

Impactos das Tecnologias nas Engenharias

Atena Editora



Atena Editora

IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS NAS ENGENHARIAS

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora
Copyright © da Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Edição de Arte e Capa: Geraldo Alves
Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Profª Drª Adriana Regina Redivo – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez – Universidad Distrital de Bogotá-Colombia
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª. Drª. Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª. Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª. Drª. Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A864i

Atena Editora. Impactos das tecnologias nas engenharias [recurso eletrônico] / Atena Editora. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.

Formato: PDF ISBN 978-85-93243-57-8 DOI 10.22533/at.ed.578171412 Inclui bibliografia.
--

1. Engenharia. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia. I. Título. CDD-658.5
--

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2018

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora
www.atenaeditora.com.br
E-mail: contato@atenaeditora.com.br

Sumário

CAPÍTULO I

AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA GANHO MÁXIMO ENERGÉTICO EM CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Lucas Barcelos Mendes, Gabryel Silva Ramos, Wandercleyson Marchiori Scheidegger e Gilmar de Souza Dias..... 6

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL E MECÂNICA DE JUNTA SOLDADA EM AÇO MÉDIO CARBONO E BAIXA LIGA.

Maria Cristina Carrupt Ferreira Borges, Juliene Ozório Lacorte, Jorge Luiz Rosa, Ana Paula Alvez Bleck Duque e Marcelino Pereira Nascimento.....17

CAPÍTULO III

CONTRUÇÃO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA O AUXILIO NA PRODUÇÃO DE PEQUENOS PRODUTORES RURAIS

Luiz Diego Vidal Santos, Catuxe Varjão de Santana Oliveira e Paulo Roberto Gagliardi26

CAPÍTULO IV

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA DE MÁRMORES

Fernanda Souza Silva, Roberto Carlos Farias de Oliveira, Nilson Alves da Silva, Israel Cardoso, Rafael Michalsky Campinhos, Edmundo Rodrigues Júnior, Sayd Farage David, Gabriel Antônio Taquêti Silva, Raphael Furtado Coelho e Carlos Eduardo Gomes Ribeiro 38

CAPÍTULO V

DSTATCOM OPERANDO COMO UMA FONTE DE TENSÃO CONTROLADA

Rafael Michalsky Campinhos, Fernanda Souza Silva, Roberto Carlos Farias de Oliveira, Raphael Furtado Coelho, Israel Cardoso, Edmundo Rodrigues Júnior, Bruno Coelho Alves, Gabriel Antônio Taquêti Silva, Saulo da Silva Berilli e Rogério Vicentini..... 46

CAPÍTULO VI

ESTUDO DA CONFIGURAÇÃO DE DIFERENTES ARQUITETURAS DE REDES NEURAS PARA PREDIÇÃO DO TEOR DE SILÍCIO E ENXOFRE NO FERRO GUSA DE ALTOS-FORNOS

Sayd Farage David, Karla Dubberstein Tozetti, Nilson Alves da Silva, Rafael Michalsky Campinhos, Karlo Fernandes Rocha e Gabriel Antônio Taquêti Silva 55

CAPÍTULO VII

ESTUDO DE CASO: FABRICAÇÃO, CONTROLE E GESTÃO DE CUSTOS DE FIO DIAMANTADO NA EMPRESA COFIPLAST

Angelo Cesar Tozi Christo, Wellington Antonio Galvão Canzian, Willian Gamas Ferreira, Israel Cardoso, Sayd Farage David e Raphael Furtado Coelho..... 64

CAPÍTULO VIII

ESTUDO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEAS EM MÉDIA TENSÃO

Airton Coutinho Neto Pelissari, Gabriel Antônio Taquêti Silva, Nilson Alves da Silva, Karla Dubberstein Tozetti, Rafael Michalsky Campinhos, Karlo Fernandes Rocha, Whornton Vieira Pereira, Antonio Celso Perini Talhate, Sayd Farage David e Raphael Furtado Coelho 70

CAPÍTULO IX

ESTUDO PRELIMINAR DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO DE CONCRETO INCORPORADO COM RESÍDUO DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA AZEITONA

Josilene Arbache Silva, Jamilli Mattos Costa Leite, Ana Paula de Carvalho Faria, Mayara Lisboa Santos, Jonas dos Santos Pacheco e Cristiane de Souza Siqueira Pereira..... 83

CAPÍTULO X

GERADOR PORTÁTIL DE ENERGIA RENOVÁVEL

Priscila Vitorino Avelar, Rejane Nunes Costa, Alessandro Correa Mendes e Wagner Santos Clementino de Jesus..... 92

