execução um roteiro pré-definido dos deslocamentos entre os diferentes clientes, calculando tempo e custo dos deslocamentos.

Para o estudo de implantação da prestação de manutenção industrial, foi aplicado um questionário de pesquisa (apêndice A) criado para avaliar e planejar as manutenções, definir preços dos serviços e refinar o contrato entre as partes.

O questionário possui 18 perguntas estrategicamente escolhidas, abrangendo dúvidas mais relevantes no que diz respeito a serviços de manutenção industrial.

A pesquisa foi entregue nas apresentações da empresa prestadora de serviços de manutenção industrial aos seus possíveis clientes, por meio de e-mail, contato direto entregue em mãos e por link criado na internet.

O questionário também traz uma pré-avaliação do cliente, e mostra seus principais problemas quanto as manutenções mostrado no apêndice A.

#### **4.2 Análise e Escolha da empresa prestadora de serviços terceirizados de manutenção na ótica das empresas que buscam este serviço.**

Para a contratação as empresas analisam se as empresas prestadoras de serviços de manutenção possuem idoneidade técnica, administrativa e financeira que deve ser atestada pela sua folha de serviços prestados no mercado.

Para a escolha, os empresários seguem as seguintes recomendações de aspecto legal:

- Toda a responsabilidade técnica – RT – é da contratada;
- O contrato de serviços deve ser com pessoa jurídica;
- Utilizar unidades de medição de serviço que sejam reconhecidas, evitando homem/hora;
- Não estabelecer relação de subordinação direta com os colaboradores da contratada;
- Evitar contratar atividade-fim nas instalações da contratante;
- Não contratar prestadora de serviços que só tenha um cliente;
- O prazo deve ser por tempo determinado;
- Deve haver impessoalidade com relação aos colaboradores da contratada. KARDEC & NASCIF (2013, p.255).

A contratada muitas vezes é escolhida por meio de pesquisas de sua documentação, serviços prestados, e entrevista.

### **4.3 Contrato**

Pizarro (2012) mostra que uma adequada elaboração do escopo do contrato é importante, pois é por meio dele que o setor de contratação busca no mercado as empresas prestadoras de serviços. A estrutura contratual foi composta da seguinte forma;

- Objetivo: prestar manutenção preditiva, preventiva e corretiva em horário comercial da empresa que inicia 8 horas e termina 18 horas;
- Definição de preço, forma de reajuste e forma de pagamento;

- Cláusula de multa e prêmio;
- Normas técnicas relativas às atividades contratadas;
- Cláusula de garantia: responsabilidade da contratada, cessão, rescisão e danos;
- Prazo.

No apêndice B (folhas 1, 2, 3, 4 e 5 do contrato) segue modelo de contrato da SINDUSCOM - Pr a firmar entre empresas.

#### **4.4 Execuções do serviço**

Os serviços de manutenções preditivas preventivas e corretiva devem seguir ao plano de manutenção definido pelo contratante e contratado baseados em manuais dos fornecedores das máquinas medidas de segurança e normas regulamentadoras. A forma como o serviço será executado difere de empresa para empresa, pois existem empresas que param o processo uma vez por ano para férias coletivas, outras adotam paradas em função das vendas sazonais, já em alguns processos as máquinas alternam seu funcionamento, não ficando todas as máquinas ligadas ao mesmo tempo. Em função dessas variáveis, o planejamento para a execução dos serviços de manutenções pode variar bastante.

Para as manutenções preditivas serão usados equipamentos e serviços de apoio a medição e monitoramento de equipamentos industriais como medidor de vibração, câmera termográfica, analisador de energia e análise de óleo.

### 3.4.1 Medidor de vibração

O medidor de vibração (figura 1) será usado em preditivas visando uma melhor manutenção preventiva dos equipamentos, reduzindo o tempo de parada de processo ou de máquina por avaria de eixo ou rolamentos, pois atua no monitoramento das condições dos elementos mecânicos de rotação. O controle da vibração de forma permanente detecta qualquer deterioração muito antes de ele se tornar um problema crítico, permitindo a antecedência da manutenção quando necessário. O acompanhamento se faz dentro de uma rotina registrando as tendências de níveis de vibração, ao longo de um período de tempo, pode se mensurar o desgaste da peça analisada para saber o melhor momento para tomada de decisão quanto a troca do elemento com desgaste.

Figura 1: medidor de vibração INSTRUTEMP VM 6360



Fonte: INSTRUTEMP (2016).

### 3.4.2 Câmera termográfica

A câmera termográfica (figura 2) permite enxergar o calor, identificando o local exato para realizar uma medição precisa da temperatura.

Encontra os pontos quentes e frios com variações e realces de cores ao mesmo tempo em que indica a temperatura em graus Celsius ou Fahrenheit, além de armazenar imagens para uso em computadores podendo ser incluídas nos relatórios de análise preditiva.

Figura 2: câmera térmica Flir



Fonte: do autor (2016).

### 3.4.3 Analisador de energia

O analisador de energia (figura 3) será utilizado para medir as seguintes grandezas:

- Valor True RMS (V123 e I123);
- Potência Ativa (W, KW, MW, GW);
- Potência Aparente e Reativa (KVA, KVAR);
- Fator de Potência (PF), Ângulo de Fase ( $\Phi$ );
- Medição de corrente;
- Tensão sobreposta e corrente em forma de onda;

- Demanda média (AD in W, KW, MW);
- Demanda máxima (MD KW, MW, KVA, MVA);
- Análise Harmônica para a 31ª ordem;
- Forma de onda com valor de pico;
- Análise de Distorção Harmônica Total (THD-F);
- Diagrama fasorial com parâmetros de sistema trifásico;
- Potência trifásica ou proporção de desequilíbrio de corrente (VUR, IUR);
- Potência trifásica ou fator de desequilíbrio de corrente.

Figura 3: Analisador de Energia



Fonte: Instrutemp (2016).

### 3.4.4 Análise de óleo

A análise de óleo devera ser feito em laboratórios credenciados e homologados pelo INMETRO pela sua complexidade pois abrange algumas características de acordo com seu segmentos como óleos lubrificantes, óleos combustíveis e óleos isolantes e óleos hidráulicos. Algumas análises que serão pedidas em laudos são:

Para Redutores, mancais: aparência e cor, água por crepitação, espectrometria por ICP; TAN, viscosidade cinemática a 40°C.

Para Compressores: aparência e cor, água por Karl Fischer, espectrometria por ICP, TAN, viscosidade cinemática a 40°C, contagem de partículas de acordo com ISO 4406 e NAS 1638, com morfologia das partículas.

Para Sistemas hidráulicos: aparência e cor, água por Karl Fischer, espectrometria por ICP, TAN, viscosidade cinemática a 40°C, contagem de partículas de acordo ISO 4406 e NAS 1638, com morfologia das partículas.

Motores a combustão interna: água por crepitação, espectrometria por ICP, TBN, viscosidade cinemática a 40 e 100°C, índice de viscosidade, FTIR (oxidação, nitração, sulfatação, fuligem e glicol).

Para Turbinas: aparência e cor, água por Karl Fischer, espectrometria por ICP, TAN, Viscosidade cinemática a 40°C, índice de viscosidade, contagem de partículas de acordo ISO 4406 e NAS 1638, com morfologia das partículas. TESTOIL (2016).

Nas figuras 4, 5 e 6 observa se um exemplo real de laudo de análise de óleo, dividido em dados do óleo e máquina (figura 4), gráficos resultantes das análises (figura 5), que mostram a quantidade de água no óleo, teor de

oxidação, quantidade de ferro em ppm, viscosidade a 40°C, quantidade de cobre em ppm, quantidade de silício e na figura 6 a conclusão do engenheiro responsável.

Figura 4: Laudo de análise de óleo

**OilXplorer** ANALYSIS LAUDO Data: 26/01/2015 Hora: 17:48:54  
 Amostra: 158.565 Pág.: 1

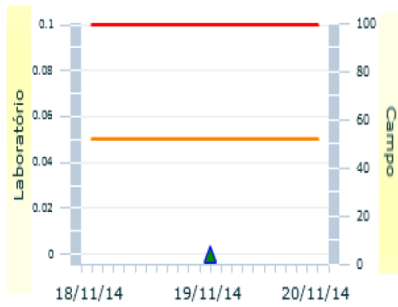
Ciente: ELEVADORES ATLAS SCHINDLER S/A Eng.Resp: IVO GRANDO  
 Tag / Serial: D-4 Contato: ANDRE  
 Produto: MOBIL DTE 25 Descrição: DOBRADEIRA LVD-220T  
 Uso equip: 15,00 ANOS Vol.Sistema 250.00  
 Uso óleo: 1,00 ANOS Data coleta: 19/11/2014 00:00  
 Vol. Repo:

Testes	Método	19/11/2014
ÁGUA-DEST. (CONT.) (%V/M)	ASTM D95	0.00
OXIDAÇÃO (A/CM)	AMS 1707	0.03
FE (PPM)	ASTM D5185 MOD.	0.53
VISC. 40°C (CST)	ASTM D445	44.44
CU (PPM)	ASTM D5185 MOD.	0.62
SI (PPM)	ASTM D5185 MOD.	0.88

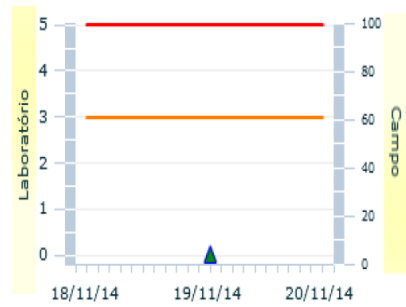
Fonte: oilex]

Figura 5: Gráficos do laudo de análise de óleo

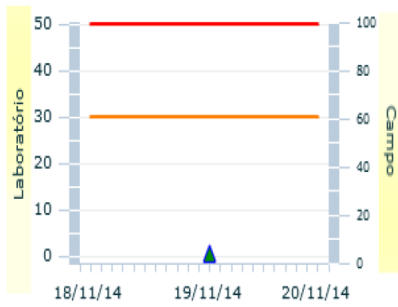
## Gráficos



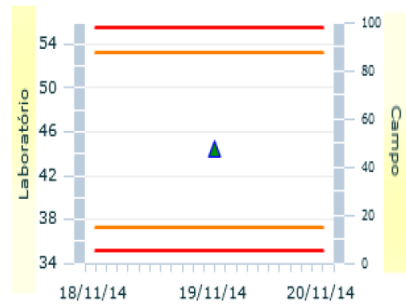
▲ (L) ÁGUA-DEST.(CONT.) (%V/M)



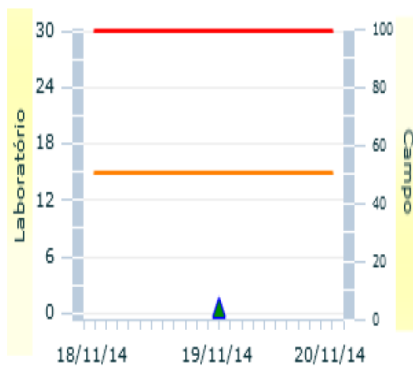
▲ (L) OXIDAÇÃO (A/CM)



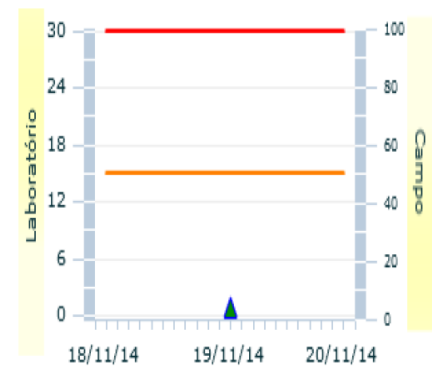
▲ (L) FE (PPM)



▲ (L) VISC. 40°C (CST)



▲ (L) CU (PPM)



▲ (L) SI (PPM)

Fonte: oilexplorer (2015).

Figura 6: Conclusões do laudo de análise de óleo

#### Laudo Engenheiro

A carga de óleo representada por essa amostra está em condição satisfatória.  
Nova amostra conforme Cronograma de Análises.

#### Taxa de Desgaste

Testes	19/11/2014
FE (PPM)	53,00 ppm/100. ANOS
CU (PPM)	62,00 ppm/100. ANOS
SI (PPM)	88,00 ppm/100. ANOS

#### Unidade de Medida

Data	R.A	Uso Equip.	Und.Equip.	Uso Oleo	Und. Oleo	Vol.Sistema	Und. Vol. Sistema
19/11/201	158565	15,00	ANOS	1,00	ANOS		

Fonte: oilexplorer (2015).

## 5 - Discussões de Resultados

### 5.1 – Análises da Pesquisa por questionário da figura 1

Um total de 28 empresas respondeu ao questionário e os dados são os que seguem na tabela 1

Tabela 1: Dados em percentual da resposta do questionário.

PERGUNTAS DE 1 A 14	SIM	NÃO
1 – Você conhece terceirização de serviços?	95%	5%
2 - Você já contratou serviços terceirizados?	55%	45%
3 – Em sua Empresa teve algum problema com mão de obra por falta de conhecimento qualificação ou especialização?	83%	17%
4 – O maquinário tem menos de 5 anos de uso?	6%	
5 – O maquinário está entre 5 a 10 anos de uso?	15%	
6 – O maquinário está entre 10 a 15 anos de uso?	26%	
7 – O maquinário está com mais de 15 anos de uso?	53%	
8 – Já fez melhorias ou adaptações nas máquinas?	42%	58%
9 – Tem funcionário especializado para manutenção?	57%	43%
10 – Teve muitas paradas de processo devido a manutenção?	76%	24%
11 – A empresa tem ferramenta da qualidade e de produção?	55%	45%
12 – Faz uso da manutenção preditiva?	8%	
13 – Faz uso da manutenção preventiva?	25%	
14 – Faz uso da manutenção corretiva?	67%	

Fonte: do autor.

Na questão número 1 observou que a maioria dos pesquisados já conhecem o serviço de terceirização, na questão número 2 mostra que 45% ainda não contratou um serviço terceirizado para sua empresa, o que significa que ainda há um grande número de empresas que ainda podem contratar o serviço e representa um grande potencial de ganho, para quem oferece o serviço.

Embora a questão 3 seja genérica, ou seja, não aponta em que ramo faltou conhecimento ou especialização da mão de obra, é de fundamental importância que a maioria tiveram problemas em execuções de serviços, o que mostra e comprova mais uma vez que a terceirização pode somar ao contratante conhecimentos e agrega troca de experiências fortalecendo o negócio e melhorando as manutenções pois a terceirização traz para dentro da empresa cliente, serviço especializado.

As questões 4, 5, 6 e 7 mostra que as empresas em sua maioria possuem máquinas com mais tempo de uso e deste modo não são novas e não fazem mais parte do pós venda com assistência técnica e garantias do fabricante o que favorece mais uma vez a manutenção adequada através da terceirização. Estas máquinas estão envelhecidas ou degradadas, há um grande aumento na taxa de falhas em decorrência de um desgaste natural pelo tempo de uso. KARDEC & NASCIF (2013, p.129).

A questão 8 mostra que 58% das empresas pesquisadas ainda não fez melhorias em suas máquinas, isso implica que as máquinas estão boas e operantes ou velocidades maiores de produção ainda não foram requisitadas.

Na questão 9 a maioria das empresas diz que tem mão de obra a altura para reparação, isso é bom no que diz respeito a troca de informação para os serviços terceirizados e uma resposta rápida para a solução de problemas.

Na questão 10, 76% disseram que tiveram muitas paradas de processo devido a manutenção, isso nos mostra uma falta de planejamento e execuções das manutenções.

Já na questão 11 a maioria diz que tem algum tipo de ferramenta de qualidade ou de produção, isso é um termômetro de busca da qualidade e da organização, que reflete em uma melhoria da manutenção.

Em uma análise as questões 12, 13 e 14, podemos dizer que a manutenção preditiva é pouco explorada como se vê na figura 7, com 8% de adesão nas empresas pesquisadas, isto significa uma boa fatia de mercado a ser investido nos serviços de manutenção terceirizada. Esta manutenção tem forte argumento, pois se bem executada em um plano de trabalho vai trazer bons frutos para a empresa contratante, porque se torna mais barata em longo prazo, fazendo cair a manutenção corretiva.

As questões de 15 a 18 variam de empresa para empresa e seus resultados são pertinentes a si próprias para planejamento e execuções dos serviços de manutenções.

Figura 7: Gráfico resultante da pesquisa das questões 12, 13 e 14.



Fonte: do autor 2016.

## 6 Conclusão

Em função da pesquisa realizada com as empresas observa que se faz necessário e lucrativo uma abertura de empresa de prestação de serviços de manutenção industrial. O leque aberto de serviços dentro da manutenção industrial é muito grande e promissor, pois pode ser aplicado em diferentes ramos produtivos.

"Em tempos de crise, com desaquecimento de setores industriais, a área de manutenção e gestão de ativos (GA) passa a ser garantia de operacionalidade, lucratividade e perenidade das empresas, sobretudo nos segmentos que possuem estruturas complexas, com multiplicidade de processos, envolvendo atividades de risco e uso intensivo de tecnologias", observou Rogério Arcuri Filho, presidente do Conselho da Abramam. (ABRAMAN, 2016).

A expectativa de que a manutenção vai crescer em uma economia ainda em crise, na qual há empreendimentos estão em compasso de espera e projetos de modernização foram postergados. O que demandará uma manutenção contínua e gestão severa para assegurar a integridade dos ativos, inclusive os equipamentos parados

# **STUDY FOR OPENING AND IMPROVING RESULTS IN A COMPANY OF THIRD PARTY INDUSTRIAL MAINTENANCE SERVICES.**

## **Abstract.**

The objective of this study is to show the easiest way to perform outsourced industrial maintenance, focusing on predictive maintenance, obtaining better results in maintenance for the clients that contract the service. The work presented It comes in handy with the need small businesses of various industries in having maintained a strategic aiming to extend the life of your equipment having as purpose the availability and reliability of their machines to produce as planned, with maintenance, whether mechanical, electrical or electronic, that offers efficiency with less appropriate cost. In this scenario where it becomes difficult to maintain the company a maintenance sector with human structure, physical and tooling for various factors and mainly economic, owners members of a third-party maintenance services company develop a study geared to meet the needs of these companies and offer them an ideal maintenance plan for each situation, with corrective reduction intentions turning to the culture of development of education for applying predictive and preventive targeting the best result in the provision of services in the management of asset maintenance.

**Keywords:** Maintenance. Outsourcing. Industrial

## REFERÊNCIAS

ABRAMAN. Página eletrônica: <<http://www.abraman.org.br/noticias/maior-congresso-de-manutencao-e-gestao-de-ativos-da-america-latina-abre-as-portas-em-curitiba/>>. Acesso em 21 de outubro 2016.

COSTA, MARIANA DE ALMEIDA. **Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.** Disponível em: [www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012\\_3\\_Mariana.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf).>Acesso em 11 de março 2016.

INSTRUTEMP. Página Eletrônica: <[http://www.instrutemp.com.br/produto/medidordevibrac\\_aoportatilitvm6360](http://www.instrutemp.com.br/produto/medidordevibrac_aoportatilitvm6360)>. Acesso em 12 de agosto 2016.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica.** 4ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013. 440 p.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial.** Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

Pizarro, Álvaro Maurício Cabral. **Desenvolvimento de indicadores de desempenho para a avaliação do desempenho da manutenção terceirizada estudo de caso.** Disponível em: [www.ftp.cefetes/cursos/eletrotecnica/cassoli](http://www.ftp.cefetes/cursos/eletrotecnica/cassoli).>Acesso em 28 de abril 2016.

SINDUSCON Pr. Página Eletrônica: <<http://sindusconpr.com.br/contrato-particular-de-presta-Cao-de-servicos-92-p>>. Acesso em 07 de outubro 2016.

TESTOIL. Página Eletrônica: <<http://www.testoil.com.br/index.php/pacote-industrial>> . Acesso em 24 de setembro 2016.

XENOS, HARILAU GEORGIUS D' PHILIPPOS. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** 2ª edição. Nova Lima: FALCONI, 2014.312p.

# APÊNDICE

## APÊNDICE A – Questionário de pesquisa

MARÇO DE 2016		
EMPRESA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL		
QUESTIONÁRIO DE PESQUISA		
Por favor responda as questões de 1 a 14 com 'x' e questões de 15 a 18 com números aproximados		
	sim	não
1 - Você conhece terceirização de serviços?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 - Você já contratou serviços terceirizados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 - Em sua empresa teve algum problema com mão de obra por falta de conhecimento, qualificação ou especialização?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 - O maquinário tem menos de 5 anos de uso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 - O maquinário está entre 5 a 10 anos de uso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 - O maquinário está entre 10 a 15 anos de uso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 - O maquinário está com mais de 15 anos de uso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 - Já fez melhorias ou adaptações nas máquinas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 - Tem funcionário especializado para a manutenção?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 - Teve muitas paradas de processo devido a manutenção?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 - A empresa tem ferramentas da qualidade e de produção?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 - Faz uso da manutenção preditiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13 - Faz uso da manutenção preventiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14 - Faz uso da manutenção corretiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 - Quantas horas por mês as máquinas ficam ligadas?		<input type="text"/>
16 - Quantas máquinas a empresa possui em funcionamento?		<input type="text"/>
17 - Quantos funcionários estão envolvidos com a manutenção?		<input type="text"/>
18 - Média de horas paradas por manutenção no mês		<input type="text"/>
19 - Nome e Endereço da Empresa:		
		.....
		.....

### APÊNDICE B - Modelo de Contrato Particular de Prestação de Serviços (folha1).

## CONTRATO PARTICULAR DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Pelo presente instrumento particular, de um lado \_\_\_\_\_, pessoa jurídica de direito privado inscrita no CGC/MF sob o nº \_\_\_\_\_, com sede na Rua \_\_\_\_\_ Curitiba, Paraná, neste ato representada pelo seu Diretor \_\_\_\_\_, doravante denominado contratante e, de outro lado \_\_\_\_\_, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ sob o nº \_\_\_\_\_, com sede na Rua \_\_\_\_\_ neste ato representado na forma prevista em seu Contrato Social, doravante denominada simplesmente de contratada, tem entre si, justo e contratado o presente, que se regerá pelas seguintes Cláusulas e Condições:

### CLÁUSULA PRIMEIRA - OBJETO

A contratada é empresa de prestação de serviços de \_\_\_\_\_, e pelo presente instrumento e na melhor forma de direito, obriga-se a executar para o contratante serviços \_\_\_\_\_ tudo conforme solicitação.

### PARÁGRAFO PRIMEIRO

A contratada prestará os serviços constantes do ?caput? desta cláusula sem qualquer exclusividade, desempenhando atividades para terceiros em geral, desde que não haja conflito de interesses com o pactuado no presente contrato.

### PARÁGRAFO SEGUNDO

Os serviços serão prestados com total autonomia, liberdade de horário, sem pessoalidade e sem qualquer subordinação ao contratante.

### PARÁGRAFO TERCEIRO

Da mesma forma, o contratante poderá contratar outros profissionais ou empresas para prestar os serviços constantes do ?caput? desta cláusula sem qualquer exclusividade do contratado, e sem que haja conflito de interesses com o pactuado no presente contrato.

### CLÁUSULA SEGUNDA - SERVIÇOS

Os serviços acima mencionados serão prestados pela contratada, através de seus empregados/prepostos, sob sua única e exclusiva responsabilidade, em \_\_\_\_\_, podendo, se assim entender a contratada, (eventualmente serem realizados também na sede do contratante.)

Fonte: SINDUSCON – Pr.

## APÊNDICE B - Modelo de Contrato Particular de Prestação de Serviços (folha1).

### CLÁUSULA TERCEIRA - PRAZO

Os serviços ora contratados serão prestados pelo prazo de \_\_\_\_\_ sendo que, findo o prazo, e necessidade de aviso prévio por escrito considerar-se-á rescindido.



Fonte: SINDUSCON – Pr.

APÊNDICE B - Modelo de Contrato Particular de Prestação de Serviços (folha1).

d) O pagamento da remuneração de seus empregados/prepostos, sendo responsável por todos e quaisquer ônus e encargos decorrentes da legislação trabalhista, fiscal e previdenciária, além dos impostos, taxas, obrigações, despesas e afins, que venham a ser reclamados ou tornados obrigatórios em decorrência das obrigações assumidas neste contrato;

e) A responsabilidade única e exclusiva por qualquer espécie de indenização pleiteada por seus empregados/prepostos, principalmente no tocante a reclamações trabalhistas e acidentes do trabalho;

f) O cumprimento de todas as determinações impostas pelas autoridades públicas competentes, relativas aos serviços aqui contratados, bem como o pagamento de todos os tributos federais, estaduais e municipais que incidam ou venham a incidir sobre os mesmo;

g) A total responsabilidade pelas despesas decorrentes dos serviços ora contratados, seja por exigência legal ou em decorrência da necessidade dos serviços, nada podendo ser cobrado ou exigido do contratante, desde que não haja qualquer outra expressa previsão contratual em contrário.

(verificar obrigações específicas da atividades)

- São obrigações exclusivas do contratante:

a) Efetuar o pagamento na forma e modo aprazados.

b) Comunicar a contratada sobre as reclamações feitas contra seus empregados/prepostos, bem como com relação a danos por eles causados.

c) Fornecer ao contratado a documentação solicitada, executar os trabalhos de maneira criteriosa na forma de orientações escritas que serão encaminhadas - colocar à disposição da contratada as necessárias verbas pecuniárias para desenvolver o trabalho - contratar por indicação do contratado os serviços complementares indicados.

#### CLÁUSULA SEXTA - DISPOSIÇÕES GERAIS

a) os serviços estabelecidos por este instrumento não possuem qualquer vinculação trabalhista com o contratante, sendo de exclusiva responsabilidade da contratada quaisquer relações legais com o pessoal necessário à execução dos serviços, possuindo este contrato um cunho independente e devendo a contratada manter em ordem as obrigações previdenciárias decorrentes da vinculação, assumindo responsabilidade integral e exclusiva quanto aos salários e demais encargos trabalhistas e previdenciários de seus empregados/prepostos, principalmente com relação a possíveis reclusões trabalhistas, não existindo solidariedade entre o contratante e a contratada.

Fonte: SINDUSCON – Pr.

APÊNDICE B - Modelo de Contrato Particular de Prestação de Serviços (folha1).

- b) A responsabilidade trabalhista, individual ou solidária, eventualmente estabelecida, entre contratante e o pessoal do quadro de empregados da contratada, é imputável única e exclusivamente a esta última, que deste modo se obriga a ressarcir civilmente ao contratante nos valores que porventura forem despendidos à verificação de vínculo laboral, judicialmente declarado como existente, inclusive no que pertine a possíveis danos morais.
- c) As alterações de valores que venham a ser discutidos e aprovados pelas partes, deverão necessariamente ser objeto de Termo Aditivo.
- d) Fica expressamente vedada, no todo ou em parte, a transferência ou cessão dos serviços de que trata o presente instrumento.
- e) É expressamente vedado à Contratada a utilização de trabalhadores menores, púberes ou impúberes, para a prestação dos serviços.

#### CLÁUSULA SÉTIMA - RESCISÃO

Qualquer das partes poderá rescindir unilateralmente, de pleno direito o presente contrato, a qualquer tempo, independente de notificação ou interpelação judicial ou extrajudicial, sem que assista a outra parte qualquer direito a reclamação ou indenização, desde que comunicado por escrito com 30 (trinta) dias de antecedência, ressalvando o pagamento de serviços já prestados.

#### PARÁGRAFO PRIMEIRO

O presente contrato também será rescindido de pleno direito nos seguintes casos, sem que assista à contratada direito a qualquer tipo de indenização, ressarcimento ou multa, por mais especial que seja:

- a) Por insolvência, impetração ou solicitação de concordata ou falência da contratada;
- b) O não cumprimento de qualquer obrigação da contratada para com o contratante, sejam obrigações originadas no presente instrumento ou em outras relações comerciais;
- c) inadimplemento contratual.

Fonte: SINDUSCON – Pr.

#### CLÁUSULA OITAVA - PREJUÍZOS

A contratada responderá por qualquer prejuízo que direta ou indiretamente cause ao contratante, seja por ação ou omissão, sua ou de seus prepostos.

#### CLÁUSULA NONA - FORO

Elegem as partes o foro da Comarca de \_\_\_\_\_, para nele serem dirimidas todas e quaisquer dúvidas ou questões oriundas do presente contrato, renunciando as partes a qualquer outro, por mais especial e privilegiado que seja.

E por estarem assim justos e contratados, assinam o presente em três (03) vias de igual teor e forma, na presença de duas testemunhas instrumentárias, obrigando-se por si e seus sucessores, para que produzam todos os efeitos de direito.

Curitiba, \_\_\_\_\_

CONTRATANTE

CONTRATADO

TESTEMUNHAS:

1. Nome
2. CPF:
2. Nome
- CPF:

Fonte: SINDUSCON – Pr.

# SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL VISANDO PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS

<FERNANDA WILHEMS HERITT><sup>1</sup>

<WESLEY CANDIDO DA SILVA><sup>2</sup>

<SAULO AGUIAR SAES><sup>3</sup>

## Resumo

O Brasil apresenta um número bastante expressivo de portadores de necessidades especiais, com alteração parcial ou total do corpo, resultando em comprometimento funcional do indivíduo em diversas situações. O sistema de automação residencial propõe uma redução significativa nas dificuldades de acessibilidade doméstica dos portadores de necessidades especiais com dificuldade motora em suas residências, trazendo autonomia na realização de tarefas rotineiras. Entretanto a tecnologia usada na aplicação da automação residencial ainda tem custo elevado, o que torna sua aplicação pouco interessante financeiramente. O presente trabalho propõe o desenvolvimento e aplicação de um sistema de automação residencial com comunicação sem fio de baixo custo, baseado na aplicação de questionários sobre as necessidades apresentadas pelos portadores em suas residências.

**Palavras-chave:** Automação. Acessibilidade. Portadores de necessidades especiais.

---

<sup>1</sup> Graduação – Tecnólogo em Manutenção industrial, da Faculdade de Tecnologia do Senai Londrina. E-mail: fernandawheritt@hotmail.com.br

<sup>2</sup> Especialista – Engenheiro Eletricista, da Universidade do Norte do Paraná. E-mail: wesley.candido@pr.senai.br

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Mecânica, UNESP - Bauru, saulo.saes@fiepr.org.br

# 1 INTRODUÇÃO

A automação residencial, também conhecida como domótica, tem sido amplamente utilizada com o objetivo de substituir o trabalho humano por sistemas eletrônicos programados. Esse sistema, além de gerar conforto aos moradores da residência, auxilia na autonomia de portadores de necessidades especiais com dificuldade em locomoção motora em seus processos diários.

De acordo com Moacir Neto (2015), a automação residencial traz em um primeiro momento um sentimento de status, porém ao longo de sua utilização é possível otimizar o manuseio de diversos recursos, como água, energia, entre outros.

*Um ponto importante da domótica é a autonomia gerada na residência ao usuário portador de necessidade especial. A automação passa a ser um instrumento que permite total independência do morador em relação a sua casa, minimizando suas dificuldades e, portanto, se mostra como a principal motivação para elaboração desse trabalho. Nesse sentido, o foco do projeto é identificar as dificuldades e as necessidades dos portadores de necessidades especiais com dificuldade motora em suas atividades diárias na residência e propor soluções em automação residencial, para reduzir alguns dos obstáculos encontrados, desenvolvendo um sistema de baixo custo.*

Para isso, é necessário conhecer as dificuldades dos portadores de necessidades especiais, propor e desenvolver um sistema de automação capaz de atender suas expectativas e baixar o custo do projeto. A tecnologia existente nessa área geralmente tem um custo bastante elevado, por

consequente, o objetivo desse trabalho é propor a utilização de um sistema com custo reduzido para automatização residencial, que será capaz de oferecer conforto, segurança, autonomia aos portadores e melhor qualidade de vida através do desenvolvimento de um sistema com tecnologia sem fio.

Questionários foram aplicados para executar um projeto que melhor o identifica, podendo satisfazer suas necessidades e escolhas. Os pontos positivos desta proposta são a autonomia do usuário na realização de atividades nas quais anteriormente necessitava de ajuda, baixo custo devido a um sistema de rede sem fio com módulo mais barato, além do avanço tecnológico.

Um estudo realizado por Beghini (2011), sobre a automação residencial de baixo custo por meio de dispositivos móveis com sistema operacional Android, tem em comum com o presente trabalho um sistema de automação de rede sem fio, que prioriza o baixo custo do projeto, possui controle de iluminação e linguagem de programação C.

*Por sua vez, Nichele (2010) realizou um estudo sobre a automação residencial voltado para a assistência de idosos e deficientes, que em comum possui o auxílio aos portadores de necessidades especiais com dificuldade em locomoção motora, objetivando a interação do sistema com o usuário e sua implementação no local, verificando as necessidades do usuário em questão e a aplicação do sistema de rede sem fio.*

Araújo (2012) descreveu em seu estudo relacionado ao desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial, a operação de uma plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, que possui semelhanças em utilização de microcontrolador para controle da

comunicação com o computador, emprego de sensores e atuadores e controle de luminosidade.

Existem algumas diferenças entre as propostas encontradas na literatura e o trabalho aqui apresentado, dentre elas se destacam: projeto com um módulo ESP8266, a aplicação um questionário com o público alvo para escolha dos dispositivos utilizados, como também um levantamento de custos e gráficos para os resultados.

Em relação ao sistema implementado nesse artigo, servindo para auxiliar uma portadora de necessidade com dificuldade de locomoção motora em suas atividades caseiras, a automação residencial feita resulta na criação de um aspirador de pó robô para auxílio na limpeza, ligação de lâmpadas e ventiladores pela página *Web* e protótipo de porta automática.

Na seção 2 está descrita a fundamentação teórica que comenta a respeito dos portadores de necessidades especiais, automação residencial, requisitos de um sistema de automação residencial para portadores de necessidades especiais e comparativo entre os sistemas de comunicação. A seção 3 indica quais foram os materiais e métodos utilizados, na seção 4 os resultados e discussões obtidos e na seção 5 a conclusão do trabalho.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Portadores de necessidades especiais**

Para Azevedo (2003), ser acessível é a condição que cumpre um ambiente, espaço ou objeto para ser utilizado por todas as pessoas. Esta condição é um direito universal, pois a referência a todas as pessoas, no

plural, se associa a uma realidade essencial: a diversidade característica dos seres humanos.

*Deficiência física refere-se à alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob as formas de plegias ou paresias, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções. (VITAL, 2007).*

*Segundo Vital (2007), o censo preliminar da população Brasileira com deficiência motora no ano de 2010 contém demanda para suprir a necessidade de avanço tecnológico nessa área. Abaixo está à tabela que descreve a quantidade de pessoas com deficiência e o seu tipo relacionado.*

Tabela 1 - Censo preliminar da população Brasileira com deficiência motora em 2010

Definição	Quantidade	Qua
Deficiência Motora	273.969	13.
Não consegue andar de modo algum	740	.456
Grande dificuldade em andar	3.7	01.790
Alguma dificuldade em andar	8.8	31.723

Fonte: Vital (2007)

*De acordo com a figura 1 ilustrada abaixo, no Brasil existem 23,9% de pessoas com algum tipo de deficiência, e dentre elas, 7% possuem deficiência motora, contabilizando 31.924.233,6 pessoas em 2010. É uma porcentagem relevante que precisa de cuidados*

*especiais e não conseguem fazer algumas de suas atividades diárias com autonomia.*

Figura 1- Tipos de deficiência



Fonte: Oliveira (2012).

*Os portadores de necessidades especiais, quando postos em contato com a tecnologia, sentem-se fortalecidos e melhores. Isso acontece, pois a tecnologia disponibiliza a esta pessoa uma segurança, uma capacidade em realizar atividades da vida diária, que ele antes não tinha.*

*Todas as pessoas buscam o sentimento de se sentir capaz e conseguir realizar suas atividades, quando alguma não é cumprida, começam a surgir problemas ao ponto de não ter mais vontade de tentar.*

*Para minimizar esses problemas, em relação a sua residência, esse trabalho busca trazer a tecnologia da domótica para tornar alguns*

processos que uma pessoa com deficiência motora não realizava anteriormente, possa realizar após a alteração residencial.

## 2.2 Automação residencial

A automação residencial é um tipo de integração entre diversos equipamentos motorizados e automatizados conversando entre si, essa interação gera conforto, segurança, autonomia e economia.

Para ser instalada em uma residência, depende de quais dispositivos serão automatizados, se haverá alteração da estrutura física da residência e como será feita essa comunicação.

A figura consta alguns processos em que a domótica pode gerar.

Figura 2- Processos da domótica



Fonte: Gomes (2016).

Conforme a figura ilustrada, a domótica gerencia os recursos da casa e gerando conforto, comodidade e acessibilidade por abrir um leque de dispositivos a serem possíveis de automatizar.

Figura 3- Dispositivos de controle da automação residencial



Fonte: Marques (2016).

Na figura 3, estão listadas alguns itens que podem ser automatizados em uma residência, sendo eles: controle de iluminação, entretenimento, utilidades, segurança, intercomunicação, controle de acesso, climatização, eletrodomésticos, cabeamento estruturado e aspiração central.

### **2.3 Requisitos de um sistema de automação residencial para portadores de necessidades especiais**

Um sistema de automação residencial é composto basicamente de entradas, processamento e saídas. Nessas entradas podemos dizer que são os botões de acionamento, temporizadores e sensores, onde o usuário escolhe ser acionado ou não. Na parte do processamento, estão os microcontroladores que fazem a leitura de suas entradas e enviam para as saídas desejadas, que podem ser os motores, iluminação, relé, entre outros.

Para que o microcontrolador consiga realizar esse processo, é gravado um programa em linguagem de programação que faz toda a lógica além dessa comunicação entre os dispositivos poder ser feita com ou sem fio.

### 2.3.1 Módulo de comunicação

Para o usuário poder utilizar os processos de automação residencial é necessária à comunicação entre os itens que serão automatizados, essa comunicação pode ser feita de várias formas, variando em relação ao custo, mão de obra e simplicidade. Entre os módulos de comunicação sem fio, os mais utilizados em uma residência são por *wireless* e *bluetooth*.

#### 2.3.1.1 ESP8266

O módulo de rede sem fio ESP8266 (2014), se comunica pela rede *Wireless* baseada no padrão 802.11, enviando e recebendo dados nos modos ponto de acesso (AP) e estação (STA). Essa comunicação apresenta aspectos que beneficiam o usuário, como: baixo custo, praticidade e avanço tecnológico.

De acordo com *Espressif Systems Iot Team* (2015), as características do módulo são:

- Conexão a redes padrão 802.11 b/g/n;
- Alcance aproximado: 91 metros;
- Tensão de operação: 3.3 Vdc;
- Comunicação serial: pinos Tx e Rx;
- Modos de operação: Cliente, *Access Point*, *Cliente+Access Point*;

- Modos de segurança *wireless*.

Esse módulo, sendo o modelo 01, possui duas saídas GPO que podem ser acionadas por uma página Web, caso seja necessário um número maior de saídas, ele é capaz de se comunicar com a placa Arduino para projetos de automação residencial. Para essa comunicação ser realizada, primeiramente deve-se instalar o firmware e se conectar ao IP do local que será instalado, posteriormente, finalizando com o código de programação em Lua.

Para instalação do firmware e código de programação ao ESP8266 é necessário um conversor USB RS232 TTL que conecta ao computador e passa as informações ao módulo.

### 2.3.1.2 *Bluetooth*

O módulo *bluetooth* HC-06 permite enviar e receber dados através da tecnologia *Bluetooth* sem a necessidade de conectar um cabo serial entre o computador e o microcontrolador é o meio pela qual é feita a comunicação entre o aplicativo Android e a placa Arduino. O módulo se dispõe de conexão Rx e Tx, alimentação GND e VCC para jumpers.

Segundo Morimoto (2008), o módulo é usado para interligar periféricos próximos sem a utilização de cabos, o *Bluetooth* é uma rede de curta distância, porém de baixo consumo elétrico, desenvolvida em 1999 com o propósito de ser usado em pequenos dispositivos para comportar uma interface sem fio.

A seguir contém uma tabela com as especificações desse módulo, que apresenta as informações mais importantes em relação ao seu uso como comunicação.

Tabela2- Especificação do módulo *Bluetooth* HC-06

Tipo	Especificação
Protocolo	v2.0+EDR
Bluetooth	
Firmware	Linvor 1.8
Frequência	2.4GHz Banda ISM
Velocidade	
Assíncrono	2.1Mbps/160Kps
Velocidade	
Síncrono	1Mbps/1Mbps
Segurança	Autenticação e Encriptação
Perfil	Porta Serial Bluetooth
Suporta	Modo escravo
Banda de Onda	2.4Hhz - 2.8Ghz Banda ISM
Tensão	3.3v (2.7-4.2v)
Corrente	
Pareado	35mA
Conectado	8mA
Alcance	10m
Baud Rate	4800;9600;19200;38400;57600;115200;230400;460800;921600
Dimensões	1382400
Peso	26.9 x 13 x 2.2mm
	9.6g

Fonte: Do autor (2016)

A instalação da automação residencial feita pelo módulo *bluetooth* se inicia em conectá-lo à placa Arduino e posteriormente carregar a programação necessária para o sistema. Também é necessário baixar um aplicativo no celular que conecta o *bluetooth* com o celular para a comunicação da placa Arduino ser realizada e funcionar o sistema.

### 2.3.2 Microcontroladores

De acordo com Batista Neto, Monteiro e Queiroga (2012), Os microcontroladores são microprocessadores que podem ser programados para funções específicas. Em geral, eles são usados para controlar circuitos e, por isso, são comumente encontrados dentro de outros dispositivos, sendo conhecidos como "controladores embutidos".

Dentre suas principais características, é levada em consideração a frequência em que é operado, o seu consumo, sua capacidade de armazenamento, pinos de entrada e saída, digital e analógica, tensão de alimentação, entre outros.

É possível desenvolver projetos e implementações de sistemas microcontrolados de pequeno e médio porte. Além disso, possibilita ao desenvolvedor usar criatividade e imaginação para desenvolver novos projetos de hardware e software.

A placa de microcontrolador do Arduino Uno utiliza o microcontrolador ATmega328P, suas características atendem ao uso em uma instalação residencial para automação pois possui entradas e saídas suficientes para fazer a comunicação entre os sistemas instalados, além de ser uma aquisição de baixo custo e fácil implementação.

Tabela 3- Características Arduino Uno.

Microcontrolador	ATmega328P
Tensão de operação	5V
Tensão de entrada	7-12V
Tensão de entrada limite	6-20V
Pinos digital I/O	14 (6 fornece saída PWM)
Pinos PWM Digital I/O	6
Pinos analógico entrada	6
DC Corrente I/O Pino	20 mA
DC Corrente for 3.3V Pino	50 mA
Memória flash	32 KB (ATmega328P) 0.5 KB usado pelo carregador
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidade Clock	16 MHz
Comprimento	68.6 mm
Largura	53.4 mm
Peso	25 g

Fonte: Arduino (2016).

### 2.3.3 Linguagem de programação

A linguagem de programação é necessária para que o microcontrolador consiga realizar a lógica de programação necessária em que foi projetada. Existem várias linguagens de programação, porém, a linguagem que a placa Arduino utiliza, é a linguagem de programação C++ e o ESP8266 sua a linguagem de programação nativa é a Lua.

#### 2.3.3.1 Linguagem de programação C

O desenvolvimento da linguagem C começou na década de 80, por Bjarne Stroustrup. Para desenvolver a linguagem, foram acrescentados elementos de outras linguagens de vários níveis, na tentativa de criar uma

linguagem com elementos novos, sem trazer problemas para a programação. (PACIEVITCH, 2016).

No Arduino (2016), a linguagem de programação segue uma sequência na linguagem C++, baseada da linguagem de programação C. As principais características dessa linguagem, e que a definem, são: portabilidade, modularidade, recursos de baixo nível e simplicidade. Além disso, ela é uma linguagem imperativa de uso geral.

#### 2.3.3.1 Linguagem de programação Lua

A linguagem de programação Lua é leve, rápida, portátil, embutível, simples, pequena e livre projetada para estender aplicações. Lua é tipada dinamicamente, é interpretada a partir de *bytecodes* para uma máquina virtual baseada em registradores, e tem gerenciamento automático de memória com coleta de lixo incremental. Essas características fazem de Lua uma linguagem ideal para configuração, automação e prototipagem rápida. (LUA, 2016).

Lua se destaca de outras linguagens dinâmicas por ser uma linguagem de script, isso significa que é uma linguagem projetada para controlar e coordenar componentes geralmente escritos em outra linguagem. (IERUSALIMSCHY, 2012).

É uma linguagem usada para programação do módulo de comunicação ESP8266, fazendo com que não seja necessário outro controlador para aplicação de um pequeno sistema residencial.

## 2.4 Comparativo entre os sistemas de comunicação

Existem vários tipos de sistemas residenciais automatizados, uns que englobam mais sofisticação e outros que são mais simples, porém o que altera entre um e outros é o preço e sua eficiência. Com relação a sua forma de comunicação, as utilizadas no artigo para automação na residência com característica de rede sem fio são por *wireless* e *Bluetooth*.

Entre os sistemas citados, cada um apresenta suas vantagens e desvantagens. Para o módulo em comunicação *wireless* ESP8266 o alcance é maior em relação ao *bluetooth*. O sistema de menos complexidade para instalação é por módulo *bluetooth*, pois esse módulo já vem atualizado sendo necessário apenas carregar o código de uso na IDE do Arduino não sendo necessário atualizações do firmware. Esses módulos possuem preços acessíveis de valor aproximado (ESP8266, 2014).

Essas comunicações são utilizadas para automação, mas a escolha depende do que será automatizado. É necessário saber o que será automatizado, qual distância será necessária e a velocidade de processamento para escolha da melhor opção.

Nesse projeto será utilizado o módulo *Bluetooth* para controle do aspirador de pó robotizado por ter uma resposta rápida em relação aos comandos e o módulo ESP8266 para controle de iluminação e ventilação por ser um módulo que consome menos energia e tem um alcance maior.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi desenvolvido um questionário no Google Drive com o objetivo de verificar quais eram as dificuldades dos portadores de necessidades especiais com dificuldades em locomoção motora em suas residências. Este questionário foi composto de nove questões objetivas e subjetivas em que foram abordados os itens referentes à sua moradia e possível implementação de sistemas automatizados.

Após a elaboração do questionário, este foi aplicado via internet a dezesseis pessoas e os dados foram analisados de modo quantitativo através de gráficos, possibilitando a amostragem dos resultados conforme os possíveis itens a serem automatizados.

O trabalho tem caráter prático por ser desenvolvido um projeto de sistema de automação residencial aplicado à residência de um portador de necessidade especial, buscou-se verificar quais os processos diários apresentavam limitação na realização pelo morador de forma independente e quais dificuldades poderiam ser minimizadas com esse projeto. Foram consideradas as sugestões pontuadas pelos portadores de necessidades especiais que responderam ao questionário de modo que, em suas residências, houvesse as alterações de acordo com suas necessidades, oferecendo uma maior autonomia nas atividades domésticas.

Após a análise dos questionários, foram definidos quatro sistemas de automação a serem implementados: controle de iluminação, controle do ventilador, protótipo de porta automática e aspirador de pó robotizado controlado via celular. Subsequentemente estes sistemas foram projetados, construídos e instalados na residência de um dos entrevistados. Para a criação

desse sistema, foi utilizado o laboratório da faculdade para realização de testes e montagem dos dispositivos, os recursos necessários foram:

- Recursos materiais: Arduino uno, ESP9266, ponte H L298N, módulo *bluetooth* HC-06, motor 12Vdc, *shield* relé, *jumpers*, bateria 12V e 7A, aspirador de pó portátil 60W, suportes, rodas, botões, fonte com saída 12/-12/5V, fim de curso, madeira, correia dentada e sensor infravermelho;

- Recursos humanos: portador de necessidade especial e projetista;

- Recursos financeiros: R\$ 466,00 para compra dos materiais;

- Software: Proteus, Word, Excel, Google drive e IDE Arduino, ESPlorer, Nodemcu Firmware, aplicativo MIT App Inventor.

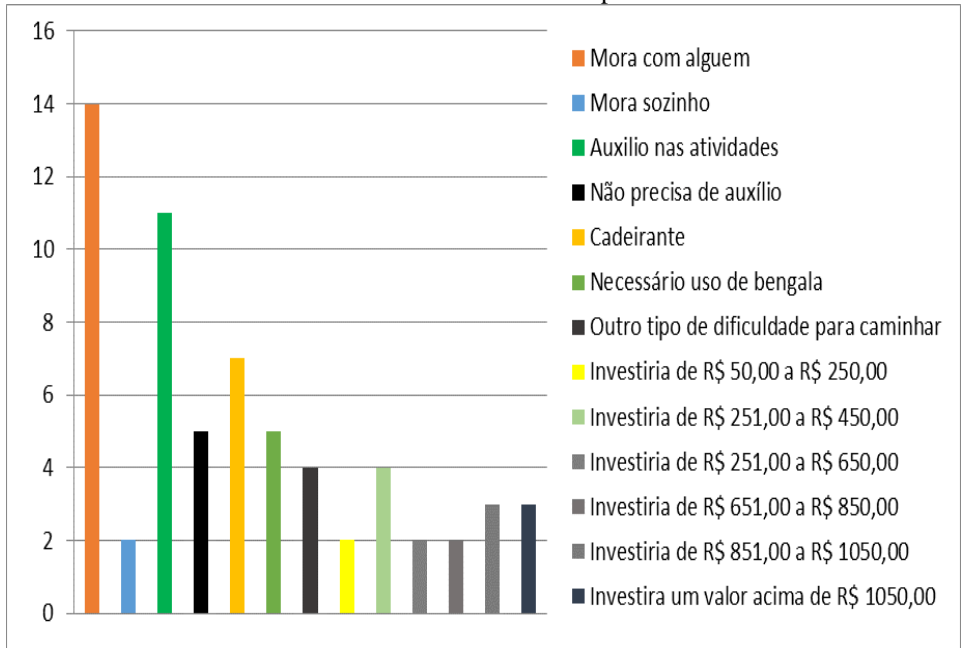
Após a construção e instalação dos sistemas na residência, foram feitos testes de funcionamento com o usuário e a coleta dos resultados. Esses resultados foram analisados e apresentados para demonstrar seu custo benefício e viabilidade, atendendo totalmente ou parcialmente as dificuldades apresentadas pelo usuário.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Questionários**

Foram aplicados dezesseis questionários para pessoas que possuem alguma dificuldade física de locomoção motora com o objetivo de verificar quais tipos de sistemas seriam necessários aplicar em sua residência para melhorar sua autonomia em relação à execução de tarefas. A seguir estão os resultados das principais perguntas a respeito dos questionários.

Gráfico 1- Dados coletados mais importantes



Fonte: Do autor(2016).

Em relação ao local que moram 62,5% dos entrevistados moram em casa e apenas 37,5% mora em apartamento, levando em consideração que a casa é um local que dispõe uma melhor acessibilidade para os portadores de necessidades especiais com dificuldade em locomoção motora.

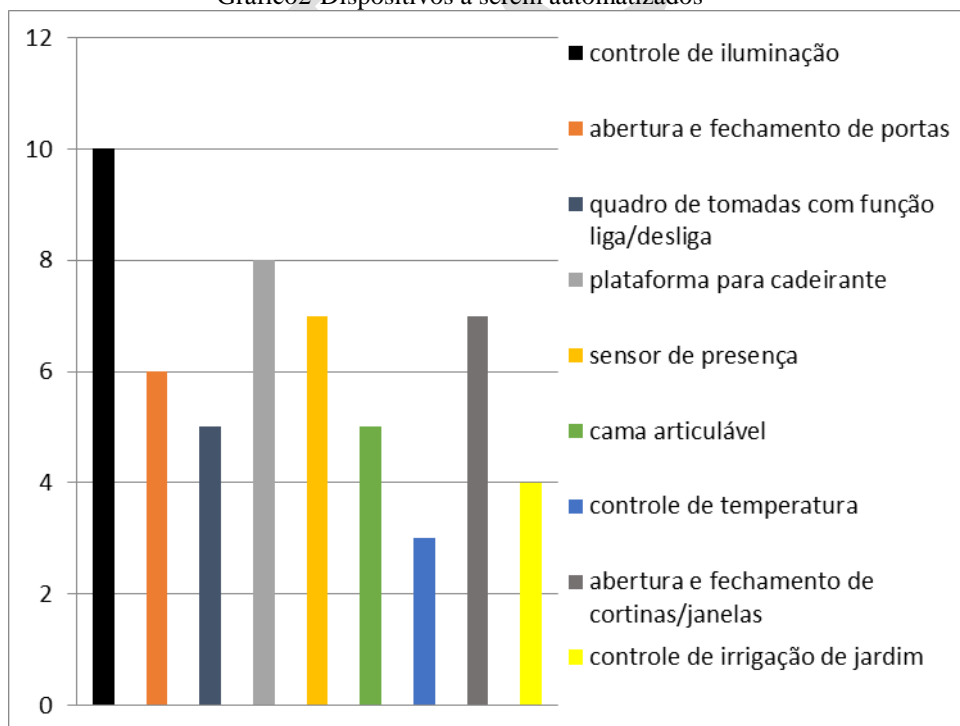
Esse gráfico apresentado mostra que 87,5% dos portadores moram com alguém e apenas 12,5% moram sozinhos. É muito importante para mostrar que pessoas com dificuldade em locomoção motora necessitam de auxílio de alguém para executar suas atividades caseiras e afirma que 68,8% dos entrevistados necessitam dessa ajuda.

Dentre os entrevistados, 43,8% são cadeirantes apresentando a maior porcentagem, seguindo de 31,3% que necessitam de bengala para se

locomover e 25% outras necessidades, como por exemplo, necessário apoio para locomoção em distâncias um pouco maiores.

Outra pergunta importante para análise é saber qual valor o entrevistado estaria disposto a investir na sua automação residencial e segundo as respostas, 25% estaria disposto a investir de R\$ 251,00 a R\$ 450,00 reais e seguindo de 18,8% o valor de R\$ 851,00 a R\$ 1050,00 ou outros valores. Porém o valor que uma instalação automatizada em uma residência depende da quantidade de dispositivos que a pessoa gostaria de instalar, mas de acordo com o projeto, os valores a serem investidos estão dentro da porcentagem que a maioria estaria disposta a gastar.

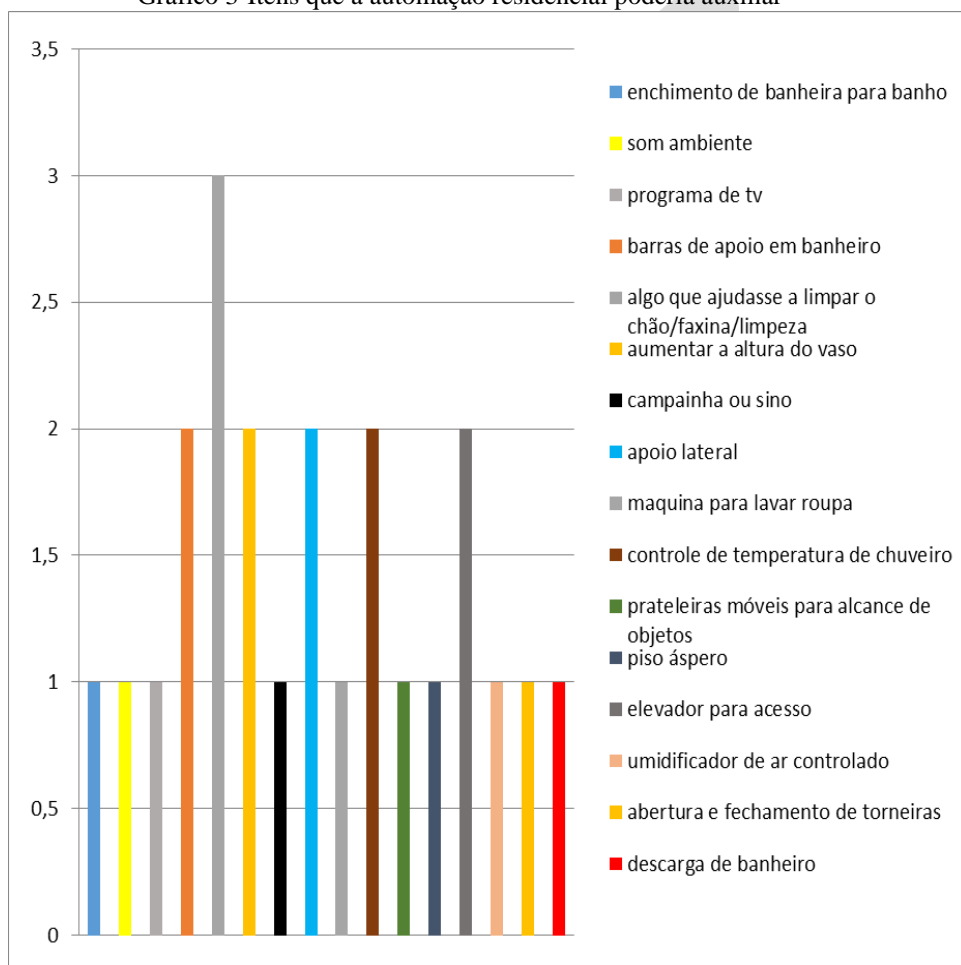
Gráfico2-Dispositivos a serem automatizados



Fonte: Do autor(2016).

Foram listados alguns dos dispositivos que poderiam ser automatizados em suas residências, e dentre os informados, os que mais foram solicitados são: Controle de iluminação, plataforma para cadeirante, sensor de presença, abertura e fechamento de cortinas e janelas, abertura e fechamento de portas.

Gráfico 3-Itens que a automação residencial poderia auxiliar



Fonte: Do autor(2016).

Essa pergunta foi feita com o intuito de identificar algum item que poderia ser automatizado em uma residência que não consta na questão anterior, e entre as respostas, uma que chamou a atenção foi de auxílio em limpeza da residência.

## **4.2 Escolha do sistema e portador**

Diante da pesquisa efetuada, a portadora de necessidades especiais Irmgard, mora em uma casa e possui dificuldade em locomoção motora com necessidade de apoio ao caminhar.

Os sistemas instalados em sua residência foram escolhidos de acordo com o questionário respondido, onde o sistema de iluminação e ajuda em relação à limpeza seriam pontos importantes para alguma alteração automatizada.

## **4.3 Controle de iluminação e ventilação**

O acionamento da iluminação e ventilação é feito remotamente via *smarthphone* que faz comunicação pelo módulo ESP8266 com a rede Wireless da residência que em determinado local de sua casa a luz acende ou apaga e liga ou desliga o ventilador, foi instalado em paralelo com o interruptor tradicional para que se possa acionar ou apagar em ambos locais.

O sistema funciona da seguinte forma: pelo software Nodemcu, foi instalado o firmware no módulo de comunicação ESP8266, após a instalação, foi programado em Lua no software ESPlorer para o acesso no IP (*internet*

*protocol*) endereço da rede e criação de uma página *Web* que se comunicação com o usuário.

O módulo foi instalado em paralelo com o interruptor da luz para que se possa ter acionado em ambos locais, assim o portador pode acionar a lâmpada tanto por interruptor quanto pelo celular e computador apenas entrando na página *Web* que foi criada.

Para essa instalação foram necessários os seguintes materiais: protoboard, módulo ESP8266, resistores de 10k ohms e 20k ohms para divisor de tensão, pois sua entrada de alimentação necessita de 3.3V, *shield* relé e a bateria de 5V. O valor desse projeto ficou em R\$ 45,00, sendo um sistema de baixo custo para acessibilidade em todos os tipos de classes sociais.

O cálculo para divisor de tensão se dá através de uma técnica para criar uma tensão elétrica ( $V_{out}$ ) a partir da proporção da tensão de entrada ( $V_{in}$ ):

$$V_{out} = \frac{R2}{R1 + R2} \cdot V_{in}$$

1)

Onde:

$V_{out}$  = Tensão de saída de 3.33V;

R2 = Resistor de 20k Ohms;

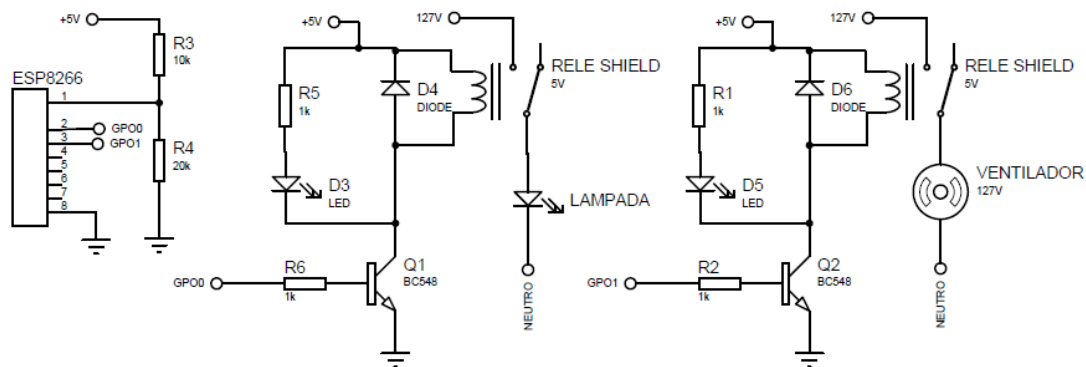
R1 = Resistor de 10k Ohms;

$V_{in}$  = Tensão de entrada de 5V.

Resultando em uma tensão de saída de 3.33V, tal tensão utilizada para alimentação do módulo ESP8266 conforme sua especificação.

O circuito elétrico do sistema de iluminação e ventilação foi montado no software Proteus como demonstrado na figura 4.

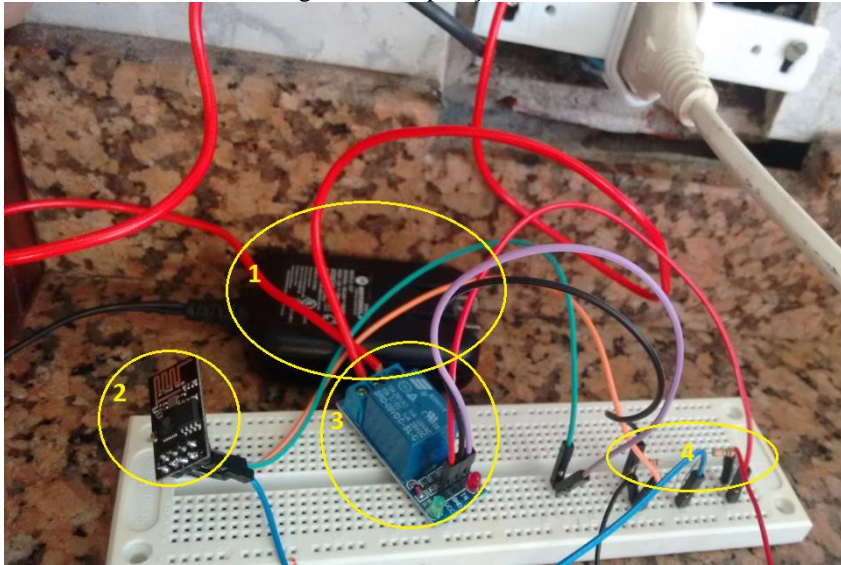
Figura 4- Circuito elétrico iluminação



Fonte: Do autor (2016).

O acionamento desse sistema é feito por uma página no navegador da internet com o IP da casa, essa página pode ser acessada por qualquer dispositivo que está conectado ao IP da residência, onde possui 2 saídas, sendo elas: (*OUT1*) para a iluminação e saída 2 (*OUT2*) para a ventilação. Para a conexão do sistema é necessário entrar em uma página *Web*, digitar o IP da residência na barra de endereço e acionar os botões que acionam ou desligam o sistema.

Figura 5-Composição física



Fonte: Do autor (2016).

A composição física do esquema de ligação para acionamento do ventilador encontrado na figura 5 identifica os componentes utilizados, como sendo:

- 1 – Fonte de alimentação;
- 2 – Modulo de comunicação ESP8266;
- 3 – Rele de acionamento;
- 4 – Divisor de tensão.

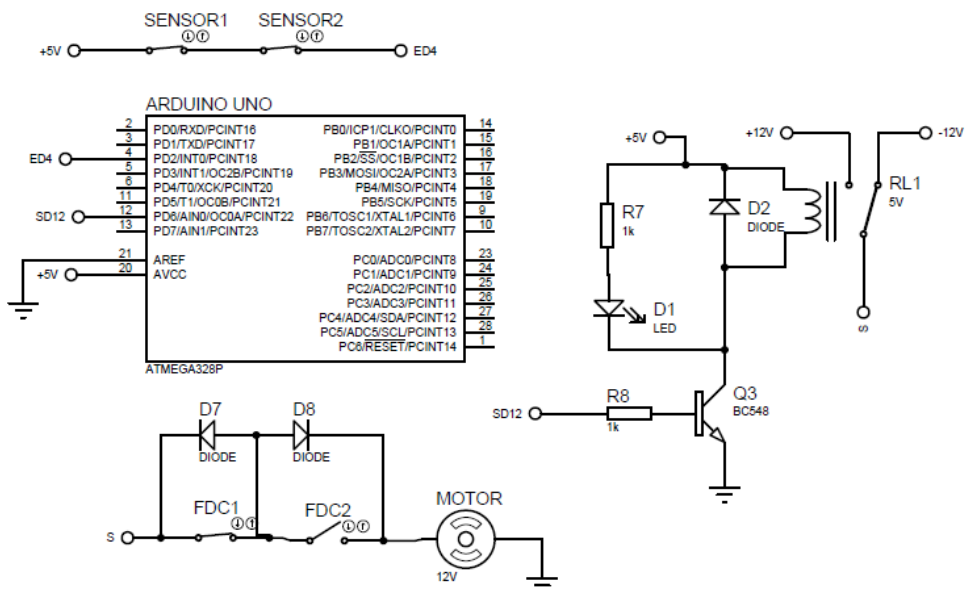
Foi instalado o sistema de automação para acionamento de luz e ventilador na residência da portadora, sendo testados com tal para coleta dos resultados, de acordo com a portadora, os dispositivos atenderam suas expectativas, sendo um ótimo uso para que possa acioná-los quando optar sem precisar se locomover e com um ótimo custo de aquisição. Sistemas com acionamentos automáticos sem fio comercializados no mercado são em torno

o dobro do preço, sendo que a distância máxima de acionamento cai pela metade, viabilizando ainda mais o projeto em questão.

#### 4.4 Porta automática

Foi projetado um protótipo de porta automática para demonstração de seu uso em uma residência, para a porta foram necessários os seguintes materiais: 2 sensores infravermelhos, 1 motor 12V, fonte saída 12V/-12V/5V, Arduino uno, *shield* relé, 2 chaves fim de curso, 1 correia dentada e madeira para construção. O protótipo teve um custo de R\$ 171,00.

Figura 6-Esquema porta automática



Fonte: Do autor (2016).

Para sua automação, foi programado no Arduino através dos sinais de entrada dos sensores para acionamento do motor, que nele constava também um tempo de espera para o seu fechamento.

Figura 7-Porta automática



Fonte: Do autor (2016).

Conforme figura 7:

- 1 – Driver relé;
- 2 – Arduino uno;
- 3 – Sensor infravermelho;
- 4 – Fonte de energia;
- 5 – Motor vdc;
- 6 – Chave fim de curso 1;
- 7 – Chave fim de curso 2.

O protótipo mostrou-se satisfatório e após a instalação e teste, foi retirado resultado com a portadora informando que instalaria em sua

residência sob maior escala tendo em vista o valor informado. Portas automáticas comercializadas são cerca de 60% mais caras.

#### 4.5 Aspirador de pó robotizado

Como as respostas coletadas pelos questionários apresentaram grande interesse na área de limpeza, foi projetado um aspirador de pó robotizado que por comunicação *bluetooth* acionada por um aplicativo no celular, é capaz de aspirar as sujeiras encontradas no chão da residência com comandos: frente, atrás e laterais.

Para esse projeto foram necessários uma plataforma para layout do robô, 3 rodas, 2 motores dc, aspirador de pó portátil 60W, bateria 12V e 7A, Arduino uno, ponte H L298N, módulo *bluetooth*HC-06 e *jumpers*. O valor total ficou em R\$ 250,00, sendo um valor um pouco maior que o sistema de iluminação, porém, quando relacionados a produtos parecidos encontrados no mercado é bem mais acessível.

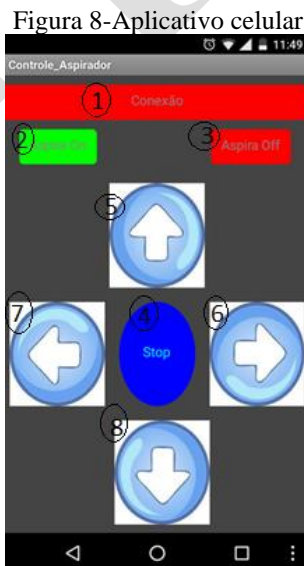
O algoritmo desenvolvido pela IDE do Arduino é transferido para a placa via USB. As principais diretivas de programação utilizadas foram às declarações das variáveis, os comandos efetivos para controle dos motores. As principais funções foram para inicialização e configuração dos periféricos de entrada, saída, serial e PWM, contendo uma função principal para definição de comandos enviados pelo aplicativo e finalizando com as sub-rotinas que definem a locomoção do robô:

- “*Int*”
- “*Void*”
- “*Setup*”

- “Loop”
- *atras()*:
- *frente()*:
- *direitafrente()*:
- *esquerdafrente()*:

O aplicativo utilizado no celular foi criado pelo APP Inventor, onde projetou o layout do aplicativo e em seguida sua programação. Para baixar o aplicativo no celular é necessário ter outro aplicativo (MITApp Inventor 2 Companion) que escaneia o QR código e baixa o aplicativo criado no celular.

A programação inicia com a conexão do *bluetooth* e posteriormente os comandos dos botões para sintonizar com a programação do Arduino. Em seguida a figura 8 mostra o layout do aplicativo no celular do controle do aspirador robotizado.



Fonte: Do autor (2016).

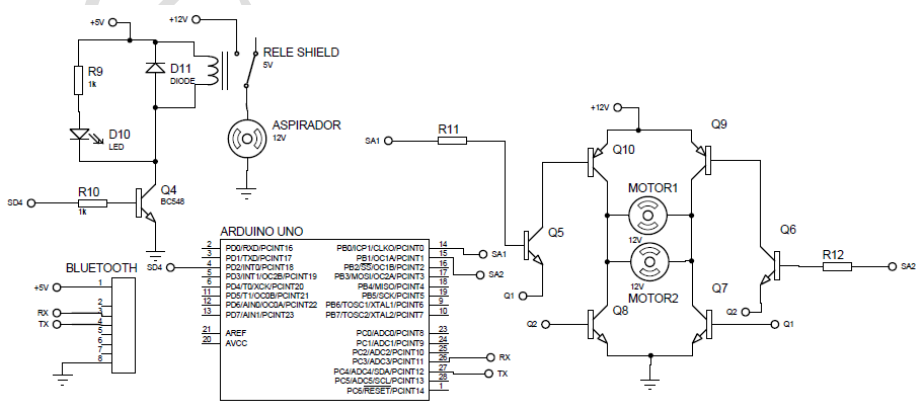
Composição dos botões:

- 1 – Conexão via *bluetooth* do celular para o módulo;
- 2 – Acionamento do aspirador pelo relé;
- 3 – Desligamento do aspirador pelo relé;
- 4 – Parada dos motores que movimenta o robô;
- 5 – Movimento para frente do robô;
- 6 – Movimento para lateral direita do robô;
- 7 – Movimento para lateral esquerda do robô;
- 8 – Movimento para trás do robô.

O aplicativo possui oito botões, onde o primeiro é para conexão do *bluetooth* com o celular, em seguida são os botões para acionar e desligar o aspirador de pó, posteriormente são os botões de comando de direção do robô.

O circuito elétrico do aspirador de pó robotizado está esquematizado na figura 9 sendo feito no *software* Proteus.

Figura 9- Circuito elétrico aspirador de pó robotizado



Fonte: Do autor (2016).

De acordo com o esquema elétrico, foi montado o aspirador de pó robotizado, onde primeiramente foi montado sua superfície e suportes, em seguida colocados os motores e rodas para depois fazer a montagem dos equipamentos em cima. O aspirador foi fixado em um suporte de alumínio moldado para que pudesse ficar com o bocal perto do chão para coletar a sujeira. A figura 10 exemplifica a composição dos materiais.

Figura 10-Aspirador de pó robotizado



Fonte: Do autor (2016).

Conforme ilustrado:

- 1 - Aspirador de pó;
- 2 - Arduino Uno, *bluetooth* e botão NA;
- 3 – *Shield* Relé;
- 4 - Ponte H;
- 5 - Fonte de alimentação;
- 6 – Roda e motor.

De acordo com o que foi apresentado na figura e seu descritivo, para o funcionamento do dispositivo é necessário acionar o botão que energiza o sistema, conectar o *bluetooth* no aplicativo do celular e começar a utilizar, após acabar a bateria é necessário uma recarga longa para carregamento completo da bateria.

Através da integral  $P_{med}$ , foi obtido o valor de potência drenada pela carga da fonte de 84W:

$$P_{med} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T I(t) \cdot U(t) \cdot dt \quad 2)$$

O aspirador consome 60W, os motores consomem 1,2W cada, o módulo *bluetooth* 0,04W, totalizando uma potência de 62,44W, onde 21,56W restantes, são suficientes para consumo dos outros componentes que precisam de pequena potência para seu funcionamento.

A eficiência do sistema se dá através da razão entre a potência de saída pela potência de entrada:

$$Eficiência = \frac{P_{saída}}{P_{entrada}} \quad 3)$$

Resultando em uma eficiência de 74% do sistema, onde em média se tem a durabilidade de 1 hora de funcionamento até que necessite de nova recarga.

O robô foi testado e apresentado à portadora em sua residência, ele funciona para coleta de sujeira do chão e consegue ficar ligado em torno de uma hora antes de acabar a carga de sua bateria, é necessário também que ocorra paradas para esfriar o aspirador.

Segundo a portadora, ele aspira sujeiras mais leves, tendo uma pequena dificuldade inicial em comandar o robô, porém, ficou muito satisfeita com o protótipo afirmando ser um bom uso além de divertido, com um custo acessível ao serviço que lhe é proposto. Com relação a produtos similares presentes no mercado, este protótipo tem uma economia no valor de aquisição de pelo menos 350%.

#### **4.6 Tabulação dos resultados**

De acordo com as instalações realizadas na residência da portadora de necessidade especial, foram observados os seguintes resultados:

Conforme a tabela analisada, onde “sim” equivale 100%, “parcialmente” 50% e “não” 0%, declara que o projeto atendeu as expectativas em relação ao seu uso, provando que um sistema de baixo custo pode ser implementado em uma residência para acessibilidade de portadores de necessidades especiais.

Tabela 4- Análise das respostas

Perguntas	Respostas	Análise
O aspirador atendeu as necessidades?	Parcialmente, aspirando pequenas sujeiras	50%
O custo do aspirador está dentro do orçamento previsto?	Sim	100%
O sistema de acionamento de lâmpada e ventilador atendeu as necessidades?	Sim	100%
O custo do acionamento de lâmpada e ventilador está dentro do orçamento previsto?	Sim	100%
O protótipo da porta automática foi aprovado?	Sim	100%
O sistema completo atendeu suas necessidades?	Sim mas não completamente	90%

Fonte: do autor (2016)

#### 4.7 Perspectiva para trabalhos futuros

A automação abrange várias áreas que através do seu contexto, é possível a criação de dispositivos, melhorias de processos e avanço tecnológico pela implementação da robótica. Através dos dispositivos criados neste trabalho, é possível incrementar mais funções e difundir a automação tanto pela robótica como utilizá-las em outras áreas, sendo uma delas a industrial.

#### 4.7.1 Automação industrial

Segundo Silveira e Lima (2003), A automação industrial vem em busca de sistemas que minimizam a mão de obra repetitiva, aumentam a produtividade e lucratividade da empresa por controle eficiente e seguro.

Em grandes indústrias, é possível encontrar um bom número de portadores de necessidades especiais, onde o uso de uma porta automática auxiliaria tanto para os portadores que possuem dificuldade motora, como também o fluxo contínuo do pessoal no local onde é necessário manter a porta fechada.

É pouco encontrado também sistemas de controle de dispositivos via comunicação sem fio, o que é possível se fosse implementado pela ethernet, ou também por uma comunicação um pouco mais confiável como o protocolo ZIGBEE que pode ser trabalho em malha, sendo este usado com ênfase na baixa potência de operação e baixa taxa de transmissão de dados com custo reduzido. (VASQUES, et. al, 2010).

#### 4.7.2 Robótica

O aspirador de pó robotizado mencionado neste artigo tem a necessidade de um controle para comandá-lo a aspirar sujeiras encontradas pelo caminho, porém, é possível fazer com que o mesmo trabalhe sozinho com sensores que o auxiliam a andar pelo caminho correto aspirando toda a sujeira encontrada. Tais sensores têm a função de indicar o caminho que o aspirador deve passar e o cuidado para não colidir nos objetos e paredes

como também sentir algum desvio no chão para que não caia de nenhuma altura.

## 5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível determinar as principais limitações motoras encontradas pelos portadores de necessidades especiais e auxiliá-los nas atividades diárias. Como maior contribuição, temos a confecção de dispositivos automatizados e posterior instalação e teste nas residências, demonstrando a viabilidade financeira da aplicação do sistema e garantindo a autonomia dos portadores.

Os objetivos deste trabalho foram parcialmente alcançados, visto que o dispositivo aspirador de pó robotizado tem sua aplicação limitada a sujeiras pequenas e de maior leveza. Contudo, o sistema de ventilação, iluminação e porta atenderam as expectativas com relação ao custo e uso. Comparativamente a outros sistemas, a efetividade do sistema completo de baixo custo se mostrou aplicável nas residências sem a necessidade de alto investimento.

A metodologia utilizada revelou-se adequada ao permitir a busca por informações relacionadas às limitações encontradas, além de estar em conformidade com o sistema proposto inicialmente. Os resultados relacionados à instalação e teste de funcionalidade enfatizaram a aplicabilidade do sistema de baixo custo.

Em trabalhos futuros, a pretensão é a inclusão de dispositivos automatizados no ambiente industrial, tanto em infra-estrutura como máquinas e equipamentos. Instalação da porta automática em maior escala,

inclusão de sistema que permite o comando por meio da internet fora da residência e também a readequação na eficiência do aspirador robô possibilitando o recolhimento de sujeiras maiores.

## **AUTOMATION SYSTEM RESIDENTIAL SEEKING SPECIAL NEEDS PATIENTS**

### **Abstract**

Brazil has a very significant number of people with special needs, whether complete or partial, resulting in functional impairment of the individual in various situations. The home automation system offers a significant reduction in the difficulties of domestic accessibility of carriers with motor difficulty in their homes, bringing autonomy in performing routine tasks. However the technology used in the implementation of home automation still has high cost, which makes it uninteresting financially.

**Key-words:** Automation. Accessibility. Carriers of special needs.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Arduino & Genuino products**. 2016. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>. Acesso em: 18 Jul. 2016.

ARAÚJO, B. Q. ÍCARO; SOUTO, V. Filipe; JUNIOR G. C. Ademar. **Desenvolvimento de um protótipo de automação predial/residencial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica arduino**. Paraíba: Universidade Federal da Paraíba, 2012. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103723.pdf>>. Acesso em: 25 Out. 2015.

AZEVEDO, Leda. **Manual para acessibilidade**. Rio de Janeiro: Funlar, 2003. Disponível em: <[http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/manual\\_acess\\_rj.pdf](http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/manual_acess_rj.pdf)>. Acesso em: 04 Out. 2015.

BATISTA NETO, B. O.; MONTEIRO, F. Priscila; QUEIROGA, L. M. Sandro. **Aplicabilidade dos microcontroladores em inovações tecnológicas**. 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2433/2526>>. Acesso em: 27. Jul. 2016.

BEGHINI, L; Bragazza. **A automação residencial de baixo custo por meio de dispositivos móveis com sistema operacional android**. 2011. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-04022014-152853/?&lang=br>>. Acesso em: 03 Out. 2015.

ESPRESSIF SYSTEMS IOT TEAM. **ESP8266 datasheet**: version 4.3. 2015. Disponível em: <<http://download.arduino.org/products/UNOWIFI/0A-ESP8266-Datasheet-EN-v4.3.pdf>>. Acesso em: 27 Jul. 2016.

ESP8266. Community Wiki. 2014. Disponível em: <<http://www.esp8266.com/wiki/lib/exe/detail.php?id=esp8266-module-family&media=01-01.jpg>>. Acesso em: 16 Ago. 2016.

GOMES, Kelson. **Automação residencial**: acessibilidade no acionamento de dispositivos domésticos.2016. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfOwAAG/automacao-residencial-acessibilidade-no-acionamento-dispositivos-domesticos-utilizando-bluetooth?part=6>>. Acesso em: 17 Mai. 2016.

IERUSALIMSCHY, Roberto. **Uma introdução à programação em lua**. 2012. Disponível em: < [http://www.imago.ufpr.br/csbc2012/anais\\_csbc/eventos/jai/artigos/JAI%20-20Cap%205%20Uma%20Introducao%20a%20Programacao%20em%20Lua.pdf](http://www.imago.ufpr.br/csbc2012/anais_csbc/eventos/jai/artigos/JAI%20-20Cap%205%20Uma%20Introducao%20a%20Programacao%20em%20Lua.pdf)>. Acesso em: 04 Ago. 2016.

LUA. **A linguagem de programação**. 2016. Disponível em: <<https://www.lua.org/portugues.html>>. Acesso em: 04 Ago. 2016.

MARQUES, Matheus. **Automação inclusiva**. 2016. Disponível em: <[http://www.automacaoinclusiva.com.br/about\\_project.php](http://www.automacaoinclusiva.com.br/about_project.php)>. Acesso em: 18 Mai. 2016.

MOACIR NETO, P. **Automação residencial**. Disponível em: <<https://snt150.mail.live.com/mail/ViewOfficePreview.aspx?messageid=mgij8YUzc85RGBK9idZ19jmA2&folderid=flinbox&attindex=0&cp=&attdepth=0&n=23168233>>. Acesso em: 10 de Out. 2015.

MORIMOTO, Carlos Eduardo. **Redes, guia prático**. Porto Alegre: Sul Editores, 2008.

NICHELE, B. Daniel. **Automação residencial**: um grande auxílio para idosos e deficientes. Universidade São Francisco. Curso de engenharia elétrica. Itatiba, 2010. Disponível em: <[lyceumononline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1897.pdf](http://lyceumononline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1897.pdf)>. Acesso em: 20 de Nov. 2015.

OLIVEIRA, Luiza Maria Borges. **Cartilha do censo 2010**: pessoas com deficiência. Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>>. Acesso em 17 Mai. 2016.

PACIEVITCH, Yuri. C++. 2016. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/informatica/cpp/>>. Acesso em: 18 Mai. 2016.

SILVEIRA, Leonardo. LIMA, Q. Weldson. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial**. UFRN-PP, 2003. Disponível em: <[http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1\\_13.pdf](http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf)>. Acesso em: 18 Nov. 2016.

VASQUES, L. R. P. Bruna. et al. **Engenharia eletrônica e de computação Redes de computadores I**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <[http://www.gta.ufrj.br/grad/10\\_1/zigbee/index.html](http://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/zigbee/index.html)>. Acesso em: 18 Nov. 2016.

VITAL, M. P. Flavia. **População com deficiência: os censos e seus critérios no Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/censos>>. Acesso em: 23 de nov. 2015.

# **ESTUDO DE CASO DE UMA UNIDADE COM MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA Á PARTIR DO BIOGÁS PROVENIENTE DA BIOMASSA**

**<ROMARIO CESAR DOS SANTOS><sup>1</sup>**

**<PAULO BRONIERA JUNIOR><sup>2</sup>**

**<KATIELLY TAVARES DOS SANTOS><sup>3</sup>**

## **Resumo**

A busca por novas fontes de geração de energia elétrica vem ganhando espaço no cotidiano da sociedade, algumas opções já são encontradas nas cidades do Brasil, mais poucas divulgadas. As mais comuns e evidentes tem sido a solar e a eólica, estas fontes tem contribuído com o meio ambiente e proporcionado durante seu funcionamento poluição zero. O objetivo deste trabalho de estudo de caso é apresentar os benefícios que uma unidade com microgeração distribuída a partir do biogás proveniente da biomassa pode oferecer ao usuário, ao meio ambiente e o sistema elétrico brasileiro, acrescentado quais os requisitos necessários pela companhia de energia elétrica e suas exigências para obter se um sistema com segurança e êxito. Na propriedade São Pedro Colombari onde se realizou o estudo tem conseguido bons resultados, como a redução no valor da conta de luz, custo que evitado nos meses de julho, agosto e setembro chegaram a R\$ 4571,27, pode acrescentar também sobre a diminuição nos gastos com óleo diesel utilizado nos tratores, responsável antigamente pela moagem de grão da fabrica de ração e a irrigação da pastagem. Além disso, evitou se a poluição de rios, córregos e lagos com os 1705 m<sup>3</sup> de dejetos dos animais confinados, e a emissão de aproximadamente 1000 m<sup>3</sup> de gases presentes durante a decomposição da biomassa dos animais e humanos, gases que são causadores

---

<sup>1</sup> Graduação – Tecnologia em Manutenção Industrial, da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: romario\_0389@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestre – Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: Paulo.broniera@pr.senai.br

<sup>3</sup> Mestre – Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: Katielly.Santos@fiepr.org.br

do aquecimento global. Para o sistema energético a possibilidade no adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

**Palavras-chave:** Meio Ambiente, Biogás, Geração Distribuída.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil em decorrência dos anos tem aumentado o seu crescimento na geração de resíduos sólidos urbanos, no ano de 2014 a geração total foi aproximadamente 78,6 milhões de toneladas. Muitos desses resíduos sólidos gerado pela população não tem destinos correto em seu depósito, tornando possível o descarte inadequado de 41,6% em lugares de convívio social (ABRELPE, 2014).

Na criação de animais o setor não é muito diferente onde o Brasil é um dos líderes abrigando milhões de cabeças de gado, porcos, aves, etc. Em estudos realizados pela Embrapa esses animais em confinamentos tem uma produção de estrume e urina de aproximadamente 410 milhões de toneladas/ano (GLOBO RURAL, 2011).

Todo esse montante de resíduos se não tratado de forma adequada prejudica de forma significativa o meio ambiente, ocasionando poluições a rios, córregos, nascentes, e chegando até aos lençóis freáticos com possíveis infiltrações de solo. Exposto a céu aberto libera durante seu processo de decomposição os famosos gases dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o gás metano (CH<sub>4</sub>), gases que são responsáveis pelo o efeito estufa na atmosfera e contribuinte para o aquecimento global.

Segundo Sanquetta (2004) apud Rossetto (2014) o gás metano ( $\text{CH}_4$ ) presente no biogás de esgoto é cerca de 20 vezes mais prejudicial (agressivo) ao meio ambiente do que o  $\text{CO}_2$  sendo o principal responsável pelo aumento da concentração de gases de efeito estufa em consequências das emissões de causa antrópica.

Segundo Juras (2013) as emissões de gases estufa produzidas pelas atividades humanas são a principal causa do problema. Onde que nas últimas décadas a temperatura teve uma média em seu aumento de  $0,78^\circ \text{C}$ , já o nível do mar um aumentou que chega cerca de 19 centímetros entre 1901 e 2010.

Por decorrências dessas poluições que veem afetando ao meio ambiente e causando inúmeros problemas ao planeta e seres viventes, tem sido necessário a busca por fontes sustentáveis e renováveis para diminuição desses efeitos ao meio ambiente, portanto, torna se muito interessante o aproveitamento energético desses gases, liberado através de biomassas, conciliando a geração de energia elétrica renovável com a questão no saneamento ambiental, através da redução dos gases de efeito estufa e a poluição ambiental.

A implantação de biodigestores para tratamento desses dejetos e resíduos é uma grande forma de se diminuir as poluições ambiental, permitindo assim a elaboração de um novo produto, no caso o biogás, que depois utilizado em uma central termoelétrica ou gerador motor estacionário do tipo ciclo otto pode virar eletricidade, a matéria orgânica por sua vez transforma se em biofertilizante de alta qualidade e alto valor para a agricultura (ITAIPU SUSTENTAVEL, 2015).

A energia elétrica que a usina gerou durante a queima do biogás, pode ser utilizada pelo próprio usuário em atividades que necessitam de consumo

de eletricidade ou até mesmo exportado na rede de distribuição da concessionária no sistema de geração distribuída, como prevê a resolução normativa 482/2012 da ANEEL (2016) (Agencia Nacional de energia Elétrica). Onde que por sua vez apresenta um aspecto econômico, por gerar renda e movimentar toda uma cadeia da economia local, agregando valores positivos e importantes, como a redução da poluição de rios e atmosférica. A geração distribuída tem vantagem sobre a geração central, pois economiza investimentos em transmissão e reduz as perdas nestes sistemas, melhorando a estabilidade do serviço de energia elétrica, tonando se possível obter maior eficiência energética (INEE, 2016).

Com base nos problemas discutidos, vários trabalhos tem apresentados soluções para minimizar os impactos ambientais e melhorias na eficiência do sistema de geração de energia elétrica do país. Apontado novas fontes viáveis e de grande desempenho na geração de eletricidade, trazendo resultados satisfatórios na diminuição da poluição do meio ambiente, e melhorias para o sistema de geração e transmissão de eletricidade do Brasil.

No trabalho de Rossetto (2014), é demonstrado o desempenho do motor de ciclo otto na geração de energia elétrica utilizando o biogás como fonte de combustível, apontando em seus resultados, um desempenho de 76% com esse tipo de fonte de combustível, e que pode ser melhora se utilizado gasolina em sua mistura.

Em Vergílio (2012), são apresentadas pequenas centrais hidrelétricas as quais surgem como umas das soluções para os problemas socioambientais, causados por novas instalações de usinas hidrelétricas. Que visa à utilização dessas pequenas centrais hidrelétricas para possibilitar melhor atendimento as necessidades de carga de pequenos centros urbanos, locais remotos e regiões

rurais, através da geração distribuída, responsável por promover a descentralização do sistema. Apresentando formas rápidas e eficientes de promover a expansão de oferta de energia elétrica.

Assim, a proposta deste trabalho é a realização do estudo de caso em unidade de microgeração de energia elétrica que venha utilizar o biogás como combustível para funcionamento do motor de ciclo otto.

Abordando o que o sistema de geração distribuída vem trazer de benefícios para os usuários, ao meio ambiente e ao sistema elétrico Brasileiro. Mostrar os requisitos necessários e imposto pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL) para se exportar a energia excedente, no sistema de geração distribuída. O cuidado que deve se tomar com essa aplicação (medição, proteção).

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Nesta seção serão apresentados os conteúdos de maior relevância no desenvolvimento do estudo, apresentando uma breve explicação sobre cada assunto abordado durante a pesquisa. Através desses assuntos poderá se compreender melhor a real finalidade do estudo realizado em uma microgeração de energia elétrica a partir do biogás.

### **2.1 Biogás**

O Biogás é uma mistura orgânica composta principalmente pelo dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ). É produzido através da digestão anaeróbica, processo fermentativo que tem a finalidade de remover matéria

orgânica, formar biogás e produzir biofertilizantes (JUNQUEIRA, 2014). Os biofertilizantes são o resto da biomassa após o processo fermentativo, nele são apresentados teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio.

Esse processo é composto de quatro fases, a hidrólise, acidogênese, acetogênese, e metanogênese.

O biogás após seu processo de fermentação é composto com cerca de 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas voláteis e oxigênio (PECORA, 2006).

## **2.2 Biodigestor**

O Biodigestor Anaeróbio é uma central tecnológica que acelera o processo de decomposição da matéria orgânica. Em um biodigestor anaeróbio os produtos resultantes do processo de decomposição ou biodigestão se apresentam na forma gasosa, o biogás, e na forma líquida que dependendo da matéria orgânica e da tecnologia utilizados podem ser usados como biofertilizantes, porém existe dois processos de produção, o contínuo e descontínuo. Na formação descontínua, a biomassa é colocada dentro do biodigestor que é totalmente fechado, sendo reaberto somente após a produção de biogás, o que leva mais ou menos noventa dias, onde após a fermentação da biomassa, o biodigestor é aberto, limpo e novamente carregado para um novo ciclo de produção do biogás (MACHADO, 2016). No modelo de produção contínua, o processo pode ser desenvolvido por um longo período, sem que haja a necessidade de abertura do equipamento, sendo colocado no biodigestor ao mesmo tempo que se retira o

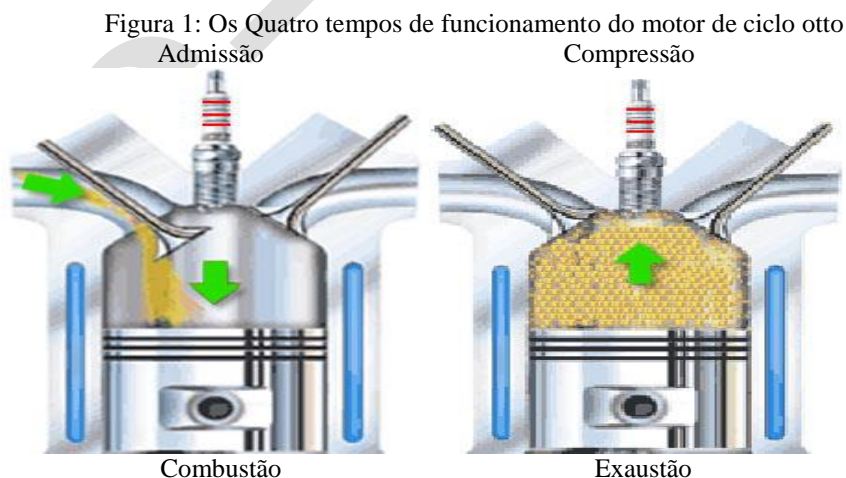
biofertilizante. Os tipos de biodigestores mais utilizados são o Indiano, o Chinês e o Canadense (Tubular).

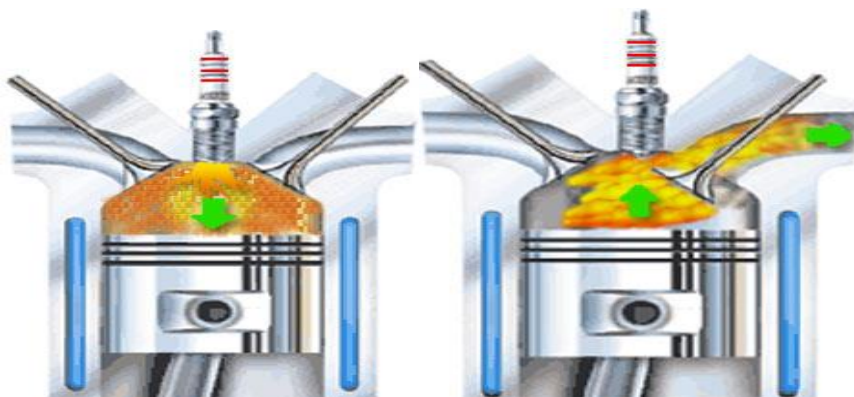
### 2.3 Motores ciclo otto

O motor a combustão interna ciclo Otto é uma máquina que trabalha com os princípios da termodinâmica e com os conceitos de compressão e expansão de fluidos gasosos para gerar força e movimento rotativo. Criado e patenteado por Nikolaus August Otto, por volta do ano de 1866, este motor funciona com um ciclo de quatro tempos e os mesmos princípios até os dias atuais (ROCHA, 2009).

De acordo com BRENNEISEN (2013) os quatro tempos que esse tipo de motor realiza são admissão, compressão, combustão e exaustão.

A Figura 1 apresenta os quatro tempo de funcionamento do motor ciclo otto.





Fonte: Rocha (2009)

## 2.4 Geração distribuída

De acordo com Instituto Nacional de Eficiência Energética a geração distribuída (GD) é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do consumidor independente da potência, tecnologia e fonte de energia. Na GD inclui-se a co-geração, geradores de emergência, painéis foto-voltaicos, e pequenas centrais hidrelétricas (INEE, 2016). Na Figura 2 pode se entender melhor o conceito da geração distribuída, notando que ela acontece no ponto mais próximo da rede de distribuição, aos consumidores de eletricidade mais próximos da descentralizada, evitando com que a energia elétrica gerada pelas usinas centralizadas evite se locomover milhões de quilômetros até chegar aos pontos de distribuição da concessionária.

Figura 2: Conceito de geração distribuída.



Fonte: Itaipu Binacional (2012)

A GD embora parecesse ser um termo novo já chegou a ser regra na primeira metade do século, quando a energia industrial era praticamente toda gerada localmente. Na década de 40, ela deixou de ganhar forças, quando a geração em centrais de grande porte ficou mais barata ao consumidor, reduzindo o interesse desses pela GD, e como consequência, acabando influenciado no desincentivo do desenvolvimento tecnológico para esse tipo de geração. Só a partir das crises do petróleo e o monopólio da geração elétrica em meados de 80 e 90, o desenvolvimento de tecnologia voltou a ser incentivado com visíveis resultados na redução de custos.

O estímulo a GD se justificam pelos potenciais benefícios que essa modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. No caso o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a

minimização das perdas e a diversificação da matriz energética (ANEEL, 2016).

De acordo com o programa de desenvolvimento da geração distribuída (ProGD), estima-se ampliar e aprofundar a geração de energia pelos próprios consumidores, com bases em fontes renováveis de energia. Acredita-se que até 2030, 2,7 milhões de unidades consumidoras poderão ter energia gerada por si mesma, o que pode resultar em 23.500 MW (48 TWh produzidos) de energia limpa e renovável. Com isso, o Brasil pode evitar que sejam emitidos 29 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera (PROGD, 2015).

Conforme as regras estabelecidas pela Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, modificada pela Resolução Normativa ANEEL nº 687/2015, é permitido aos consumidores à instalação de geradores de pequeno porte em suas unidades de consumo e utilizar o sistema elétrico para injetar o excedente de energia, e que serão convertidos em créditos de energia válidos por 60 meses. Esses créditos poderão ser utilizados em forma de compensação para abater o consumo da própria unidade consumidora em meses seguintes ou em demais unidades com registro no mesmo cadastro de pessoa física (CPF) ou cadastro de pessoa jurídica (CNPJ) (ANEEL, 2012).

Para que isso seja possível é necessário que o consumidor tenha sua própria geração de energia elétrica, e se adeque aos requisitos estabelecidos pela concessionária de sua localidade para que esse sistema possa ser empregado em sua propriedade.

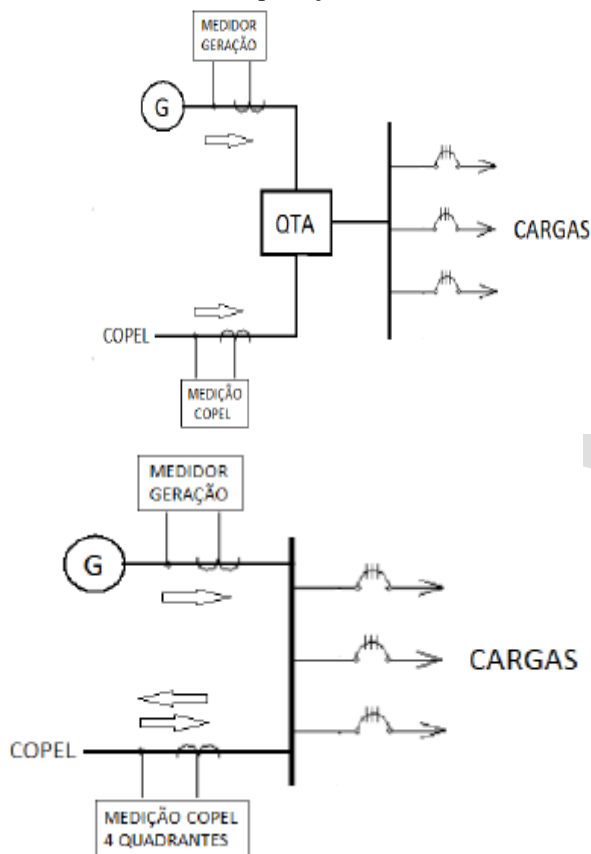
### 2.4.1 Geração própria de energia elétrica com acesso para geração distribuída

A geração própria (GP) é nada mais do que o consumidor gerar sua própria energia de consumo, ou percentualmente dela, através de fontes de energias renováveis ou não renováveis. Para isso ele deve estabelecer os requisitos para conexão de geradores de energia elétrica em unidades consumidoras do grupo A conectadas ao sistema Elétrico de Distribuição da Copel, no âmbito da Resolução Normativa ANEEL nº 690/2015 que regulamenta a Portaria nº 44 de 11 de março de 2015, do Ministério Minas e Energia (NTC 903109, 2015).

De acordo com a Norma Técnica da Copel - NTC 903109 (2015), as unidades consumidoras que formalizarem o contrato de adesão deverão providenciar adequação técnica e a segurança das instalações elétricas da unidade consumidora, se atendendo para instalação de sistema para medição de energia elétrica gerada, sistema de proteção e projetos elétricos, conforme exigências.

Essa norma tem como intuito explicar os requisitos pra instalação de grupo motor gerador, apontando as formas de conexão do mesmo, no caso GP sem exportação ou GP com exportação para rede de distribuição, conforme Figura 3.

Figura 3: Diagrama Unifilar simplificado de GP sem exportação; e GP com exportação.



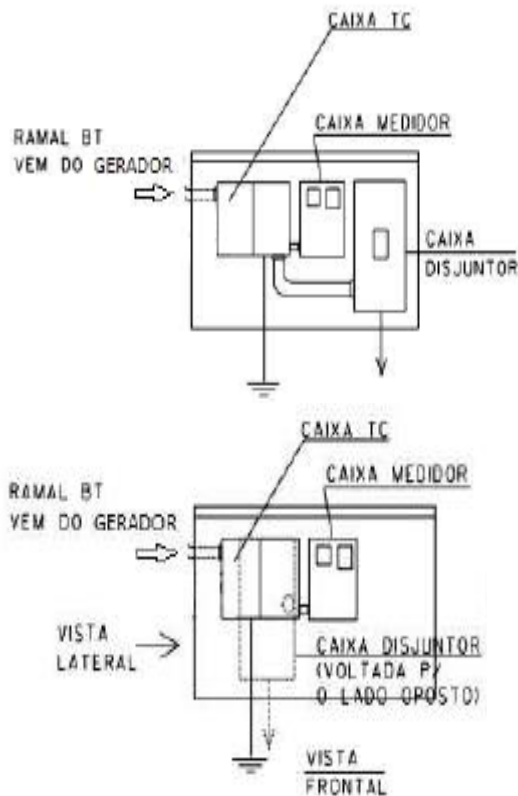
Fonte: NTC 903109 (2015)

Para se exportar energia elétrica para a rede da concessionária, geração distribuída ou sistema de compensação de energia elétrica, deve se atentar a Norma Técnica Copel - NTC 905200 (2014), que apresenta os requisitos para se conectar o gerador em paralelo permanente com o sistema elétrico da Copel, sem que venha colocar em risco os profissionais que trabalham na rede elétrica e o bom funcionamento do sistema.

## 2.4.2 Sistema de medição, sistema de proteção, e projetos elétricos.

Quanto ao sistema de medição segundo a Norma Técnica Copel (2015), as montagens devem ser previstos como na Figura 4.

Figura 4: Tipos de montagem de sistema de medição.



Fonte: NTC 903109 (2015)

Sistema de proteção da rede deve possuir elementos visíveis e acessíveis pela distribuidora, contendo apenas uma fonte de contribuição de curto-circuito, com base na premissa de que os equipamentos de proteção, religadores, fusíveis e chaves repetidoras são dimensionados e ajustados para

atender aos requisitos de suportabilidade, sensibilidade, seletividade, rapidez e confiabilidade operativa, de forma a não deteriorar o desempenho do sistema durante condições de regime e distúrbio do mesmo (NTC 905200 – Acesso GD) (NORMA TÉCNICA COPEL, 2014, p.26).

A seguir pode se presenciar na Tabela 1 as proteções mínimas de proteção para essa aplicação:

Tabela 1: Proteções mínimas para conexão de geradores convencionais.

TABELA 5.1 - PROTEÇÕES MÍNIMAS PARA CONEXÃO DE GERADORES CONVENCIONAIS NO SISTEMA 13,8KV (SEM INVERSOR)							
CLASSIFICAÇÃO DA GERAÇÃO			MICROGERAÇÃO	MINIGERAÇÃO			
TIPO DE GERADOR			MONOFÁSICO, BIFÁSICO ou TRIFÁSICO - ASSÍNCRONO OU SÍNCRONO (nota 1)	TRIFÁSICO - ASSÍNCRONO OU SÍNCRONO	TRIFÁSICO SÍNCRONO		
FAIXA DE POTÊNCIA DA USINA (SOMA DA POTENCIA DOS GERADORES)			até 75 kW	76kW a 300kW	301kW a 500kW	501kW a 1.0MW	acima de 1.0MW
ELEMENTO DE DESCONEXÃO MANUAL - VISÍVEL		CHAVE SECCIONADORA	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
REQUISITOS NA USINA							
EQUIPAMENTOS	OBJETIVO	ESPECIFICAÇÃO					
TRAFO ABAIXADOR (EXCLUSIVO)	ISOLAR HARMÔNICOS E CORRENTES DE SEQUÊNCIA ZERO	D / Yat.		SIM	SIM		
	ISOLAR FLUTUAÇÃO	Yat.(R0->X0) Yat.				SIM	SIM
TRAFO DE ACOPLAMENTO NO GERADOR	ISOLAR HARMÔNICOS E CORRENTES DE SEQUÊNCIA ZERO	RELAÇÃO 1:1 - D / Yat.				SIM	SIM
DISJUNTOR NA BT			SIM	SIM			
DISJUNTOR OU RELIGADOR NA MT					SIM	SIM	SIM
ELEMENTO DE INTERRUPTÃO (E I) DISJUNTOR/ RELIGADOR COM RELÉS NO PONTO DE CONEXÃO	DESCONECTAR O GERADOR DO SISTEMA COPEL EM CASOS DE FALTAS E DISTURBIOS NA REDE	50/51 - 50/51N - 67- 67N - 50BF - 32		SIM	SIM	SIM	SIM
		81UIO - 27 - 59 - 25 - Anti ilhamento (78 - 81 dt/dt)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
		47 ou 60 - 51V - 46(I2) + 37				SIM	SIM
		59N e TPs (pl' trafoS D/Yat.)		SIM	SIM	SIM	SIM
	NAO PERMITIR O FECHAMENTO EM CASO DE PRESENÇA DE TENSÃO DO LADO INTERNO DA U.C.	SISTEMA LINHA VIVA E BARRA MORTA (27 e TPs no lado interno e externo da U.C.)		Nota 2	SIM	SIM	SIM
DISPONIBILIZAR PARA O CENTRO DE OPERAÇÃO DA COPEL OS COMANDOS E A SUPERVISÃO DO DISJUNTOR OU RELIGADOR DO PONTO DE CONEXÃO	SISTEMA DE COMANDO NO DISJUNTOR OU RELIGADOR NO PONTO DE CONEXÃO - SISTEMA E MEIO DE COMUNICAÇÃO (fibra óptica, rádio ou GPRS)		Nota 2	SIM	SIM	SIM	

Fonte: (NTC 905200, 2014)

A Tabela 2 mostra o ajuste exigido pela Copel no ponto de conexão para desconectar o gerador do sistema Copel em casos de faltas e distúrbios da rede.

Tabela 2: Ajuste 81U/O, 27 e 59 no ponto de conexão.

<b>Função</b>	<b>Estágio</b>	<b>Critério</b>
Subfrequência (81 U)	1°	58,5 Hz a 10 s
	2°	56,5 Hz instantâneo
Sobrefrequência (81 O)	1°	62 Hz a 30 s
	2°	66 Hz instantâneo
Sobretensão	único	105 % a 5 s
Subtensão	único	92 % a 2 s

Fonte: (NTC 905200, 2014).

Apresentação de Projeto elétrico da instalação de geração, medição e proteção, devera atender prescrições da Norma Técnica Copel - NTC 900100 (2016) que possui a descrição das características de cada componente a seguir:

- Memorial descritivo de medição e proteção;
- Esquema unifilar;
- Esquemas funcionais (ou esquema logico);
- Planta de situação;
- Projeto de implantação;
- Projeto de entrada de serviço;
- Detalhes da carga instalada;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- Licença ambiental simplificada ou licença previa; (NTC 905200, 2014).

A seguir na Tabela 3 apresenta os tipos de licenças necessárias em projeto para cada formato de microgeração e minigeração de energia elétrica.

Tabela 3: Licenças Ambientais Necessárias.

	Microgeração e Minigeração			
	Solar	Eólica	Térmica	Hidráulica
<b>Licença prévia</b>		x	x	x
<b>Licença de instalação</b>		x	x	x
<b>Licença de operação</b>		x	x	x
<b>Licença ambiental simplificada</b>	x			

Fonte: NTC 905200 (2015)

No momento da entrega técnica do GMG seguido através dessa norma, a Copel realizara o procedimento de vistoria na unidade consumidora com fim de verificar a adequação aos padrões técnicos e de segurança do mesmo, de acordo com as normas brasileiras. Solicitando o acompanhamento dos testes e ensaios no sistema que serão executados pelo profissional contratante do acessante, analisando questões relacionadas à segurança, condições de operação da unidade geradora, o atendimento aos requisitos mínimos de uma instalação elétrica e a funcionalidade dos esquemas de proteção, controle, sinalização e sistema de aterramento.

Caso no ato da vistoria a Copel identifique inadequações nas instalações da unidade, os responsáveis deverão proceder às correções necessárias, onde que após correção deve se informar a Copel, objetivando uma nova vistoria.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Descrição do estudo

O local escolhido para realização do estudo trata se de uma propriedade suinícola chamada Granja São Pedro ou Granja Colombari, localizada na área rural do município de São Miguel do Iguçu, no oeste do Paraná, região de forte concentração em criação de suínos.

A propriedade utiliza uma área de aproximadamente 50 hectares para a atividade de suinocultura, além de criação de bovinos em confinamentos, e áreas destinadas à agricultura convencional.

Na Figura 5 é apresentada uma vista local da propriedade e os galpões das atividades de suinocultura.

Figura 5: Vista aérea da propriedade Colombari



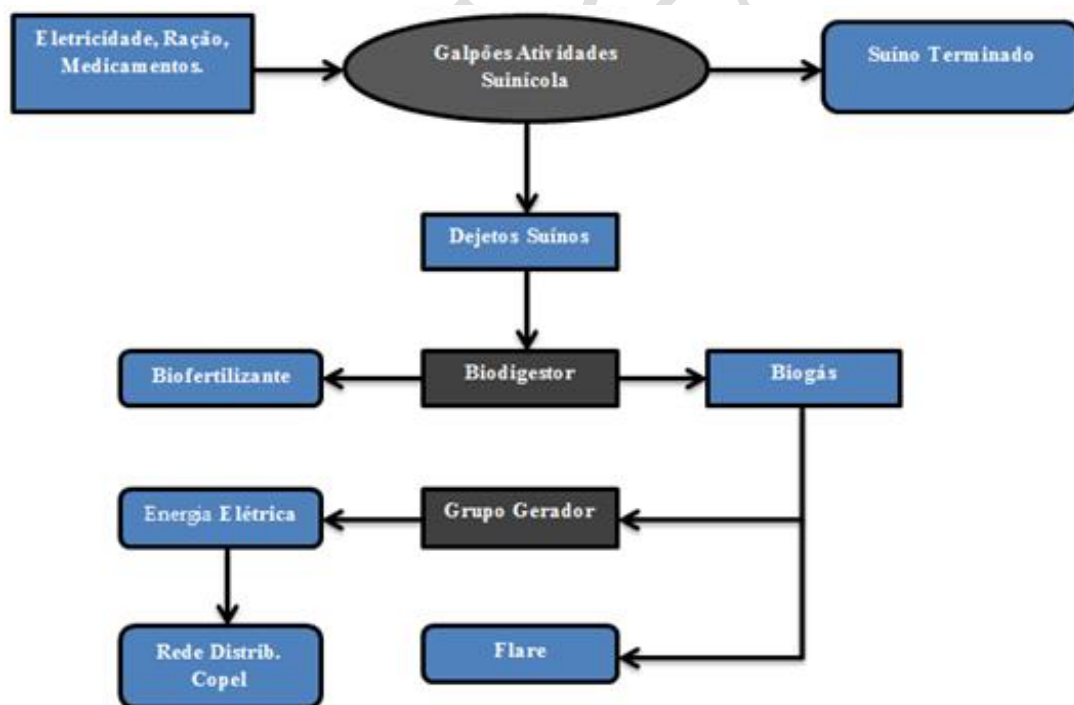
Fonte: Google Maps (2016)

De acordo com a figura 5 identifica-se: Biodigestor 1; Biodigestor 2 e Grupo Gerador 3.

A granja trabalha com crescimento e terminação de suínos, aonde que o animal chega a pesar 125 kg após um processo de 100 dias, quando é entregue para a integradora.

A seguir pode se entender melhor através do fluxograma o processo produtivo na granja.

Figura 6: Fluxograma do processo produtivo na propriedade suinícola



Fonte: Adaptado pelo autor de Silva (2016)

### 3.2 Utilização dos dejetos para formação do biogás

A formação do biogás ocorre após o processo de digestão anaeróbica que é um processo fermentativo que tem a finalidade de remover matéria orgânica, onde que no local do estudo se utiliza os dejetos dos animais, que vão para os biodigestores acelerando esse processo para formar o biogás. Na propriedade São Pedro que comporta confinados cinco mil suínos, os dejetos dos animais que chegam a 55 m<sup>3</sup> por dia no decorrer das limpezas das baias dos animais, são lançados via gravidade por tubulações para dois biodigestores de fluxo tubular em serie e contínuo. Após a passagem pelo sistema de biodigestão, o efluente é encaminhado a uma lagoa de decantação e, posteriormente, é utilizado como biofertilizante na pastagem da granja.

A Tabela 4 aponta as dimensões e o volume útil do biodigestor 1 e biodigestor 2 em operação na granja suinícola.

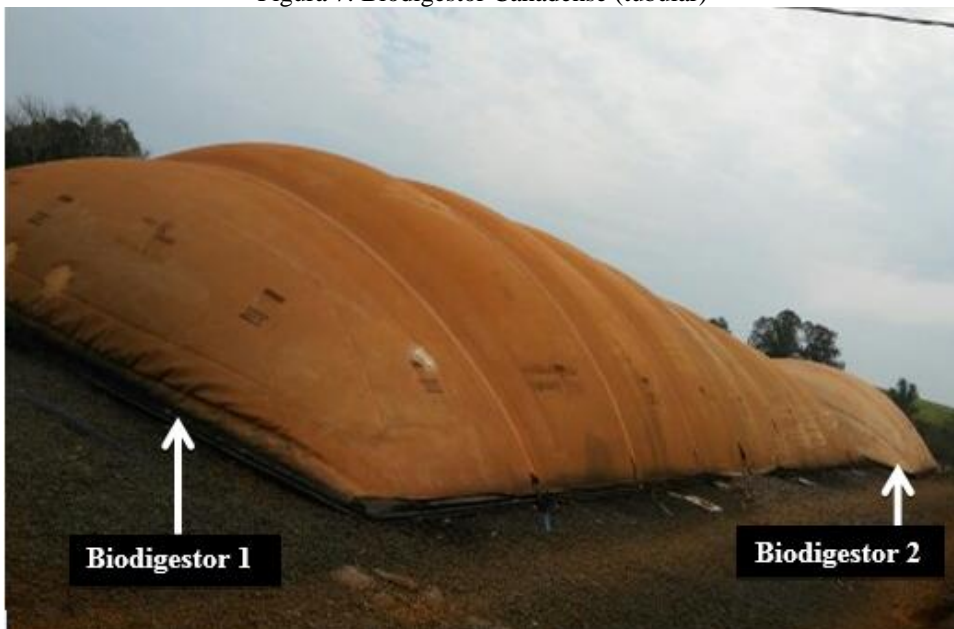
Tabela 4: dimensões e volume dos biodigestores.

Biodigestores	Dimensões (m)			Volume Útil (m <sup>3</sup> )
	Comprimento	Largura	Profundidade	
Biodigestor 1	25	10	4	845
Biodigestor 2	16	8,5	2	245

Fonte: Adaptado pelo autor de Silva (2016)

Na Figura 7 pode se observar os dois biodigestores tipo tubular (Canadense) instalado na propriedade, a lona inflada que serve como gasômetro para conter o gás elaborado pelo processo anaeróbio utilizado no grupo gerador.

Figura 7: Biodigestor Canadense (tubular)



Fonte: Do autor (2016)

Durante a visita na propriedade o biodigestor 1, que estava em atuação desde 2006 esta em processo de esvaziamento para substituição das lona.

### 3.3 Geração de energia elétrica a partir do biogás

A geração de energia elétrica na granja São Pedro acontece quando o biogás é transportado via pressão gravitacional por uma tubulação de PVC para o motor ciclo otto que durante sua queima fornece energia mecânica, onde que acoplado a ele esta um alternador responsável por gerar a energia elétrica (eletricidade) para a atividades da propriedade.

O grupo motor gerador existente possui uma capacidade de geração de energia elétrica de 104 KVA, mais que atualmente gera 60 KW/h de energia elétrica e um consumo de 45 Nm<sup>3</sup>/h de biogás, tendo como principais demanda na propriedade fábrica de ração, Irrigação, Automação de granjas, iluminação e residências.

A Figura 8 apresenta o grupo gerador instalado para geração de energia elétrica a partir do biogás gerado através dos biodigestores.

Figura 8: Grupo gerador a biogás



Fonte: Do autor (2016)

De acordo com a Figura 8 identifica-se: 1 – Alternador Weg GTA202AI36 e 2 – Motor MWM 6.12T;

As características técnicas do grupo gerador estão descritas abaixo:

- Motor Diesel convertido para biogás (otto) MWM 6.12T;
- Gerador síncrono Weg, com excitação tipo brushless;

Tensão Nominal 220 V/ 127 V – 104 KVA (LEÃO ENERGIA, 2016);

O grupo gerador tem como papel fornecer energia elétrica para todas as atividades de consumo elétrico na propriedade, suprindo diversos motores elétricos que automatizam o processo de alimentação dos animais em cada baia. Há também uma pequena fábrica de ração dentro da propriedade, responsável por moer os grãos que forma a ração para alimentar os cinco mil suínos e alguns gados de corte. Essa eletricidade é utilizada também para a iluminação de toda a propriedade e três casas que estão em seu interior.

Mais como esse consumo é menor que a capacidade de geração do grupo gerador, o mesmo funciona cerca de 6 horas/dia, onde que durante seu funcionamento ele gera aproximadamente 60 KW/h de energia elétrica, tendo um consumo em média de 30 KW/h e o excedente exportado para a rede da concessionária, que depois em regime de compensação é utilizado para abater o restante da conta de luz da granja.

A propriedade tem condições para funcionamento do gerador de 24 horas por dia, mais devido à demanda menor que sua geração, e por hoje estar exportando para a concessionária somente em regime de compensação de energia na própria propriedade, o gerador tem trabalhado menos horas. O proprietário busca no próximo ano com a reforma do 1º biodigestor e a substituição das lonas com que o gerador possa trabalhar 24 horas por dia, já que estimasse uma geração de 1400 m<sup>3</sup> de biogás/dia. Há também grandes expectativas na utilização da energia elétrica gerada no decorrer do funcionamento do gerador, verificando através de uma empresa em consultoria o melhor custo benéfico para se utilizar a energia elétrica exportada, empreendimento com múltiplas unidades consumidoras ou

geração compartilhada, conforme Art 2º resolução normativa Nº 482, de 17 abril de 2012.

VI – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VII – geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.) (ANELL, 2012)

### **3.4 Monitoramento, proteção e mediação da geração distribuída**

A geração distribuída acontece quando não se utiliza totalmente a energia gerada pelo gerador no consumo interno na propriedade, e essa energia é exportada para rede da distribuidora.

Na granja São Pedro a geração de energia, consumo elétrico e o excedente que é oferecido a concessionária é monitorado por um controlador da marca Woodward GCP-20, esse controlador é responsável por fazer todo controle e monitoramento do grupo motor gerador, inclusive o paralelismo permanente com a rede de distribuição. É através da parametrização escrita

no GCP-20 que o gerador funciona exercendo suas tarefas exigidas para um sistema de geração distribuída.

Na Figura 9 apresenta o controlador Woodward.

Figura 9: Controlador Woodward CGC-20

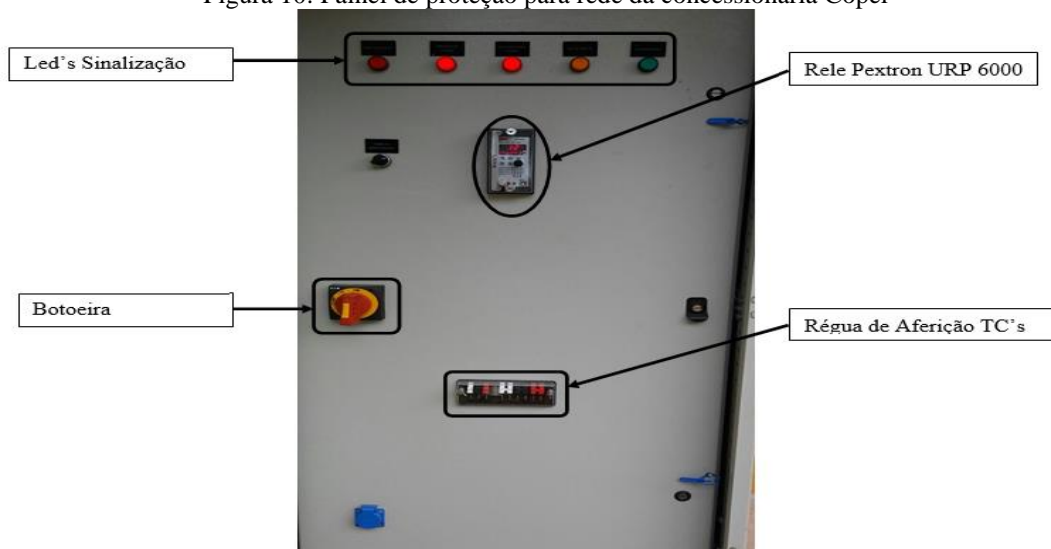


Fonte: Do autor (2016)

Embora o controlador GCP-20 já monitora a rede da concessionária Copel e faça algumas proteções como (sub e sobre corrente, sob e sobre tensão, sub e sobre frequência), a concessionária estipula que haja um painel externo na entrada da rede de proteção individual para garantia de maiores dano. Esse painel de proteção que faz todo o monitoramento dos distúrbios e análise de defasagem das tensões elétrica e corrente que é injetado na rede, deve seguir as exigências contidas pela Norma Técnica Copel (2014) NTC 905200. No local do estudo o painel instalado foi desenvolvido por uma empresa de Cascavel em parceria com a Itaipu para esse tipo de aplicação, sistema de geração distribuída.

Pode se notar o modelo do painel de proteção da rede Copel na Figura 10.

Figura 10: Painel de proteção para rede da concessionária Copel



Fonte: Do autor (2016).

Esse painel é composto por equipamentos que fazem o monitoramento e as proteções da rede da concessionária, e suas faixas de proteção para atuação do disjuntor da rede devem seguir os valores mencionados na Norma Técnica Copel (2014) - NTC 905200, conforme tabela 1 e tabela 2 apresentado. Isso proporcionara uma maior segurança ao sistema de transmissão e aos trabalhadores que operam na rede, uma vez que quando houver algum distúrbio na rede, algum desligamento para manutenção, o disjuntor da entrada na rede da propriedade desarme, evitando com que o gerador que esta em paralelo com a rede alimente novamente a rede de transmissão da concessionária, causando algum tipo de acidente.

Por segurança e precaução de possíveis alterações de curvas e nos parâmetros de proteção por parte da Copel que este presente na NTC 905200, o painel é lacrado com lacre da concessionária, sendo proibida sua abertura.

Na medição do consumo de eletricidade na propriedade onde a Copel se baseia para retirada da leitura e emissão da conta de luz, foi instalado um medidor eletrônico de energia da marca ELO, modelo 2113.

A seguir na Figura 11 o medidor eletrônico de energia instalado na granja São Pedro.

Figura 11: Medidor eletrônico de energia ELO 2113



Fonte: (ELO, 2016)

Esse medidor eletrônico de energia de acordo com suas especificações técnicas indicado para consumidores com tarifa horazonal, binômia ou diferenciada (tarifa para irrigantes). Possui uma saída de usuário programável para controle local ou supervisor, além de interface para comunicação local

e remota, pode medir energias e demandas ativas e reativas, que são registrando em intervalos de 5 minutos (3 valores por intervalo) com capacidade de armazenamento de 42 dias, e também calcula UFER (Unidade de faturamento de energia reativa) e DMCR (Demanda máxima corrigida), discriminando essas grandezas segundo a hora do uso, em até 4 postos.

## **4 Discussões e Resultados**

### **4.1 Volume de dejetos e biogás na propriedade**

De acordo com dados obtidos na granja, foi possível verificar que a mesma produz um montante de estrume e urina de 1705 m<sup>3</sup>/mês, o que corresponde a uma média de 55 m<sup>3</sup>/dia. Esses por fim hoje é canalizados e despejados nos biodigestores que tem a capacidade de produção de 1000 m<sup>3</sup>/dia (37200 m<sup>3</sup>/mês).

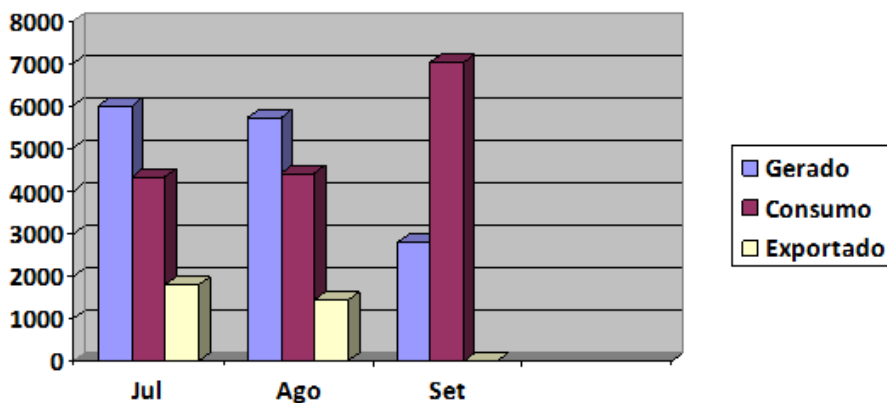
Com o aproveitamento que se tem dessa matéria e gases na propriedade, ela se torna sustentável, gerando renda e economia com eletricidade. Deixando de poluir a atmosfera com o gás metano (CH<sub>4</sub>) que é vinte vezes mais agressivo ao aquecimento global do que o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), e os possíveis rios, córregos e nascentes que passam em torno da propriedade.

### **4.2 Geração de energia elétrica e consumo na propriedade**

Na Figura 12 ilustrada por um gráfico pode se acompanhar a geração de energia elétrica obtida pela microgeração na propriedade nos meses que

foram executados o estudo, no caso julho, agosto e setembro. Há também os demais tipos de medições como o consumo total mensal, o excedente exportado para concessionária. No decorrer dos resultados também será possível observar os saldos positivos de créditos que a propriedade possui com a empresa Copel.

Figura 12: Gráfico da geração, consumo, exportação eletricidade da granja.



Fonte: Do autor (2016)

A geração média diária no decorrer do mês de julho pelo gerador foi de 199,93 KW/h, o que equivaleu a uma média de funcionamento do grupo gerador de 3,33 horas/dia, com produção de 60 KW/h. O consumo total de energia elétrica na propriedade no mês foi 4324 KW/h, valor menor que a geração de energia fornecida pelo grupo gerador, portanto houve uma exportação do excedente para a rede da concessionária de 1774 KW/h, e um acúmulo nos créditos de 29054 KW/h, o que antes era 27280 KW/h, ou aproximado 27,3 MW/h.

No mês de agosto a geração de eletricidade na granja também foi significativa com produção de energia elétrica de 5447 KW/h, uma média de

188,39 Kw/h dia (31 dias), possuindo um consumo total durante esse mês de 4422 KW/h. Por esse motivo pode se notar também que há um excedente exportado para a concessionaria de 1425 KW/h, o que acumula os créditos para o uso na propriedade em 30479 KW/h.

Já no mês seguinte o de setembro houve uma produção de eletricidade menor que o consumo total do mês, esse ocorrido se teve por o gerador não ter trabalhado alguns dias durante esse mês pela falta de gás no biodigestor 1, que estava parado para substituição das lonas e possíveis manutenções necessárias. Isso impossibilitou o funcionamento do gerador de suprir a eletricidade consumida no mês pela granja.

Nesse mês através da conta de energia elétrica pode notar que o gerador gerou 2803 KW/h, mais a propriedade teve um consumo elétrico de 7048 KW/h, quase que o dobro dos meses anteriores julho e agosto, levando a granja utilizar 4145 KW/h dos créditos que havia acumulado para compensação, com isso se obtém até o presente momento do estudo um saldo de crédito de 26334 KW/h para o uso nas próximas faturas caso não haja geração de energia elétrica suficiente para compensar o consumo total na propriedade.

#### 4.2.1 Benefícios adquiridos e consumos elétricos evitados na propriedade

Por se tratar de área rural a granja São Pedro está enquadrada pela Copel no subgrupo B2 – rural convencional, e possui o valor tarifário de R\$ 0,29503 sem acréscimo e impostos, mais conforme a ANEEL para esse tipo de aplicação com alimentação trifásica deve se pagar uma contração mínima de 100 KW/h pela utilização da linha de transmissão da concessionaria. Com

base nos dados levantados com o consumo elétrico na propriedade pode notar se que houve com o sistema de GD uma grande economia com energia elétrica.

Pode observar na Tabela 5 os valores gastos e evitados com energia elétrica nos meses que se realizou o estudo na propriedade.

Tabela 5: Consumos de energia elétrica mensal, custos evitados

Mês	Consumo	Contratação	Consumo	Consumo	Consumo	Valor
	Total	Mínima	Compensação	Total	Evitado	da
	KW/h	KW/h	KW/h	R\$	R\$	Conta
Julho	4324	100	4224	1275,71	1246,21	29,5
Agosto	4422	100	4322	1304,62	1275,19	29,5
Setembro	7048	100	6948	2079,37	2049,87	29,5
Total	15794	300	15494	4659,7	4571,27	88,5

Fonte: Do autor (2016)

De acordo com a tabela 5 a propriedade durante os meses de realização do estudo teria que pagar para a concessionaria um valor de consumo de energia elétrica, referente a julho, agosto e setembro, um valor total de R\$ 4659,7, mais que pode ser evitado por ter a possibilidade de compensação pela geração que se obtém hoje, que no caso foi de R\$ 4571,27.

A propriedade teve um custo com a concessionaria apenas de R\$ 88,5, referente aos três meses, equivalente a R\$ 29,5 por mês, valor mínimo cobrado referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B (ANEEL, 2015).

Com isso a propriedade teve uma economia significativa na sua conta de eletricidade, e demais processos como moagem de grãos e irrigação que anteriormente era realizados por tratores que necessita de combustível Diesel para seu funcionamento, aonde que segundo o proprietário chegava a um gasto mensal de 2 mil litros, equivalente em dias atuais de R\$ 5720.

No sistema energético do país justificam pelos potenciais benefícios que a GD pode proporcionar ao sistema elétrico, no caso, estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

## **5 CONCLUSÃO**

No período em que realizou se o estudo observou através dos dados coletados que a propriedade gera hoje uma média de 55 m<sup>3</sup> por dia de estrume e urinas dos suínos em confinamentos, o que se torna possível segundo o proprietário pelos biodigestores instalados uma capacidade de produção de biogás de 1000 m<sup>3</sup> por dia na granja. Estimasse que com a reforma do biodigestor 1 no mês de setembro, a produção do biogás cresça 400 m<sup>3</sup> por dia. Já que o biodigestor 1 que atuava desde 2006 possuía alguns vazamentos.

Na geração de energia elétrica o gerador operou normalmente no mês de julho e agosto conseguindo suprir a demanda da propriedade no consumo de eletricidade, ao contrario do mês de setembro que com a baixa produção de biogás não foi possível. Mais mesmo com esse resultado pode se observar que a contas de energia elétricas a serem pagas nesses meses foram apenas a

tarifa mínima de 100 KW/h, referente a custo de disponibilidade, isso foi possível devido também a propriedade possuir créditos positivos para compensação para esse tipos de em previstos. Nesses meses a propriedade obteve um custo evitado com eletricidade de R\$ 4571,27, e mais alguns gastos que se tinha antes do sistema GD, no caso, a utilização do combustível diesel em tratores e o fertilizante nas pastagens.

O sistema de GD apresentou resultados positivos para que investir, sendo também ótima alternativa para a diminuição da poluição ambiental e o sistema elétrico Brasileiro.

Esses resultados apresentaram vários benefícios ao produtor, que pode ser melhorado com a possibilidade de novos estudos para ajudar nas possíveis utilizações da energia elétrica em outros tipos de regime permitidos pela ANEEL, empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras e geração compartilhada.

## **ABSTRACT**

The search for new sources to generate electricity has been increasing in society's daily life. Some options may already be found in certain Brazilian cities, but few of them are disseminated. The most common and evident sources are solar energy and wind energy. These sources preserve the environment, causing zero pollution. The objective of this case study is to introduce the benefits that a distributed generation system based on biomass-derived biogas may provide to its users, to the environment and to the Brazilian electrical system, as well as to point out what are the necessary prerequisites for electricity companies as well as their demands to obtain a safe and successful system. At farm São Pedro, where the study was carried out, good results were observed: the power bill was reduced for three consecutive months, July, August and September, saving R\$ 4571,27; in addition, the

expenses with diesel fuel for the tractors were also reduced (these tractors used to be utilized to grind grains for animal feed production, as well as to irrigate pastures). Furthermore, the pollution of rivers, creeks and lakes by 1705 m<sup>3</sup> of waste from confined animals, as well as the emission of approximately 1000 m<sup>3</sup> of gases present in animal and human biomass decomposition (gases responsible for causing global warming), were avoided. The advantages for the energetic system were the possibility to postpone investment to expand transmission and distribution systems, low environmental impact, reduction of energy grid load, minimization of losses and diversification of energy matrixes.

**Keywords:** Environment, Biogas, Distributed Generation.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE, **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2014.

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. **Geração distribuída**. Maio, 2016. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset\\_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracaodistribuida-introduc-1/656827?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracaodistribuida-introduc-1/656827?inheritRedirect=false) Acesso em 27 mai. 2016.

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. **Resolução Normativa Nº 482 de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2012.

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA. **Resolução Normativa Nº 687 de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST** Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2015.

BRENNEISEN, P. J. **Desempenho de motorgerador de ciclo diesel operando com gás de gaseificação/diesel ou biogás/diesel**. Cascavel, 2013. 37 f. Dissertação (Mestrado em pós graduação em energia na agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2013.

COPEL. **Taxas e Tarifas**. Disponível em: <http://www.copel.com> Acesso em: 10 out. 2016.

ELO. 2113 – **Medidor Eletrônico de Energia**. Características técnicas. Disponível em: <http://www.elonet.com.br/produto.php?id=7> Acesso em: 07 de set. 2016.

GLOBO RURAL, **Biodigestores**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2011/08/biodigestortransforma-dejetos-de-criacoes-de-porco-e-gado-em-renda.html> Acesso em: 14 mai. 2016.

GOOGLE MAPS, **Vista aérea propriedade São Pedro Colombari. São Miguel do Iguacu**, 2016. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place> Acesso em: 05 ago. 2016.

INEE – INSTITUTO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGETICA. **O que é geração distribuída**. Disponível em: [http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp) Acesso em 27 mai. 2016.

ITAIPU SUSTENTABILIDADE. **Jornal Itaipu sustentável**. Foz do Iguacu, jun. 2015.

JUNQUEIRA, S. L. C. D. **Geração de energia através de biogás proveniente de esterco bovino: estudo de caso na fazenda aterrado**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

JURAS, I. A. G. M. **Mudança do clima: principais conclusões do 5º relatório** do IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/201324881.pdf> Aces-so em: 14 mai. 2016

LEÃO ENERGIA. **Geradores a biogás**. Disponível em: [http://www.leaoenergia.com.br/content/arquivos/produtos/59\\_prod.pdf](http://www.leaoenergia.com.br/content/arquivos/produtos/59_prod.pdf) Acesso em: 09 ago. 2016.

MACHADO, A. G. B. **Biodigestor Anaeróbio**. Disponível em: <http://www.portaldobiogas.com/biodigestor-anaerobio/> Acesso em: 10 jun. 2016.

NORMA TÉCNICA COPEL. NTC 900100: **critérios de apresentação de projetos de entradas de serviços**. Curitiba: COPEL, 2016. 16 p.

NORMA TÉCNICA COPEL. NTC 903109: **geração própria**. Curitiba: COPEL, 2015. 7 p.

**NORMA TÉCNICA COPEL. NTC 905200: acesso de micro e minigeração distribuída ao sistema da Copel.** Curitiba: COPEL, 2014. 68 p.

**PECORA, V. Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residência da USP: estudo de caso.** 2006. 153 f. Dissertação (Pós Graduação em Energia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: [http://www.iee.usp.br/producao/2006/Teses/tese\\_vanessapecora.pdf](http://www.iee.usp.br/producao/2006/Teses/tese_vanessapecora.pdf) Acesso em 27 mai. 2016.

**PROGD – PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE GERAÇÃO DISTRIBUIDA DE ENERGIA ELÉTRICA. Ações de estímulos à geração distribuída, com base em fontes renováveis.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3013891/15.12.2015+Apresenta%C3%A7%C3%A3o+ProGD/bee12bc8-e635-42f2-b66c-fa5cb507fd06?version=1.0> Acesso em 15 jun. 2016.

**ROCHA, G. Princípio de funcionamento do motor a combustão interna ciclo otto.** São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.infomotor.com.br/site/2009/03/principio-de-funcionamento-do-motor-a-combustaointernaciclootto/> Acesso em: em 27 mai. 2016.

**ROSSETTO, C. Desempenho de motor-gerador de ciclo otto operando com gasolina e biogás proveniente de suinocultura e de uma estação de tratamento de esgotos.** 2014. 36 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2014.

**SILVA, F. P. Eficiência energética de uma unidade de microgeração de energia elétrica a partir do biogás da suinocultura.** 2015, 48 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2015.

**VERGILIO, K. E. P. Geração Distribuída e Pequenas Centrais Hidrelétricas: Alternativas para a Geração de Energia Elétrica no Brasil.** 2012, 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica com Ênfase em Sistemas de Energia e Automação) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

# ANÁLISE EM UM SISTEMA DE CONTROLE: VOLTADA A GESTÃO DA MANUTENÇÃO

<GABRIEL HILDEBRANDT BRANCALION><sup>1</sup>

<RODOLFO ALEXANDRE HILDEBRANDT><sup>2</sup>

<FLÁVIO ANTUNES FERREIRA><sup>3</sup>

## Resumo

Este trabalho analisa a implantação de um sistema de planejamento e controle dentro da manutenção. Distribuída nas etapas de tagueamento, codificação dos equipamentos, solicitação de serviços, ordem de serviços, matriz GUT e indicadores... Apresentam-se as etapas de observação da área de planejamento, e controle da manutenção em uma indústria alimentícia. Enfatizando as atividades realizadas em diversas etapas, pois cada procedimento é importante na conclusão do processo. Apresentam-se os também os cargos necessários para essa estrutura, indicando as atividades e fluxos a serem seguidos para a execução de cada atividade dentro desta área. É importante indicar as fases necessárias para a elaboração de um plano de manutenção, bem como seu valor dentro de uma estrutura organizacional. Destaca-se a importância do sistema de manutenção, juntamente com seu controle e planejamento. O resultado final orienta-se à construção de uma estrutura de controle da manutenção capaz de garantir a disponibilidade de dados confiáveis para a gestão da manutenção, tendo em vista a importância da confiabilidade no desenvolvimento das atividades de tecnologia em manutenção.

**Palavras-chave:** Gestão, Manutenção, Controle.

---

<sup>1</sup> Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial, da Faculdade de Tecnologia do Senai Londrina. gabriel\_hb@hotmail.it

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Mecânica; Faculdade de Tecnologia do Senai Londrina. rodolfo.hildebrandt@pr.senai.br

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Mecânica; Faculdade de Tecnologia do Senai Londrina. flavio.ferreira@pr.senai.br

# 1 INTRODUÇÃO

A presença de equipamentos cada vez mais sofisticados e de alta produtividade fez a exigência de disponibilidade ir às alturas, ou seja, os custos se tornaram elevados, logo, não basta se ter instrumentos de produção, é preciso saber usá-los de forma racional e produtiva. Baseadas nesta ideia as técnicas de organização, planejamento e controle nas empresas sofreram uma grande evolução.

Neste cenário, espaços para improvisos e arranjos estão fora de cogitação, pois a competência, criatividade, flexibilidade e trabalho em equipe são as características básicas para as empresas e organizações se manterem competitivas, tornando razão de ser e de sobrevivência.

É preciso que a gestão implemente a condições de mudanças, onde o inconformismo com a manutenção e de práticas seja uma constante. Está presente uma grande necessidade de mudança, sendo que o papel mais importante e estratégico do gestor é o de liderar este processo.

É necessário ter em mente que são instrumentos e que sua simples utilização não é sinônimo de bons resultados. Muitos gestores têm transformado estas ferramentas em objetivos da manutenção, e os resultados são desastrosos. Por outro lado, o uso correto tem levado a excelentes resultados.

Todo processo produtivo, seja dentro do campo fabril ou até mesmo em empresas de pequeno porte, de maneira geral, onde ao invés da mão-de-obra humana é substituída pelas máquinas, subintendesse que será necessário manutenções que sejam capazes de reduzir ao máximo as paradas de máquinas, a fim de evitar altos custos com interrupções inesperadas.

Além disso, a competitividade entre as empresas que buscam cada vez mais atender o consumidor assegurando qualidade e custos acessíveis no produto final, requer diretamente uma boa prática na área da manutenção para que reduza esses custos de maneira efetiva e também aumente a produtividade da empresa.

A busca constante por melhores resultados nas organizações demanda a utilização de processos internos cada vez mais eficientes e eficazes, que estejam alinhados aos objetivos das empresas. A manutenção, parte fundamental do sistema produtivo, é igualmente afetada pelo cenário de competição atual, o que demonstra a importância desse setor no processo de produção.

Na realização de estudo de caso em uma indústria que processa café, foi possível analisar maneiras eficientes de se controlar a manutenção, de forma efetiva, com o propósito de apresentar um importante domínio das atividades de controle, expondo todas as variações indesejadas nas máquinas e no processo produtivo de maneira geral. Foi possível conhecer ferramentas gestoras que auxiliam nas estratégias de controle dos processos, sem a qual não seria possível conciliar a produção com a manutenção.

Ansiando enfatizar a importância da manutenção que ainda está em processo de estudos dentro da empresa, e que futuramente será o objetivo principal de controle.

A partir dos anos 60 até finais dos anos 80, a manutenção preventiva foi a mais avançada técnica utilizada pelos departamentos de manutenção das organizações. Baseando em dois princípios: o de que existe uma forte correlação entre idade e a taxa de falhas dos equipamentos, e o de que a vida útil do componente e a probabilidade de falha do equipamento podem ser

determinadas estatisticamente, e, por conseguinte, as peças podem ser substituídas ou reconstruídas antes do fracasso. (NASA, 2000).

Nesta indústria foi enfatizada a implementação de algumas ferramentas, abordando estudos que possibilitam controlar a manutenção, nas quais são, históricos, indicadores de manutenções, tagueamento de equipamentos, solicitação de serviço, ordem de serviço, alinhamento com planejamento e controle da manutenção (PCM), e a matriz GUT, que possibilita listar todos os problemas relacionados às atividades que você terá que realizar em seu determinado departamento.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Planejamento e controle da manutenção**

A manutenção é definida como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT, 1994), ou seja, manter significa fazer tudo o que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido. (Xenos, 1998).

As atividades de manutenção surgiram para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, devido seus desgastes naturais e pelo seu próprio uso. Esses desgastes se manifestam de diversas formas como, aparência ruim, perdas de desempenho ou até paradas inesperadas, afetando a produção de um processo ou má qualidade do produto final ou poluições ambientais.

## **2.2 Necessidade de evolução na manutenção**

A atividade de manutenção tem passado por diversas mudanças, ou seja, através do aumento constante do número e diversidade dos tipos de instalações, equipamentos, e edificações que devem ser mantidos. Além disso, projetos cada vez mais complexos exigem-se melhores técnicas para solucionar os problemas de manutenção e práticas como organização e responsabilidades nesta área.

De forma geral, o manutentor vem evoluindo através das mudanças de conscientização e exigências do mercado consumidor em relação ao tempo de disponibilidade de máquinas e equipamentos e na redução de custos. Dentro de uma visão mais ampla as mudanças de conscientização vem através de análises de que uma falha de equipamento pode afetar a segurança dos seres humanos e do meio ambiente ou até mesmo, entre a relação da manutenção e qualidade do produto final. Estas alterações estão exigindo novas práticas e habilidades dos manutentores tendendo á necessidade de evolução e desenvolvimento, desde gerentes, passando pelos engenheiros e supervisores até chegar aos executantes.

## **2.3 Porque ocorrem falhas e como tratá-las**

Segundo Xenos (1998) a manutenção dos equipamentos pode incluir atividades relacionadas com o tratamento de falhas como detecção, reparo, investigação das causas fundamentais e estabelecimento de contramedidas para sua reincidência. Entretanto, essas devem ser atividades esporádicas e não podem se transformar no meio de vida das equipes de manutenção.

Tratar falhas em equipamentos pode ser um bom negócio somente para empresas que vivem de assistência técnica, por meio da venda de peças de reposição e de mão-de-obra. Para aquelas que precisam dos equipamentos para produzir seus produtos e serviços, as falhas são um desastre.

As atividades de manutenção estarão limitadas ao retorno de um equipamento as suas condições originais, mas num sentido mais amplo, as atividades de manutenção também devem envolver a modificação das condições originais do equipamento através da introdução de melhorias para evitar a ocorrência ou reincidência de falhas, reduzir o custo e aumentar a produtividade.

Normalmente as grandes modificações que visam aumentar a capacidade ou o volume de produção dos equipamentos e das instalações estão fora do escopo das atividades de manutenção. Entretanto, dependendo de sua complexibilidade e dos recursos técnicos exigidos, essas modificações podem ser planejadas e implementadas pelas próprias equipes de manutenção existentes nas empresas.

## **2.4 Tipos de manutenção**

Tipos de manutenção nada mais é do que, conservar equipamentos e componentes, ou seja, cuidar do que se tem, para que as metas finais sejam atingidas. Segundo Viana (2002) muitos autores abordam os vários tipos de manutenções possíveis, que nada mais são do que as formas como são encaminhadas as intervenções nos instrumentos de produção. Pode ser adequada a seguinte classificação em função dos tipos de manutenção:

- Manutenção Corretiva;

- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva.

### **2.4.1 Manutenção corretiva**

Conforme Souza (2009), quando um equipamento falha, esta falha pode causar uma perda total ou parcial da capacidade operacional do equipamento. Ocorrendo esta falha, a mesma deverá ser corrigida de alguma forma, e este tipo de correção é chamada de Manutenção Corretiva. A MC é aquela que mantém em operação o equipamento ou a unidade produtiva, e quando ocorre uma falha ela se preocupa com o fato de que os serviços sejam prestados no melhor prazo possível, a fim de permitir a imediata retomada das operações, dentro dos níveis de qualidade e segurança exigidos. Para (VIANA, 2002), manutenção corretiva é a intervenção necessária imediata para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente. Os sistemas apresentam uma grande variedade de maneiras de falhar, originam defeitos diferentes em varias operações, ou seja, em qualquer tipo de serviço em que estejam realizando. As falhas, geralmente causadas por degenerações, são consideradas como do tipo gradual e podem ser previstas, enquanto que as falhas abruptas ou acidentais não podem ser previstas. Segundo Souza (2009), compete à manutenção corretiva gerar informações necessárias para análise de desempenho, da repetibilidade da falha e outros parâmetros. Como as principais informações necessárias às análises originam da manutenção corretiva. É fundamental que seja dada ênfase à formação de uma equipe capaz de transmitir estas informações de forma precisa ao programa de

manutenção preditiva, a partir da análise das causas das falhas. Souza (2009) complementa, a manutenção corretiva exige que se tenham alguns equipamentos mínimos e oficinas adequadas. Os serviços de manutenção corretiva tendem a se tornar repetitivos ao longo do tempo, no entanto, é necessário uma maior velocidade na intervenção e introdução de novos materiais e técnicas.

#### **2.4.2 Manutenção preventiva**

De acordo com Schoeps (1994), é uma técnica que mantém controle contínuo sobre os equipamentos, executando as operações julgadas adequadas para manter o bom funcionamento dos mesmos. Segundo Souza (2009) é aquela que auxilia a corretiva, através de aplicação de uma técnica que envolve o conhecimento dos equipamentos e suas instalações e ainda, é responsável pela intervenção no processo que poderá interromper ou não a produção de forma planejada e programada. Conforme Souza (2009), não é conveniente pensar que a manutenção preventiva seja um conjunto de atividades de verificações e trocas periódicas de peças. Não há padronização para este tipo de manutenção, pelo simples fato de que os equipamentos, as operações e os processos são diferentes. Para Viana (2002), pode-se classificar como manutenção preventiva todo serviço realizado em máquinas que não estejam em falha, estando, com isto, em condições operacionais ou em estado zero de defeito. Para Souza (2009), estes resultados podem ser obtidos em curto prazo, pela implantação metódica e organizada de um sistema de manutenção preventiva, adotando-se, inicialmente, planos de inspeção, lubrificação, calibração e limpeza e, em último momento, é que se

deve partir para adoção de um plano de troca de componentes, que representa o maior custo. Para Souza (2009) com a implantação da manutenção preventiva podemos ter a expectativa de limitar ou reduzir o envelhecimento ou degeneração do equipamento, eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos de quebra nos equipamentos, normalizar os equipamentos e suas peças sobressalentes, realizar os reparos no maquinário nas melhores condições para a operação, suprimir as causas de acidentes graves, garantindo a confiabilidade nos equipamentos. Fatores que afetam a rentabilidade da manutenção preventiva está na má concepção ou definição dos trabalhos; erros no provisionamento ou gestão de estoques; má organização geral; deficientes meios materiais; deficientes meios humanos; a natureza de fabricação na empresa. Assim como na manutenção corretiva, existem as manutenções preventivas periódicas e as não periódicas.

### **2.4.3 Manutenção preditiva**

Siqueira (2005) informa que, manutenção preditiva é qualquer inspeção programada com a finalidade de detectar uma condição de falho potencial, ou seja, a previsão ou antecipação das falhas, medindo parâmetros que indiquem a evolução neste sentido. A manutenção preditiva é o tipo de manutenção que tem por finalidade acompanhar os parâmetros de funcionamento dos equipamentos e prever suas falhas, para intervenção no momento adequado, tudo isso de acordo com Souza (2009). Considerada também como uma evolução da preventiva. Conforme Souza (2009) Manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam os seus

desgastes ou processos de degradação. Trata-se de manutenção que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado, daí o nome manutenção condicionada. Atualmente, Pinto e Nascif (2001) pontuam que podemos contar com inúmeras técnicas de monitoração para a verificação da modificação do parâmetro estabelecido, as técnicas preditivas podem ser classificadas pela grandeza medida, defeito e aplicabilidade. Abaixo, seguem as técnicas mais aplicadas como, Ensaio Elétrico (Corrente tensão e isolamento); Análise de Vibrações (Nível global, espectro de vibrações e pulsos de choque); Análise de Óleos (Viscosidade, teor de água e contagem de partículas); Análise de Temperatura (Termometria convencional e indicadores de temperatura); Energia Acústica (Ultrassom e emissão acústica).

## **2.5 Ferramentas para planejamento e controle**

A determinação de que estratégica, ou estratégias de manutenção, a serem aplicadas no processo produtivo, e seus subprocessos é a base da política de manutenção. Claro que o termo política de manutenção envolve um leque bem maior de variáveis do que apenas a escolha da forma de se fazer intervenções em máquinas. As ferramentas organizacionais que tornam possível o perfeito exercício da manutenção, as técnicas de planejamento, o perfil formativo do militante da área, os índices de qualidade e o sistema de gerenciamento formam a base da estruturação da manutenção industrial de uma empresa.

## **2.6 Qualidade dentro da manutenção**

A qualidade é um sistema de gerenciamento baseado na participação de todos os empregados de uma empresa, no estudo e na condução do controle de qualidade. Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente. Isso significa que, a qualidade total abrange a qualidade do produto ou serviço, custo acessível ao cliente, entrega no prazo hora e local certo, moral ou entusiasmo dos empregados e segurança dos empregados e usuários, conforme aborda Werkema (1995).

Segundo Xenos (1998), qualidade é a forma pela qual os produtos e serviços são julgados pelos seus usuários. A qualidade está intimamente relacionada ao atendimento às necessidades dos clientes, sejam eles internos ou externos, ou mais, suas expectativas, buscando ultrapassá-las.

Os colaboradores de manutenção têm como obrigação atender adequadamente seus clientes, ou seja, os equipamentos, obras ou instalações que estão sob sua responsabilidade.

Segundo Pinto & Xavier (2002), é possível conseguir sensíveis aumentos de produção sem investir em novas instalações. Para eles, é importante conseguir novos métodos de trabalho, na modernização das instalações existentes e, sem dúvida, implantando um sistema de qualidade na manutenção e em toda a empresa.

## **2.7 Planejamento e controle de manutenção (PCM)**

A partir de 1980, com o desenvolvimento dos microcomputadores, a custos reduzidos e linguagens simples, os órgãos de manutenção passaram a

desenvolver e processar seus próprios programas, eliminando os inconvenientes da dependência de disponibilidade humana e de equipamentos para o atendimento às prioridades de processamento das informações pelo computador central. Havia nesse início dificuldades de comunicação na transmissão de necessidades para o analista de sistemas, nem sempre familiarizado com a área de manutenção.

Esta situação favoreceu o Planejamento e controle da Manutenção-PCM que pôde melhor desempenhar suas funções de assessoramento aos gerentes, não só de manutenção, mas também, de operação e produção industrial.

Segundo Viana (2002), PCM é o conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa.

Segundo Viana (2002), na atualidade, dependendo da estrutura da organização, se torna cada vez mais difícil a um Planejamento e Controle de Manutenção, trabalhar sem auxílio de um software, diante do volume de informações a serem processadas os controles manuais acarretam atrasos e pobreza da qualidade dos dados fornecidos para a tomada de decisão gerencial.

Cabe ao PCM administrar todas as atividades e a carteira de serviços da manutenção, priorizando e detalhando as atividades executadas no dia-a-dia por meio das ordens de serviços, assim como o tratamento dos dados para análises diversas.

## 2.8 O planejamento e controle da manutenção dentro da empresa

Normalmente, em algumas indústrias, quando se fala em produção, imagina-se o contato com a operação, uma interpretação equivocada, pois a produção engloba a manutenção e a operação, sendo que estas ocupam um mesmo nível hierárquico dentro de uma organização produtiva.

Logo, a tendência no mercado é de que a manutenção ocupe um nível de gerência departamental, da mesma forma que a operação. O PCM é um órgão de *staff*, ou seja, de suporte à manutenção, sendo ligado diretamente à gerência de departamento. Seguem sete procedimentos realizados pelo setor de manutenção dentro da indústria, nas quais são os:

- Tagueamento
- Codificação dos equipamentos
- Matriz GUT
- Solicitação de serviços
- Ordem de serviços
- Indicadores

### 2.8.1 Tagueamento

A palavra inglesa Tag significa etiqueta de identificação, e o termo tagueamento, nas indústrias de transformação, representa a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos. Cada vez mais torna-se necessária tal localização, devido à necessidade dos controles setorizados, bem como a atuação organizada da manutenção.

Quando existe um tagging estruturado, conseguimos planejar e programar a manutenção de uma forma mais rápida e racional, além de permitir e extrair informações estratificadas, como número de quebras, disponibilidade, custos, obsolescência, etc.

O tagging é a base da organização da manutenção, pois ele será o mapeamento da unidade fabril, orientando a localização de processo, e também de equipamentos para receber manutenção. Fazendo uma analogia, pode-se dizer que representa na cidade o endereçamento das residências dos nossos subconjuntos em cidade, bairro, rua e casa.

Uma empresa de médio ou grande porte poderá optar por cinco níveis de tag para a estrutura de seu tagging, sendo o nível mais alto reservado para as gerências; o segundo, às áreas destas; o terceiro, aos sistemas; o quarto, aos aglutinadores, e por último a posição dos equipamentos/subconjuntos.

### **2.8.2 Codificação dos equipamentos**

Segundo (Viana, 2002) codificar um equipamento tem como objetivo individualizá-lo para receber a manutenção, em como para o acompanhamento de sua vida útil, o seu histórico de quebras, intervenções, custos, etc. Ao codificar, registra-se o equipamento da mesma forma, como registra-se o número de uma carteira de identidade civil, o que faz um cidadão brasileiro qualquer. Tal codificação será anexada ao equipamento, por intermédio de placas de identificação, resistentes o suficiente para acompanhar o mesmo, onde for utilizado, com objetivo de garantir sua

rastreabilidade, seu histórico de manutenção e a fidelidade no que diz respeito às suas características técnicas.

Deve estipular um padrão para este registro, e a sugestão dada é que tal padrão seja composto de três letras, um hífen e quatro algarismos, da seguinte forma: XXX-9999.

Os três caracteres iniciais deverão conter a informação que designe o equipamento, como por exemplo: MOT – Motor, RED – Redutor e GAV – Gaveta Elétrica. Os quatro últimos números serão o sequencial, dentro da designação de cada equipamento; logo podemos ter 9.999 posições para uma família de subconjunto.

O equipamento será posicionado sempre nos tags de último nível, servindo como uma “casa” do equipamento. Cada um destes tags poderá ter capacidade distintas para recebê-los: por exemplo, o tag ECH-009-001-002 terá a capacidade de receber apenas um motor elétrico, pois uma máquina de envase de garrafas só possui um motor principal; já o tag ECH-009-001-005 terá uma capacidade de acordo com o número de válvulas de enchimento existentes na máquina.

Também é recomendável ter um tag Nível V, para a oficina, pois poderão ser movimentados vários equipamentos para este endereço, em decorrência da feitura de uma recuperação mais demorada.

### **2.8.3 Matriz GUT**

Nessa indústria, foi enfatizada a implementação de algumas ferramentas que possibilitam agregar a manutenção, como por exemplo os indicadores de manutenção, solicitação de serviços, ordem de serviços

implementadas, e a principal delas, que é a matriz GUT, ou seja, possibilita listar todos os problemas relacionados às atividades que você terá que realizar.

De maneira geral, a Matriz GUT apresenta um valor maior de prioridade, na qual serão os que você deverá enfrentar primeiro. Sendo elas as mais Graves, Urgentes e com maior tendência a se tornarem piores se nada for feito.

#### **2.8.4 Solicitação de serviços**

Após a elaboração do tagging, deve-se então definir o fluxo dos serviços de manutenção, ou seja, estabelecer regras organizacionais eficientes que possam canalizar os serviços provenientes dos planos de manutenção, das inspeções in loco, das requisições das áreas de operação, e das corretivas surgidas.

Serão definidos quatro caminhos, que poderão gerar uma ordem de manutenção, são elas; solicitação de serviços (SS) aberta pela operação, OM geradas a partir dos planos de manutenção, OM abertas pelo executante (emergência) e OM via inspeção no campo.

#### **2.8.5 Ordem de serviços**

A Ordem de Manutenção (OM) é a instrução escrita, encaminhada via documento eletrônico ou em papel, que define um trabalho a ser executado pela manutenção.

Em outras palavras, a OM consiste na autorização de trabalho de manutenção que será executada, ela é a base “ação” do homem da

manutenção, pois exterioriza o “trabalho”, organizando-o e registrando-o. As Ordens, como já citado na seção anterior, terão três formas de geração: Manual, Automática e Via Solicitação de Serviços.

A OM terá um ciclo de vida; do nascimento até o encerramento, a mesma passará por algumas fases, algumas obrigatórias, outras não. Estas fases têm o nome de estado da OM, como:

- Não iniciada;
- Programada;
- Iniciada;
- Suspensa;
- Encerrada.

O formato básico da OM deverá ser composto de cabeçalho, descrição das tarefas e Histórico. O cabeçalho trará informações cadastrais como: N° da OM, TAG, Equipamento, Centro de Custo, Tipo de Manutenção, Equipe Responsável e Data da Manutenção. A importância do apontamento correto dos dados na OM possui um alto peso para o PCM, visto serem eles a base dos índices para tomada de decisão gerencial, bem como para o funcionamento ordeiro da rotina das equipes de execução.

Atualmente, o papel da OM na organização das empresas industriais se reveste, cada vez mais, de importância estratégica, devido ao fato que com a maior utilização de softwares ERP, ser ela a base de informação, não só para a manutenção, como também para as áreas de custos, suprimentos, estoques, produção, etc

## 2.8.6 Indicadores

Os índices de manutenção devem retratar aspectos, importantes no processo da planta. Para algumas empresas, um determinado indicador se aplica satisfatoriamente, para outras não, e é isto uma questão de análise. O PCM deve avaliar a melhor forma de monitoramento do seu processo; a regra é simples, acompanhar aquilo que agrega valor, não se deve despender recursos para levantar e consolidar dados sem utilidade alguma, a não ser enfeitar quadros de "gestão a vista".

Existem seis indicadores chamados de "Índices de Classe Mundial"; tal denominação encontra justificativa no fato de que a maioria dos países do ocidente os utiliza. São eles:

1. MTBF ou TMEF – Tempo Médio Entre Falhas;
2. MTTR – Tempo Médio de reparo;
3. TMPF – Tempo Médio Para Falha;
4. Disponibilidades Física dos Equipamentos;
5. Custo de Manutenção por Faturamento;
6. Custo de Manutenção por Valor de Reposição.

Serão apresentados primeiramente os indicadores acima, definindo-os conceitualmente, bem como as fórmulas para obtê-los; em seguida serão abordados mais oito índices, mas é bom deixar claro que cada PCM definirá os balizadores numéricos de acordo com suas peculiaridades, com certeza alguns deles serão encontrados entre os listados.

Além dos índices classe mundial, também pode-se citar outros oito indicadores, visto sua importância, podendo os mesmos comporem o controle de um PCM.

1. Backlog;
2. Retrabalho;
3. Índice de Corretiva;
4. Índice de Preventiva;
5. Alocação de HH em OM;
6. Treinamento na Manutenção;
7. Taxa de Frequência de Acidentes;
8. Taxa de Gravidade de Acidentes

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo de Pesquisa**

Pesquisa qualitativa: pode ser considerada tudo aquilo onde se encontra afinidade ativa entre o mundo em que vivemos (real) e o sujeito, criando um vínculo entre ambas as partes e que não pode ser mensurado ou transformado em números, (SILVA E MENEZES, 2001). Outra pesquisa que foi utilizada foi a por observação que vem a ser a efetiva observância de fatos pelo estudante, após ter seus objetivos previamente definidos, promovendo a coleta de dados. O estudo utilizou-se de pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo para coletar dados e análise das informações.

Inicialmente, foi feita uma análise bibliográfica sobre o tema manutenção industrial, bordando, inclusive, a parte histórica e conceitual, com intuito de esclarecer melhor sobre o assunto. Em seguida, procedeu-se à coleta de dados através da observação do funcionamento do maquinário da fábrica e do emprego das manutenções. De acordo com Gil (1991), ao conceituar os procedimentos técnicos, este tipo de pesquisa é denominada pesquisa experimental, que é quando se delimita um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que são capazes de influenciá-lo, bem como as formas de observação e controle dos efeitos que a variável produz no objeto.

### **3.2 Coleta de dados**

No processo de coleta de dados foi utilizada, sobretudo, a observação do procedimento da empresa, conhecimento dos colaboradores, até a existência de quebras e defeitos, bem como das manutenções utilizadas. Além disto, no decorrer da pesquisa, também foram feitos questionários, em setores específicos, envolvendo, dez funcionários da empresa, o que resultou na elaboração de gráficos.

Foram coletados dados com funcionários desde os mantenedores, até os funcionários da produção, a fim de se identificar as manutenções existentes na empresa e sugestões de melhorias para o plano de manutenção.

Os dados a serem coletados serão analisados com base no referencial teórico adotado, visando confirmar os benefícios da manutenção autônoma, e da manutenção preventiva para a empresa, e conseqüentemente, seus clientes, ou seja, os colaboradores.

### 3.3 Questionário

Tendo em vista os propósitos que foram traçados para este trabalho, apresenta-se, nesta categoria, uma análise dos resultados obtidos. Iniciou-se pela delimitação do perfil da amostra que colaborou para a concretização dos mesmos, passando, em um segundo momento, para discussão de cada uma das questões levantadas acerca do objeto estudado. Por fim, de posse de todo o material colhido, buscou-se estabelecer algumas conclusões a respeito do tema, notadamente no que se refere ao tipo de manutenção utilizado na empresa. A tabela 1 apresenta o modelo de questionário aplicado.

**TABELA 1** – Perfil social dos entrevistados

<b>LEVANTAMENTO DE DADOS</b>					
<b>SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA</b>					
<b>Idade</b>	18 à 25 ( )	25 à 40 ( )	40 à 60 ( )	Outro Idade:	
<b>Grau de Escolaridade</b>	( ) Fundamental Completo		( ) Médio Completo		
	( ) Fundamental Incompleto		( ) Médio Incompleto		
<b>Tempo de trabalho na empresa</b>	1 à 5 anos ( )	5 à 15 anos ( )	15 à 25 anos ( )	25 à 35 anos ( )	Outros Tempo:
<b>Formação técnica ou superior</b>	Formação Técnica ( )		Formação Superior ( )		
<b>Tempo de atuação na atual função</b>	1 à 5 anos ( )	5 à 15 anos ( )	15 à 25 anos ( )	25 à 35 anos ( )	Outros Tempo:
<b>Área de atuação:</b>					

**Fonte:** Do autor, 2016

**TABELA 2 - Questões para levantamento dos resultados**

1. A empresa possui procedimentos padrão para operar os equipamentos?	a.( <input type="checkbox"/> ) Existem, e sempre são cumpridos	b.( <input type="checkbox"/> ) Existem, mas na maioria das vezes não são cumpridos	c.( <input type="checkbox"/> ) Não possui
2. Tipos de manutenção utilizados na empresa com maior frequência?	a.( <input type="checkbox"/> )Corretiva	b.( <input type="checkbox"/> )Preventiva	c.( <input type="checkbox"/> ) Preditiva
3. Os colaboradores da produção/operadores tem conhecimento sobre levantamento de dados, na empresa visando a manutenção? (Matriz GUT, preenchimento de SS e OS)	a.( <input type="checkbox"/> ) Tem total conhecimento sobre levantamento de dados	b.( <input type="checkbox"/> ) Tem conhecimento parcial, mas faz levantamento de dados	c.( <input type="checkbox"/> ) Os colaboradores não fazem levantamento de dados com exatidão por falta de conhecimento
4. A empresa oferece treinamentos para os funcionários da produção voltadas aos conhecimentos de manutenção? (Mantriz GUT/ preenchimento de SS e OS)	a.( <input type="checkbox"/> ) Sempre	b.( <input type="checkbox"/> ) Em grandes intervalos de tempo	c.( <input type="checkbox"/> ) Nunca
5. Marque a alternativa que você considera como a principal causa da necessidade de manutenção preventiva nesta fabrica alimentícia.	a.( <input type="checkbox"/> ) Os equipamentos são muito velhos	b.( <input type="checkbox"/> ) Os equipamentos são usados de forma incorreta e/ou inadequada	c.( <input type="checkbox"/> ) A manutenção ocorrer somente quando o equipamento apresenta defeitos
6. Existem paradas de equipamento não programadas nesta fabrica?	a.( <input type="checkbox"/> ) Sempre	b.( <input type="checkbox"/> )Raramente	c.( <input type="checkbox"/> ) Nunca
7. Com que frequência os equipamentos desta empresa apresentam necessidade de manutenção corretiva?	a.( <input type="checkbox"/> ) Sempre	b.( <input type="checkbox"/> )Raramente	c.( <input type="checkbox"/> ) Nunca
8. Você considera que a utilização da manutenção preventiva nesta empresa, melhoraria os lucros?	a.( <input type="checkbox"/> ) Sim	b.( <input type="checkbox"/> ) Não	----

**Fonte:** Do autor, 2016

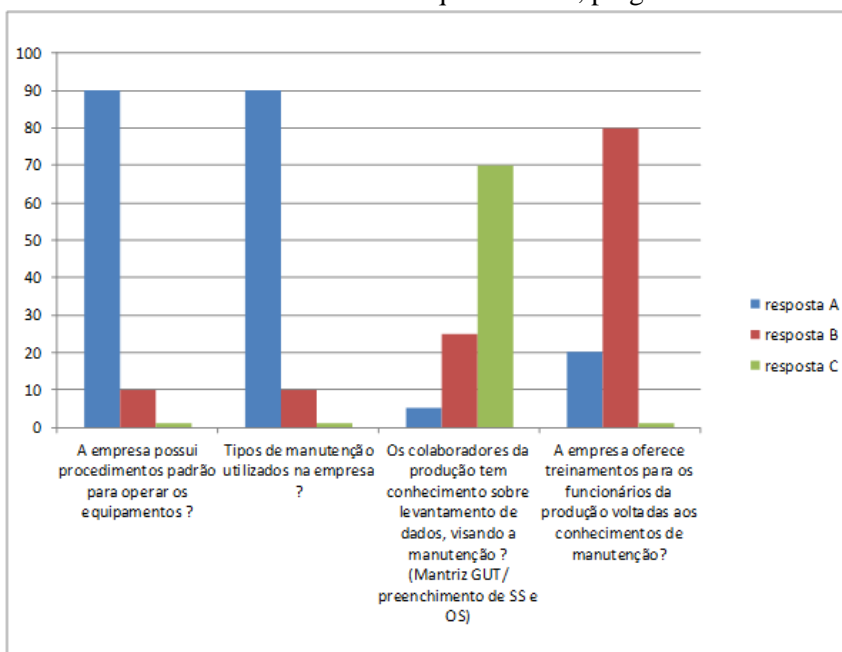
### 3.4 Levantamento dos resultados

**TABELA 3** – Levantamento social dos colaboradores de manutenção e produção entrevistados

<b>Perfil social dos colaboradores</b>		
<b>Idade</b>	18 à 25 anos	20%
	25 à 40 anos	80%
	40 à 60 anos	0%
	Outros	0%
<b>Grau de escolaridade</b>	Fundamental Completo	0%
	Fundamental Incompleto	0%
	Médio Completo	100%
	Médio Incompleto	0%
<b>Tempo de trabalho na empresa</b>	1 à 5 anos	20%
	5 à 15 anos	80%
	15 à 25 anos	0%
	25 à 35 anos	0%
	Outros	0%
<b>Formação técnica ou superior</b>	Formação Técnica	80%
	Formação Superior	20%
<b>Tempo de atuação na atual função</b>	1 à 5 anos	20%
	5 à 15 anos	80%
	15 à 25 anos	0%
	25 à 35 anos	0%
	Outros	0%
<b>Área de atuação</b>	Produção	50%
	Manutenção	50%

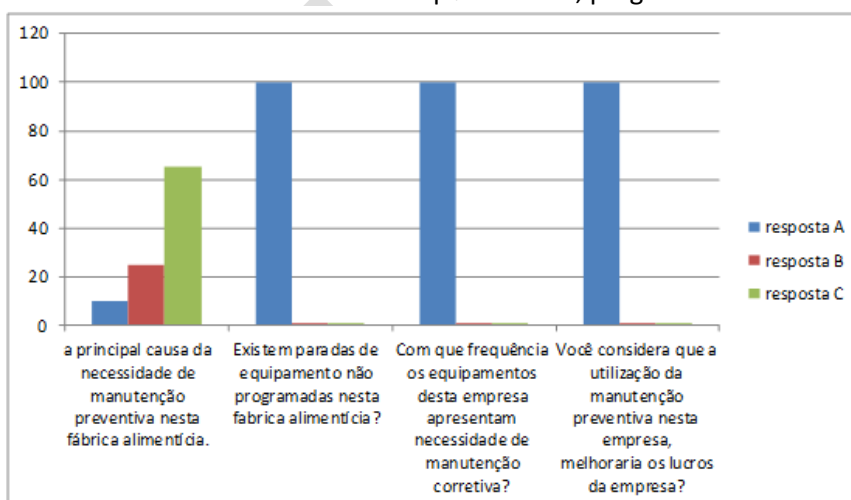
Fonte: Do autor, 2016

GRÁFICO 1 – Resultados do questionário, perguntas 1 à 4.



Fonte: Questionário, 2016

GRÁFICO 2 – Resultados do questionário, perguntas 4 à 8.



Fonte: Questionário, 2016

## 4 Discussão dos resultados

Com o estudo em campo e a análise dos resultados do questionário elaborado, foi possível observar a deficiência da manutenção autônoma na empresa e também de treinamentos com maior profundidade quanto á práticas de manutenção aos colaboradores da produção, no caso os operadores de máquinas, segundo o gráfico 1.

Este treinamento tem por objetivo introduzir os conceitos da manutenção autônoma, um dos pilares do TPM (Manutenção Produtiva Total). Visa garantir a disponibilidade de equipamentos durante todo seu ciclo de vida, através de ajustes, inspeções e reparos simples realizados pelos próprios operadores, sem depender exclusivamente da equipe de manutenção.

Através desse conceito, as empresas conseguem melhor desempenho e produtividade, combatendo as perdas de capacidade representadas por quebras, tempo de troca, pequenas paradas, perdas de velocidade, refugo e retrabalho.

A MA foca principalmente na eliminação das perdas geradas pela má utilização de equipamentos e recursos humanos, eliminando não-conformidades e desenvolvendo, por meio dos operadores, pequenas e contínuas melhorias locais (PETTER *et al.*, 2011). Segundo Wyrebski (1997), a MA visa à maximização da utilização de equipamentos e processos. Sua prática continuada pode desenvolver e fazer aflorar conhecimentos e reeducar operadores, exigindo postura pró-ativa, prevenção de problemas, e senso de melhoria contínua, o que garante o aumento da confiabilidade e da disponibilidade nos equipamentos sem novos investimentos em máquinas. Para Tavares (1999), a MA envolve os operadores nas atividades de

manutenção, lubrificação, inspeções visuais e limpeza, tendo como base à prática continuada e sistemática do Método 5S.

Onde será possível que os colaboradores da produção entendam com maior riqueza técnica sobre os equipamentos operados, conseqüentemente os levantamentos de dados e registros de ocorrências, sejam elas as solicitações de serviços ou ordens de serviços com detalhes sobre a manutenção a ser realizada e até mesmo a possível correção ou ação a ser tomada pelos manutentores. Com a implementação da manutenção autônoma o operador terá a oportunidade de entender com maior clareza a gravidade, urgência ou tendência se nada for feito em um determinado equipamento aplicando com critério a matriz GUT.

Contudo, os operadores terão a oportunidade de programar as paradas de produção, abrindo espaço para a manutenção implementar as manutenções preventivas que será o melhor caminho para a empresa.

Como a cada dia as indústrias crescem, produzem, vendem e exigem mais dos seus equipamentos observou-se a necessidade de melhorias, principalmente com relação à manutenção, conforme apontado no gráfico 2. A gestão da manutenção aparece neste cenário como uma oportunidade de otimização de recursos, envolvendo redução de custos, tempo de indisponibilidade dos equipamentos, paradas não programadas e investimentos em equipamentos novos.

Com esse estudo pode-se observar, através desta proposta de análise da viabilidade da manutenção preventiva, que a manutenção é indispensável para o bom funcionamento de uma organização. Foram feitas constatações sobre os pontos positivos da implantação da manutenção preventiva na

empresa com relação a maior disponibilidade do maquinário e aumento da produtividade.

#### **4.1 Revisão dos resultados**

Para (Almeida, 2013), o delineamento básico das etapas de um bom planejamento da manutenção consiste em, resumidamente na decisão gerencial dos objetivos estratégicos para o setor de manutenção, na integração de tais objetivos às metas traçadas para a produção, na criação de indicadores de manutenção, análise periódica e criteriosa dos mesmos, evolução do sistema de manutenção para a prática do PCM – Planejamento e Controle da Manutenção e um sistema de controle informatizado que planeje, priorize e mantenha registro das ordens de serviço do setor, promoção da otimização da performance técnica e dos custos através da gestão dos ativos, na garantia do treinamento e capacitação da equipe de manutenção, e por fim, na constante busca contínua da qualidade e não-aceitação de falhas.

Segundo estudos levantados de revisões literárias, pode-se afirmar a viabilidade da implementação deste sistema de controle e também melhorias futuras para outros projetos de estudos ou implementação.

### **5. CONCLUSÃO**

Com o desenvolvimento do presente trabalho, foi possível concluir que em um setor de manutenção, mesmo já tendo boas práticas gestoriais, existe sempre espaço para evoluir no que tange melhorar o desenvolvimento e aprimoramento estratégicos nas práticas de manutenção. O principal ponto

negativo encontrado, na implementação deste plano de manutenção, foi a falta de planejamento quanto a manutenção autônoma, onde inclui o treinamento dos colaboradores da produção referente aos conhecimentos de práticas de manutenção, para melhor aplicação das ferramentas de gestão, sabendo programar as paradas de produção com critérios e finalidades de incluir melhores práticas de manutenção, visando que a corretiva é a mais privilegiada pela empresa, já que em sua maioria a manutenção só ocorre quando o equipamento apresenta falhas ou quebras, tendo como consequências negativas a perda de produção, paradas inesperadas, com maior indisponibilidade dos equipamentos e elevados custos de manutenção.

O ponto positivo do desenvolvimento deste estudo, é a contribuição para uma boa prática gestorial, apresentando os procedimentos já existentes em uma empresa, na qual foi estabelecido perguntas estratégicas, visando em quais pontos será possível melhorar a gestão em um todo.

Este trabalho contribuirá de forma enriquecedora na implementação de novos projetos, mudança de foco na gestão da manutenção, contribuindo também para outras empresas. Que os empresários notem que o dinheiro gasto com treinamentos voltados para manutenção, não se considera um gasto, mas, um investimento onde o maior beneficiado será a própria empresa.

## **5.1 Sugestões para futuros trabalhos**

Estudo e implementação de um sistema informatizado no planejamento e controle da manutenção. Considerando os resultados obtidos

através desta análise de controle, acredita-se que existe uma série de oportunidades para futuros estudos.

Estudo mais aprofundado da pesquisa de campo, focando setores distintos de uma empresa, com objetivos de manutenção que lhes fossem mais condizentes, de acordo com suas categorias e limitações.

Oportunidade de aplicar os estudos, direcionando a viabilidade financeira deste planejamento, estendendo implementações da manutenção autônoma que se encaixe em uma das práticas de manutenção, auxiliando no desenvolvimento do planejamento e na obtenção de melhores resultados.

## **ANALYSIS IN A CONTROL SYSTEM: FOCUSED THE MAINTENANCE MANAGEMENT**

### **Abstract**

This paper analyzes a deployment of a planning and control system within the maintenance. Distribution of steps laboratory, equipment coding, service request, order GUT and indicators. Performance analysis of a planning area and maintaining control in a food industry. Emphasizing the activities carried out in several stages, for each procedure is important in completing the process. They present also positions required for this structure, showing how activities and flows to the execution of each activity within this area. It is important to indicate how steps required for the preparation of a maintenance plan as well as its value within an organizational structure. It highlights the importance of the maintenance system, together with its control and planning. The end result is oriented to the construction of a control structure of maintaining the availability of reliable data for maintenance management,

in view of the importance of reliability no development of technology activities in maintenance.

**Key-words:** Management, Maintenance, Control.

e-TEC

## REFERÊNCIAS

AFFONSO, Luiz Otávio Amaral. **Equipamentos mecânicos: análise de falhas e solução de problemas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5462: **Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização e a administração da manutenção: Curso de planejamento e controle de manutenção**. Minas Gerais, ??? 2005.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GUTIÉRREZ, Carlos Alberto Barros. **TRABALHO TÉCNICO PARA APRESENTAÇÃO NO 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO**.

HARRIS. A. Kelly e M.J. **Administração da Manutenção Industrial**. São Paulo: Atlas, 1987.

LAFRAIA, João Ricardo Baruso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MIRSHAWKA, Victor. **Manutenção combate aos custos da não-eficácia a vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993.

MONCHY, François. **Manutenção: métodos e organizações**. 2.ed. Paris: Dunod, 1989.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM: total productive maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Reliability centered maintenance guide for facilities and collateral equipment.** Washington, 2000. 356p.

PASCOLI, José A. **Curso de manutenção industrial.** Apostila, 1994.

PINTO, A. K.; NASCIF, J. **Manutenção função estratégica.** 2.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PETTER, R.; RESENDE, L.; SELIG, P.; VAZ, C. **Produção limpa, produção mais limpa, produção enxuta, 5S e manutenção autônoma: uma proposta metodológica de implantação conjunta.** CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Anais.... Rio de Janeiro: UFF, 2011.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio de A. Nascif. **Manutenção: função estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark:Abraham, 2002.

SCHOEPS, Wolfgang. **Manual de administração da produção.** Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1994.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muskat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3. ed. rev. e atual. Florianópolis: UFSC, 2001.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOUZA, Valdir Cardoso. **Organização e Gerência da Manutenção – Planejamento, Programação e Controle da Manutenção.** 3ª Ed, revisada. São Paulo: All Print, 2009.

TAVARES, Lourival. **Administração moderna da manutenção.** Rio de Janeiro: Novo Pólo, 1999.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, planejamento e controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

WYREBSKI, J. **Manutenção produtiva total: um modelo adaptado**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1997

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Derencia, 1998.

ZAIONS, Douglas Roberto. **Consolidação da Metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade em uma Planta de Celulose e Papel**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

# ESTUDO SOBRE A GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM USINAS EÓLICAS

**EDERLEI SARVELI DE OLIVEIRA<sup>1</sup>**

**VICENTE DE LIMA GONGORA<sup>2</sup>**

**SAULO AGUIAR SAES<sup>3</sup>**

## Resumo

A busca por adoção de energias alternativas mais limpas para a geração de energia tem aumentado nas últimas décadas e a energia eólica está entre aquelas em que tem despertado interesse devido ao seu grande potencial técnico de produção. Nesse contexto, um passo importante para o desenvolvimento do setor eólico, consiste em um bom desempenho de uma usina eólica em pleno funcionamento, e para isso é necessário à eficácia e a eficiência de seu programa de manutenção e operação. O trabalho realizou uma revisão bibliográfica, e propôs como objetivo principal a análise de um plano de manutenção que consiste basicamente de três fases: a manutenção corretiva, a preventiva e de monitoramento. Avalia a importância de um projeto eficiente de gestão da manutenção em uma usina eólica, além das vantagens em se manter tal projeto, já que um bom programa de gestão de manutenção e operação, por meio da utilização de ferramentas adequadas, promove bons resultados em relação à qualidade dos serviços prestados com custos reduzidos. Ainda apresenta a relevância de programas que busquem por produtos e sistemas de alto desempenho, que possam prever e minimizar falhas e mantenham a confiabilidade de dados coletados, permitindo o planejamento da manutenção. Desta forma é possível evitar a interrupção da geração de energia por paradas constantes dos equipamentos, programando

---

<sup>1</sup> Graduação – Tecnólogo em Manutenção Industrial, Faculdades da Indústria Senai Londrina. E-mail: eder.lei@hotmail.com

<sup>2</sup> MS.c Vicente de Lima Gongora, – Faculdades da Indústria Senai Londrina. E-mail: vicente.gongora@pr.senai.br

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Mecânica, UNESP - Bauru, saulo.saes@fiepr.org.br

essas em épocas de baixos regimes de ventos, e não comprometendo a continuidade e qualidade dos serviços. Os estudos ainda apontam a importância do desenvolvimento de *softwares* que podem auxiliar e potencializar a precisão de dados coletados dos equipamentos em uso em usinas eólicas, facilitando posterior análise científica dos mesmos.

**Palavras-chave:** Energia eólica. Gestão da manutenção. Ferramentas da manutenção.

## 1 INTRODUÇÃO

Frente a grande demanda energética, especialmente no setor de energia elétrica, para oferta de eletricidade, um bom planejamento é hoje uma das estratégias fundamentais para o desenvolvimento tanto de uma região como de um país (Scielo, 2007), capaz de identificar alternativas mais adequadas, como as fontes alternativas para geração de energia, para atender a demanda social considerando a realidade de cada região. Além de permitir a utilização de fontes de energia renováveis, como a solar e a eólica, que satisfaçam as necessidades locais, contribuem para o setor energético de todo o país.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica, e a Associação Brasileira de Integração e Desenvolvimento Sustentável, fontes de energia menos poluentes, renováveis e que produzam um menor impacto ambiental tornaram-se fundamentais para um desenvolvimento sustentável que não degrade ainda mais o meio ambiente. Estudos e projetos na área de energia limpa, como a energia solar, eólica, de biomassa, das marés, passam a analisar a viabilidade do uso de fontes renováveis, impacto ambiental e

custos operacionais, ressaltam os aspectos mais importantes a serem considerados na busca por um modelo de desenvolvimento humano sustentável.

Quando se fala em fontes de energia renováveis são aquelas em que a sua utilização e uso são renováveis, como a energia dos ventos, a energia solar, podendo se manter e ser aproveitadas ao longo do tempo sem a possibilidade de esgotamento (Portal Energia, 2015).

No Brasil, a grande fonte de energia elétrica ainda é a hidráulica (Aneel, 2016), mas devido a grande demanda por energia e os irregulares ciclos de alimentação dos rios pelas chuvas, é necessário o desenvolvimento de fontes alternativas de energia. Como fonte de energia alternativa, projetos na área de produção de energia eólica, por exemplo, já vêm sendo implantados há alguns anos, tanto para a operação em paralelo com sistemas elétricos, onde turbinas eólicas operam como fonte de apoio ao sistema, quanto para suprimento de áreas mais isoladas (Centro de Energia Eólica, Rossi e Oliveira, 2016).

O crescimento do aproveitamento da energia eólica tanto a âmbito nacional como internacional e a necessidade da divulgação de maiores informações técnicas relativas ao tema torna necessário o desenvolvimento de um estudo sobre a gestão da manutenção em uma usina eólica, buscando a melhor maneira de realizar a manutenção dos sistemas de geração de energia eólica. A proposta desse trabalho tem como objetivo principal, o desenvolvimento de um estudo sobre como é realizada a gestão da manutenção em uma usina eólica, oportunizando conhecer o que já foi desenvolvido por outros pesquisadores, como Bonifácio (2005), Castro (2006), Oliveira (2013), Oliveira (2015), entre outros.

Dentro de tal contexto, a manutenção surge contribuindo de forma significativa para a qualidade na prestação de serviços de geração de energia, além de promover o aprimoramento dos sistemas de administração responsáveis por manter a eficiência e a eficácia do trabalho prestado, considerando os aspectos climáticos da região, e os aspectos operacionais (monitoramento e inspeção). A estratégia de manutenção deve estar alinhada com as metas de competitividade e sobrevivência das empresas, adequando os custos, a entrega do serviço prestado, a segurança e a preservação do meio ambiente (Castro, 2006).

O estudo da gestão da manutenção em usinas eólicas torna-se então fundamental, reunindo informações sobre o conjunto de técnicas e informações que poderão ampliar os conhecimentos para a execução da manutenção adequada, ou seja, ajustada para cada equipamento em uso, seguindo um planejamento eficiente de rotinas corretivas, preventivas, de reparações e inspeções, em equipamentos que compõem o conjunto dos geradores eólicos, além de adoção de medidas de monitoramento.

Um bom desempenho para uma usina de energia eólica em pleno funcionamento consiste em uma boa gestão do seu programa de manutenção e também de operação (Oliveira, 2015). Desta forma, torna-se necessário verificar como é realizado o processo de manutenção industrial, bem como suas etapas e periodicidade. Também, é importante avaliar o custo e a mão de obra especializada, entre outros fatores, apresentando os desenvolvimentos mais recentes sobre o tema, partindo de conceitos mais genéricos para os mais específicos, que servirão para análise de prevenção e correção de falhas na geração da energia eólica.

Este trabalho apresenta um estudo sobre a manutenção em uma usina eólica, bem como a utilização das ferramentas da gestão da manutenção industrial, buscando um conjunto de ações que determinam a possibilidade de um custo mínimo em todas as etapas dos processos, assegurando acima de tudo, a qualidade no que tange o serviço de geração de energia.

Motivado pelo crescente consumo de energia, e a busca por fontes renováveis, apresenta as fontes eólicas como uma alternativa viável, considerando as condições climáticas de determinadas regiões brasileiras e também de programas de incentivo, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA) (Oliveira; 2015). Ainda da necessidade de maiores informações técnicas relativas ao tema, contribui para um aprofundamento em adoção de energias alternativas e desenvolvimento sustentável. Existem vários artigos científicos que fornecem embasamento necessário para esse trabalho.

Fonseca (2010) desenvolveu um trabalho no âmbito da Manutenção de Sistemas de Geração de Energias Renováveis utilizando redes IP (*Internet Protocol*), que consiste no principal protocolo de comunicação da internet, com ênfase na Geração Eólica. Foi proposto um modelo de *software/hardware* e uma arquitetura que permitem a implementação de soluções através da medição remota de várias variáveis de controle. O resultado foi à análise de séries temporais utilizadas ao longo do presente trabalho. Vários métodos documentados na literatura foram expostos, apresentando as modificações introduzidas com obtenção de bons resultados.

Por sua vez, Silva (2004), desenvolveu um trabalho semelhante, no qual a ênfase se deu na modernização dos sistemas de manutenção, no qual mostra que o setor de manutenção tenha um gerenciamento estruturado a

partir de um conjunto de práticas de manutenção bem definidas e sólidas. Uma manutenção gerenciada adequadamente contribui para qualidade e produtividade do produto e minimiza os custos de produção.

De forma semelhante, Bonifácio (2005), apresenta em destaque a manutenção industrial, a busca constantemente do melhor resultado operacional e agora deve também buscar os mesmos resultados para as questões ambientais. Assim, verificam-se as possíveis relações entre os investimentos aplicados e os resultados operacionais e ambientais obtidos pela manutenção industrial nos últimos oito anos.

O trabalho de Silva (2004) trata da manutenção em uma indústria automotiva e o trabalho de Inácio (2010), apresenta outras formas de energia renováveis. Por fim o trabalho de Bonifácio (2005) trata da manutenção de uma forma ampla. Já o trabalho que será desenvolvido além da manutenção de uma forma geral tem como foco a gestão da manutenção em usinas eólicas.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 A energia eólica no Brasil**

Segundo a Associação Brasileira de Integração e Desenvolvimento Sustentável (ABIDES, 2016), o Brasil é um dos dez maiores investidores em energia renovável do mundo. A agência ambiental da ONU divulgou que no ano de 2015, investimentos em escala global, atingiram a marca histórica de 286 bilhões de dólares.

No Brasil, recursos para a energia solar chegaram às centenas de milhões, alcançando o valor de 657 milhões de dólares, mas foi à energia eólica, que dominou o mercado de investimentos chegando a 5,7 bilhões em recursos (ABIDES, 2016).

O ano de 2015, além de quebrar recordes em recursos em energias sustentáveis, também foi o ano em que os países em desenvolvimento investiram mais em energia limpa do que aqueles mais desenvolvidos, e o Brasil estão entre os dez maiores investidores do mundo (ABIDES, 2016).

Segundo a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO, 2013) O Brasil foi o país pioneiro na América Latina a instalar um aerogerador, no início da década de 1990. Durante os dez anos seguintes, porém, pouco se avançou na consolidação da energia eólica como alternativa de geração de energia elétrica no país, em parte pela falta de políticas, mas especialmente pelo alto custo da tecnologia. Em 2001 foi lançado o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, que estimou em 143 GW a potência tecnicamente aproveitável do Brasil (Cepel, 2001). Segundo o inventário, as principais regiões para o aproveitamento do recurso eólico são Nordeste, Sudeste e Sul, que junto correspondem a cerca de 90% de todo o potencial eólico brasileiro.

Atualmente, são utilizados aerogeradores com torres de 80 a 100 metros de altura, além de máquinas mais eficientes, e estudos mais recentes da indústria e do governo estimam em cerca de 300 GW o potencial de aproveitamento do recurso eólico no Brasil (SciELO, 2013).

O Brasil possui uma das matrizes elétricas mais renováveis no mundo. No início do segundo trimestre de 2012, a capacidade de geração de energia de fontes renováveis correspondia a 79,3%, sendo mais de 70% devido a hidrelétricas. Em 2011 as usinas hidrelétricas contabilizaram mais

de 90% da geração de eletricidade no país, além da importação de eletricidade de usinas binacionais ou de países vizinhos. No Brasil, o incentivo às energias renováveis relaciona-se com a busca pela diversificação da matriz elétrica, segurança no fornecimento de energia, incentivo ao desenvolvimento de novas indústrias e à geração de empregos (SciELO, 2013).

## 2.2 Potencial eólico brasileiro

O Brasil é rico em termos de recursos energéticos (ANEEL, 2013), principalmente os renováveis, pois apresenta, além de seu potencial hidráulico, solar e de biomassa, grande potencial para exploração da energia dos ventos, e é na região Nordeste, onde se concentra a maioria dos empreendimentos energéticos do país em operação, devido ao seu alto potencial. Outras regiões estão em constante evolução, dado este apresentado no quadro a seguir.

**Quadro 1:** Evolução da capacidade instalada de energia eólica no Brasil.

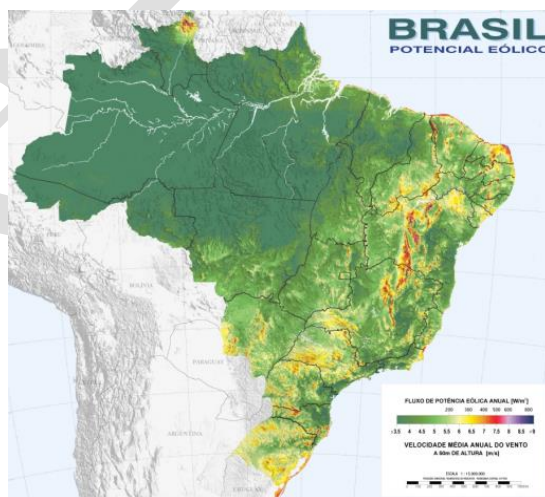


**Fonte:** ANEEL, 2013. Banco de Informações de Geração de Energia Eólica.

Segundo o Centro de Referência em Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB), a geração de energia elétrica a partir da energia eólica expandiu-se de forma acelerada em caráter mundial, e a falta de dados consistentes e confiáveis, torna-se um fator limitador para empreendimentos na área, já que os registros de dados disponíveis podem ser mascarados pelas influências aerodinâmica de obstáculos, relevo e rugosidade. Diante de tal panorama a tecnologia aparece para contribuir com estudos mais precisos, e investimentos na área de energia eólica tiveram papel significativo no último ano.

Outro documento importante que pode ser consultado é o atlas do potencial eólico brasileiro que tem por objetivo fornecer informações para contribuir com a tomada de decisões na identificação de áreas adequadas para aproveitamentos da energia eólica. A Figura 1 mostra a velocidade média anual de vento a 50 metros de altura, a qual chega à aproximadamente 7m/s, sendo que esta média é maior em alturas maiores.

**Figura 1:** Mapa do potencial eólico brasileiro.



**Fonte:** Atlas do potencial eólico brasileiro, 2013.

## 2.3 Gestão da manutenção em usinas eólicas

Segundo Bonifácio (2005), Embora possam ser encontradas pesquisas acadêmicas que abordam o tema gestão industrial, poucas relacionam aspectos gerenciais tradicionais com as novas exigências principalmente ambientais e, muito menos tratam exclusivamente da Manutenção interagindo nesta relação entre os setores produtivos e o meio ambiente.

Mais especificamente, Bonifácio (2005), cita que para esta discussão inclui-se a visão da Manutenção Industrial que, embora situada na área industrial e classificada apenas como departamento de apoio, deve sempre receber atenção por parte dos gestores já que se trata do tutor de fato dos ativos da empresa e, o mais importante, é o responsável pela perfeita harmonia no processo produtivo, disponibilizando aos equipamentos o maior tempo possível para o processamento, e relacionando-se com as questões ambientais, mantendo os equipamentos e sistemas de proteção ambiental em perfeito funcionamento evitando-se desta forma a geração de passivos ambientais.

Segundo Pinto & Xavier (2001), a manutenção deve ser gerenciada através de uma administração moderna, pensando e agindo estrategicamente, sustentada por uma visão de futuro e regida pelo processo de gestão e deve contribuir efetivamente para a eficácia do processo produtivo e a satisfação plena de seus clientes.

Desta forma as atividades de manutenção são indispensáveis para o setor industrial, tendo como objetivo permitir a produção de materiais que contenham informações adequadas para a realização de manutenções em diferentes tipos de equipamentos, de forma que esta possa cumprir a sua

finalidade sem paralisações nos processos de produção, possuindo importância estratégica, Muassab (2002:16).

### 2.3.1 Tipos de manutenção

Os processos de manutenção são definidos conforme a NBR 5462/1994 (Confiabilidade e Manutenibilidade) os quais combinam ações ditas técnicas e administrativas, não deixando de levar em conta as ações de supervisão, em que todas são destinadas a permitir que cada componente integrante do processo possa desempenhar uma função requerida.

Assim, uma boa estrutura de planejamento e organização são as bases necessárias para uma melhor execução das atividades em qualquer setor industrial, e para o bom desempenho de uma usina eólica em funcionamento a gestão de seus programas de manutenção e também de operação, deve ser considerada.

Segundo aborda Pinto & Xavier (2001:35), várias são as possibilidades de classificar os tipos de manutenção, porém as principais são classificadas em: manutenção corretiva não planejada, manutenção corretiva planejada, manutenção preventiva, manutenção preditiva, entre outras.

•**Manutenção corretiva não planejada:** consiste no programa de manutenção em que atua no momento em que a avaria do equipamento é detectada, ou seja, quando ocorre a falha do equipamento, afirma Pinto & Xavier (2001:37). Quanto aos custos da operação, a manutenção corretiva é mais barata, porém as paradas não planejadas podem causar grandes perdas por interrupção da produção, afirma Xenos (1998:23). Assim, é comum que

se adote esse tipo de manutenção apenas para algumas partes menos críticas dos equipamentos.

•**Manutenção corretiva planejada:** aplicada quando o desempenho do equipamento é menor do que o esperado ou pela sua falha, possuindo custos mais elevados que a manutenção corretiva não planejada. Consiste no acompanhamento da manutenção preditiva ou na continuidade da operação até a quebra da máquina, afirma Pinto & Xavier (2001:38). A manutenção corretiva permite que os recursos necessários para a manutenção sejam planejados, já que tal operação de reparo ou troca de equipamentos, é esperada.

•**Manutenção preventiva:** tipo de manutenção utilizada para reduzir ou evitar as falhas nos equipamentos ou baixa no desempenho dos processos, por meio de planos previamente elaborados, afirma Pinto & Xavier (2001:39). A manutenção preventiva é considerada o coração de todas as atividades de manutenção, e envolve a execução de processos de inspeções, de reformas e troca de peças, principalmente, afirma Xenos (1998:24).

•**Manutenção preditiva:** é aquela realizada por meio de operações de monitoramento que são baseados em modificação de parâmetros de condição ou desempenho, afirma Pinto & Xavier (2001:41). O objetivo desse tipo de manutenção consiste no planejamento de processos de inspeções periódicas nos equipamentos.

Segundo Silva, 2004, os objetivos dos programas de manutenção, estão em garantir a disponibilidade e qualidade dos equipamentos e instalações necessários aos processos de produção, atendendo a continuidade da prestação dos serviços, e para que isso ocorra o serviço deverá ter confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado.

Outro ponto importante e que também deve ser empregado é a Gestão da Qualidade nos processos que fazem parte das etapas para qualquer execução de um serviço. Segundo Lobo (2010), o conceito de qualidade, nas suas mais variadas facetas, tem evoluído e torna-se mais compreensível se analisarmos a forma como tem sido entendido e aplicado, através dos tempos, nas empresas líderes mundiais.

Também define o controle de qualidade como um conjunto de técnicas e atividades de caráter operacional, utilizadas para satisfazer os requisitos da qualidade. O controle de qualidade envolve técnicas e atividades de caráter operacional com os objetivos de acompanhar (monitorar) processos e eliminar as causas de deficiência em todas as fases do ciclo de qualidade de modo a atingir eficácia econômica.

Ainda segundo Lobo, a principal finalidade de um plano de produção é orientar as estratégias das empresas e das instituições que desejam obter maior eficiência, eficácia e efetividade nas atividades orientadas para a produção e para a prestação de um serviço, a fim de comunicá-las aos níveis mais altos da organização e justificar o orçamento solicitado.

Tal plano se divide em estratégico com base na análise da situação e nas oportunidades atuais do mercado, e no plano tático englobando determinado período e definindo os tipos e quantidades de matéria-prima, modo de produção, entre outros. Desta forma, é possível obter inúmeras vantagens como detectar as oportunidades e ameaças, basear decisões em elementos concretos e duráveis, identificar pontos fortes e pontos fracos da empresa ou organização, permitir fixar objetivos, identificar cenários alternativos, eliminar os insucessos, otimizar os recursos e os resultados.

De acordo com Aguiar (2006), a sobrevivência das empresas depende da capacidade de atender às necessidades dos clientes. Para isso, elas devem ser capazes de promover mudanças rápidas, pois essas também ocorrem no mundo globalizado. E para que possam realizar tais mudanças em um tempo adequado, é preciso que tenham um sistema de gestão que as ajude a enfrentar os desafios que irão encontrar.

Tal sistema de gestão pode ser utilizado é o PDCA com foco no Gerenciamento pelas Diretrizes, dirigido para solucionar problemas que são fundamentais para a permanência das empresas no mercado de trabalho. Esse tipo de gerenciamento consiste em um Plano de longo Prazo, Plano de Médio e Plano Anual, e é o método PDCA de controle de processos ou sistemas, que as etapas são realizadas para atingir as metas necessárias à sobrevivência das empresas.

As etapas do ciclo PDCA são compostas pelo: planejamento (PLAN), no qual as metas são definidas e são determinados os métodos para alcançá-las; execução (DO), onde as pessoas são treinadas e o trabalho é executado; verificação (CHECK), na qual os efeitos do trabalho executado são verificados, avaliando os resultados obtidos em relação ao alcance da meta; ação (ACTION), que depende dos resultados obtidos, para continuar apenas a manutenção dos resultados ou se um novo ciclo PDCA deverá ser iniciado.

Nesse contexto, todo processo deve ser planejado e acompanhado, e no dia a dia da empresa a manutenção dos serviços e a manutenção da qualidade fazem a diferença na produção de bens e serviços, objetivando alcançar as metas estabelecidas e solucionando de forma rápida as mudanças necessárias para a resolução de problemas.

## 2.4 Análise da eficiência produtiva em sistemas de geração de energia eólica

Quando se trata da geração de energia por meio da utilização de energia eólica, ainda são necessários estudos sobre as oscilações nos aspectos climáticos da região, otimizando a disponibilidade da instalação nas épocas de máxima incidência dos ventos, ficando as atividades de manutenção e de testes quando a incidência dos ventos for baixa (Castro, 2006). Ainda segundo Castro, isso significa que os planos de manutenção devem ser ajustados às condições ambientais.

Nos sistemas modernos de geração eólica, o principal problema operacional que contribui para a limitação dos parques eólicos é a forte incidência de paradas imprevistas por manutenção, somando aos altos custos operacionais dos geradores ao longo de sua vida útil (Castro, 2006). Por isso, a importância em ajustar os planos de manutenção de uma forma a otimizá-los, garantindo a eficiência máxima das instalações nas épocas de ventos mais propícios.

Quanto ao custo operacional, são, de modo geral, três vezes superiores aos custos de manutenção de sistemas convencionais de geração de energia. Nesse contexto, existe a necessidade de investir em sistemas sofisticados de diagnósticos da condição de elementos mecânicos, como pás, redutores, geradores, entre outros, já que não é fácil a substituição e os reparos de tais sistemas, demandando ações demoradas e que interferem significativamente no ciclo produtivo do equipamento (Castro, 2006).

Nos processos de transformação da energia do vento em energia no rotor (eixo), o qual fornecerá potência elétrica à rede elétrica, os

equipamentos mecânicos consomem parte da energia disponível no rotor em perdas mecânicas decorrentes da fricção de tais componentes. Existem também perdas elétricas devido a aquecimentos de condutores (efeito Joule) e perdas indutivas nos diversos componentes do sistema elétrico entre outras perdas inerentes aos sistemas eletromecânicos necessários à transformação da potência existente no rotor em potência fornecida à rede. Quanto maior a velocidade do rotor, maior são as perdas de energia (Castro, 2006).

Assim existe a necessidade de avaliar cuidadosamente a instalação de uma central eólica, e ainda contar com uma gestão operacional adequada de forma a maximizar o aproveitamento da energia dos ventos do local e reduzir as perdas por paradas de máquinas, por velocidades reduzidas de operação e perdas de qualidade.

### **3 METODOLOGIA**

Por meio de uma revisão de literatura, considerando trabalhos desenvolvidos nos últimos 11 anos (2005 a 2016), foram realizados levantamentos bibliográficos os quais exploraram conceitos relacionados à geração de energia por meio de fontes renováveis como a energia eólica, do potencial eólico brasileiro, da gestão de manutenção e também dos principais tipos de manutenção empregados em usinas eólicas.

Anteriormente foram citados os tipos de manutenção como a preditiva, preventiva e corretiva, que são adequados a cada processo executado diariamente em uma usina eólica. Para manutenção dos aerogeradores, a manutenção preventiva, foi citada de forma importante para os serviços executados, diminuindo a ocorrência de falhas e por vezes até as

evitando, envolvendo tarefas de inspeções diárias, troca de peças, entre outros, evitando a interrupção na geração de energia.

Outro tipo de manutenção importante é a chamada preditiva, que consiste em elaborar manutenções periódicas nos equipamentos, permitindo o monitoramento das condições dos serviços executados. Sendo assim, os conceitos teóricos apresentados foram analisados de forma a verificar que tal processo de gestão apresenta uma maior eficácia e eficiência no serviço prestado, além de reduzir custos.

Desta forma pode-se observar que a gestão de manutenção em uma usina eólica promove bons resultados como: definir estratégias para manter a qualidade nos serviços prestados com custos reduzidos, prevenção de falhas em equipamentos utilizados para a geração de energia, redução na interrupção dos processos dentro de uma usina eólica por meio de uma manutenção adequada, melhor aproveitamento de um aerogerador bem como sua conservação no que tange a vida útil do equipamento, análise da necessidade de melhorias em cada setor que compõem os processos dentro de uma indústria, e a busca por mão de obra cada vez mais qualificada, entre outros.

Por outro lado, existem dificuldades para a sua aplicação, devido à falta dessa mão de obra qualificada, e resistências em aceitar novas técnicas para a execução dos processos de manutenção por parte de funcionários mais antigos, o que pode dificultar a implantação de novos processos de gestão em manutenção.

## 4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

Os primeiros planos de manutenção aplicados aos sistemas eólicos eram baseados em técnicas corretivas, onde as turbinas eólicas eram mantidas em operação até que acontecesse alguma avaria, o que deixou de fazer sentido à medida que tais máquinas foram crescendo em termos de potência, preço e complexidade, passando a serem implantadas inspeções periódicas (Oliveira, 2103).

De acordo com a revisão bibliográfica apresentada, e segundo Oliveira (2015), um dos passos mais importantes para um bom desempenho de uma usina de energia eólica consiste na eficácia de seu programa de gestão da manutenção e operação, e para que sejam adequados, devem estar em plena conformidade com as normas de segurança estabelecidas, antes que qualquer procedimento venha a ser realizado, e também que tais procedimentos sejam executados de forma periódica.

Ainda segundo Oliveira (2015), para o desenvolvimento de um bom plano de manutenção é necessário que sejam estabelecidos cronogramas para a sua execução, assegurando que os aerogeradores estejam sempre em funcionamento. Neste contexto existem, em termos gerais, três modelos de manutenção que podem ser adotados, e cada um deles apresentam vantagens e desvantagens, além de garantir o aproveitamento máximo da energia dos ventos, programando a manutenção para épocas em que o regime dos ventos seja mínimo.

Assim, os três modelos de manutenção que podem ser adotados são: a manutenção corretiva, utilizada depois que se tem conhecimento da avaria e esta é detectada; a manutenção preventiva, a qual compreende uma série de

inspeções ou ações de manutenção em intervalos periódicos para evitar o aparecimento de defeitos; e a manutenção preditiva, que utiliza meios de obter informações que permitem prever quando acontecerá uma avaria para, assim, poder programar uma ação de manutenção (Oliveira, 2015).

Pôde-se analisar que, em especial, a manutenção preditiva tem sido muito aplicada em aerogeradores, já que permite a análise do dano que pode ser ocasionado, a forma pela qual se planeja intervir, além de permitir estudar qual modelo deve ser utilizado para detectar as informações para prever uma avaria, as quais surgem com o passar do tempo a partir do desgaste e deterioração dos componentes que compõem os aerogeradores.

De acordo com González (2009), as avarias que se podem antecipar são aquelas que procedem de deterioração lenta. Por exemplo, reações físico-químicas, tais como: corrosão de metais, deterioração de mangueiras hidráulicas ou de polímeros por radiação ultravioleta; fadiga de materiais tais como o desenvolvimento de fissuras nas pás, eixos ou parafusos, devido a variações de tensões mecânicas.

Segundo o trabalho desenvolvido por Fonseca (2010), ainda é possível empregar a manutenção preditiva na análise das Séries Temporais para seguir a evolução das variáveis de condição como temperatura, pressão, viscosidade e módulo do espectro de frequências, por meio de Redes de IP (Internet *Protocol*). Utilizando materiais de baixo custo (como *hardwares e softwares*), e preservando a confiabilidade dos dados coletados, esses podem ser analisados permitindo prever avarias e planejar a manutenção mais adequada.

De acordo com Fonseca (2010), as técnicas tradicionais de monitoramento por meio de vibração dos componentes que compõem os

aerogeradores, mesmo com pequenas alterações, permitem a realização de uma boa manutenção. No entanto, existe uma técnica que utiliza um *software* comercial (*SWANwind*) o qual monitoriza os equipamentos por meio do som, utilizando análise em alta frequência da onda sonora emitida. Esse *software* trabalha em uma rede IP distribuída e integrada a um sistema de manutenção de monitoramento de condição. Ao invés de efetuar a análise de vibração, utiliza a análise do som para determinar, por exemplo, a possibilidade de fricção e de impactos internos na turbina ou em outros componentes do sistema de geração de energia eólica. Todos os dados são recolhidos e transmitidos para uma central aonde são tratados de forma científica. Tal procedimento permite um estudo mais preciso das avarias que podem vir a surgir nos equipamentos, prevendo falhas de médio e longo prazo.

Existem ainda sistemas que utilizam a análise de vibração dos equipamentos que constituem os aerogeradores, em especial os rolamentos, por meio da análise dos dados de entrada e saída, que são comparados a parâmetros pré-estabelecidos. A principal diferença entre tipos de sistemas é em relação à fixação dos sensores, pois enquanto os sensores de vibração devem ser fixados rigidamente com o objeto, os acústicos podem ser colocados em qualquer lugar desde que o som seja audível, permitindo a coleta de dados.

Do ponto de vista dos avanços tecnológicos, é possível constatar que não existe a necessidade da presença em tempo integral, das equipes de manutenção e operação, mas o que se exige é que as mesmas estejam comprometidas a estarem prontas e preparadas para que as necessidades emergenciais possam ser atendidas. Tais avanços ainda melhoram as

condições de trabalho dos técnicos especializados, a segurança da equipe e também dos equipamentos.

Ainda, como apresentado, é necessário considerar a manutenção dos componentes que compõem uma usina eólica, parte essencial de seu funcionamento, tendo participação importante nos custos para a geração de energia. Assim, uma manutenção preventiva, que seja planejada tentando prever a ocorrência de falhas para que se possa antecipar e programar os reparos minimizando os custos que se somariam com a parada total da máquina, também é de suma importância.

Como sugestão é preciso estabelecer um cronograma para execução da manutenção variando em intervalos que podem ser de 4, 6, 12, 24 e 48 meses (considerando a garantia de cada fabricante ou fornecedor), o que assegura o funcionamento correto e contínuo dos aerogeradores, e os reparos a serem realizados podem ser executados de forma contínua, antes que uma possível avaria pare totalmente o funcionamento da máquina.

A tabela 1 apresenta um modelo básico de planejamento de manutenção preventiva, considerando algumas das etapas de manutenção, as quais devem ser realizadas a partir de um estudo sobre o regime de ventos de cada região, para que uma possível parada para reparos, seja realizada em épocas de baixa incidência de ventos, permitindo o máximo de aproveitamento da energia eólica para a geração de energia.

**Tabela 1:** Planejamento de Manutenção Preventiva.

PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA													
Periodicidade (anual)		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez
<b>Manutenção mecânica</b>	Geradores e caixas de engrenagens.	X				X				X			
<b>Vibrações</b>	Rotação e vibração das pás, das torres e do rotor.	X						X					
<b>Inspecões Visuais</b>	Trincas, descascamento e deformações.	X						X					
<b>Manutenção Elétrica</b>	Exames termográficos em: transformadores, relés, contactores, entre outros.	X											

**Fonte:** O autor.

As atividades de manutenção apresentadas no quadro podem ser executadas de modo a detectar informações e prever avarias. Em geradores e caixas de engrenagens, é importante que sejam executadas segundo o cronograma, pois representa uma das manutenções mais onerosas, exigindo aluguel de guindaste e alto tempo de parada do aerogerador, o que pode comprometer a produtividade. Já um diagnóstico por vibração, além de evitar a substituição preventiva de componentes como pás do rotor e de fundação por rachaduras, pequenos desalinhamentos, folgas mecânicas, entre outros, permite identificar a melhor forma de determinar e programar as ações mais adequadas para cada um dos componentes.

Ainda as observações visuais devem ser tomadas dentro de critérios estabelecidos detectando, por exemplo, trincas, descascados e deformações,

relatando defeitos e irregularidades encontradas. Inspeções visuais de engrenagens e rolamentos devem ser realizadas de forma contínua, pois quando passam a existir ruídos o problema já é considerado bastante profundo.

Neste contexto, o monitoramento das condições dos equipamentos pode ser melhorado de forma diária em uma usina eólica, por meio das rotinas de manutenção estabelecidas, reduzindo custos com tais atividades.

## **5 CONCLUSÃO**

Diante de um panorama a nível mundial em que as questões ambientais são de grande preocupação, as fontes renováveis surgem como alternativa para a geração de energia em substituição aos combustíveis fósseis, e a energia eólica representa uma das fontes que possuem maior viabilidade de exploração.

Neste contexto, na busca pela ampliação da oferta de energia limpa, e com grandes desenvolvimentos tecnológicos, a energia eólica, passou a ser uma das fontes de energia mais exploradas nos últimos anos, surgindo à necessidade de uma maior exploração de materiais que abordam a viabilidade de instalação de parques eólicos, e em especial, que abordem programas de manutenção.

Este enquadramento mostra a relevância de programas de gestão de manutenção que busquem por produtos e sistemas de alto desempenho a custos reduzidos, os quais minimizem falhas e mantenham a confiabilidade dos dados que serão coletados para posterior análise científica, permitindo a

execução de uma manutenção planejada para que não sejam feitas paradas em épocas de máximo regime de ventos.

Da revisão de literatura realizada, constatou-se que um bom programa de gestão da manutenção e operação, utilizando ferramentas adequadas, promove bons resultados para manter a qualidade nos serviços prestados com custos reduzidos, aproveitamento adequado dos aerogeradores bem como a sua conservação no que tange sua vida útil. Apontou ainda, a importância do desenvolvimento de *softwares* específicos para a facilidade e precisão na coleta de dados.

Por outro lado, são necessários que se desenvolvam maiores estudos na área da gestão de manutenção em usinas eólicas bem como nos aerogeradores, juntamente com a publicação de dados reais junto a empresas que operem em parques eólicos, contribuindo assim, para o estudo de um campo de investigação com muito a ser explorada, e permitindo o desenvolvimento de trabalhos futuros.

## **STUDY ON THE MAINTENANCE MANAGEMENT IN WIND POWER PLANTS**

### **Abstract**

The search for adoption of cleaner alternative energy for power generation has increased in recent decades and wind energy is among those that has aroused interest because of its large production technical potential. So with the growth in wind levels, it is clear the price drop in production costs of so-

called wind turbines, making the highly competitive wind energy on other sources of power generation, including renewables. And an important step as far as the development of the wind sector, is in a good performance of a wind farm in full operation, and it is necessary to the effectiveness of its maintenance program and operation. The work presents at the level of literature review, analysis of a maintenance plan that consists of three phases basically: corrective maintenance, preventive maintenance and monitoring. Evaluates the importance of an efficient project maintenance management in a wind farm, in addition to advantages in maintaining such a project, promotes good results regarding the quality of services at reduced costs. Still has relevance in the search for programs that seek for products and high-performance systems that can predict and minimize failures and maintain the reliability of the data collected, allowing maintenance planning. This way you can avoid interruption of power generation by constant stoppages of equipment, scheduling those in low wind regimes times, and not compromising the continuity and quality of services. The studies also point to the importance of developing software that can assist and enhance the accuracy of data collected from equipment used in wind farms, facilitating further scientific examination.

**Key-words:** Wind energy. Maintenance management. Maintenance tools.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf)>. Acesso em: 17 maio.2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://abides.org.br/brasil-e-a-energia-renovavel/>>. Acesso em: 17 maio.2016.

Bonifácio, Marcos Antônio. **Manutenção industrial: uma discussão entre a relação dos investimentos aplicados e os resultados operacionais e ambientais obtidos**. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA, 2005.

Castro, Daniel E. **Análise de Perdas de Eficiência Produtiva em Sistemas de Geração de Energia Eólica Utilizando o Coeficiente de Eficiência OEE de TPM**. CEFET, Minas Gerais, 2006.

Centro de Energia Eólica. CE-EÓLICA. <<http://www.pucrs.br/ce-eolica/faq.php?q=18>>. Acesso em: 11 out. 2016.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf)>. Acesso em: 17 maio.2016.

Fonseca, Inácio de Souza Adelino da. **Manutenção de Sistemas de Geração de Energia Renovável Eólica através de Redes IP**. FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, janeiro de 2010.

Oliveira, Clóvis B. M.; et al **Guia do Setor Eólico do Rio Grande do Norte**. Editora: IFRN. Natal, 2015.

Oliveira, Sérgio F. P. S. de. **Análise do Comportamento dos Aero geradores em Situação de Anomalia**. Instituto Superir de Engenharia do Porto, 2013.

Portal Energia: **Energias Renováveis**. < <http://www.portal-energia.com/fontes-de-energia/>>. Acesso em: 11 out. 2016.

SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010340142013000100008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142013000100008)>. Acesso em: 17 maio.2016.

Silva, Romeu Paulo da. **Gerenciamento do setor de manutenção**. UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ, 2004.

SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010133002007000300003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010133002007000300003)>. Acesso em: 11 out. 2016.

**Editora**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**SENAI LONDRINA - e-tec- V3-2016**