CAPÍTULO XI

INDÚSTRIA 4.0. CONCEITOS, ASPECTOS E IMPACTOS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Adriano José Sorbille de Souza, Aracelli Martins de Freitas Fioravante, Igor Alexandre Fioravante, Jorge Luiz Rosa, Rosinei Batista Ribeiro e Rosenil Honorato Melo 103

CAPÍTULO XII

INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE FIBRAS NA DUREZA E RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE COMPÓSITOS HIPS/BAGAÇO DE CANA PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE PET SHOP

Glayce Cassaro Pereira, Gilmara Brandão Pereira, Cirlene Fourquet Bandeira e Sérgio Roberto Montoro 112

CAPÍTULO XIII

INFLUÊNCIA DO pH SOBRE A BIOSSORÇÃO DE ÍONS Cr(VI) PELA CASCA DE BANANA NANICA

Giovani Santana Silva, Mateus Silva Ferreira de Oliveira, Otávio Augusto da Silva, Angelo Capri Neto e Maria da Rosa Capri 120

CAPÍTULO XIV

MENSURAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DE UM PROCESSO PRODUTIVO EM UM AMBIENTE LEAN129

Andreza Aparecida da Silva, Gabriella Aparecida Ferraz Albino e Dalton Garcia Borges de Souza..... 129

CAPÍTULO XV

PROCONVE-7, PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR, FASE-7

Adriano José Sorbille de Souza, Aracelli Martins de Freitas Fioravante, Igor Alexandre Fioravante, Jorge Luiz Rosa, Rosinei Batista Ribeiro e Rosenil Honorato Melo 145

CAPÍTULO XVI

RELAYOUT DE UM PROCESSO FABRIL COM IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS DE PRODUÇÃO BASEADA NA PRODUÇÃO ENXUTA DE UMA EMPRESA NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM) EM PLENA REGIÃO AMAZÔNICA

Wesley Gomes Feitosa, Welleson Feitosa Gazel, Charles Ribeiro de Brito, Edmilson Ferreira da Silva, Jorge Luiz Oliveira Regal e Doriedson Sousa Dias.....154

CAPÍTULO XVII

SISTEMA DE EXECUÇÃO DE MANUFATURA – MES IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CHÃO-DE-FÁBRICA PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DE UMA EMPRESA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)

Welleson Feitosa Gazel, Wesley Gomes Feitosa, Charles Ribeiro de Brito, Carlos Renato Montel e Marcos José Alves Pinto Junior.....166

CAPÍTULO XVIII

SOFTWARE DE RASTREAMENTO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTS) EM AMBIENTE INDOOR INTEGRADO AO SENSOR KINECT

Paulo Rogério Siqueira Custódio, Helosman Valente de Figueiredo e Gustavo Carlos Silva.....177

Sobre os autores.....191

CAPÍTULO I

AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA GANHO MÁXIMO ENERGÉTICO EM CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

**Lucas Barcelos Mendes
Gabryel Silva Ramos
Wandercleyson Marchiori Scheidegger
Gilmar de Souza Dias**

AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA GANHO MÁXIMO ENERGÉTICO EM CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Lucas Barcelos Mendes

Instituto Federal do Espírito Santo
Jucutuquara – Vitória

Gabryel Silva Ramos

Instituto Federal do Espírito Santo
Jucutuquara – Vitória

Wandercleyson Marchiori Scheidegger

Instituto Federal do Espírito Santo
Jucutuquara – Vitória

Gilmar de Souza Dias

Instituto Federal do Espírito Santo
Jucutuquara – Vitória

RESUMO: O Brasil vive um momento de escassez de recursos hídricos. Como sua matriz energética é baseada em hidrelétricas, decorre que o país enfrenta também uma crise energética. Além disso, as fontes secundárias de energia acarretam problemas ambientais, como a poluição gerada pelas termoelétricas. Alternativamente a este cenário, devem-se considerar as fontes “limpas” de energia, ou seja, fontes renováveis e que geram poucos impactos ao meio ambiente. Por conta de sua ampla extensão territorial e de sua localização geográfica, o Brasil é um local propício para utilização da geração solar de energia elétrica. Contudo, o principal empecilho para disseminação dessa técnica é o alto custo dos equipamentos. Este estudo traz uma análise qualitativa do ganho de eficiência de uma célula fotovoltaica automatizada para rastreamento do Sol. Os resultados obtidos sugerem um significativo aumento na eficiência de geração. Em um sistema de maior escala, estes ganhos podem compensar os altos custos da produção ou ao menos incentivar investimentos em novas tecnologias.

PALAVRAS-CHAVE: energia solar; painel solar; automação.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), o Sol fornece para a atmosfera terrestre cerca de 10.000 vezes o valor médio de energia consumida no mundo por ano. Desse modo, a radiação solar se caracteriza como uma fonte inesgotável de energia (CRESESB, 2006).

No Brasil, as principais matrizes energéticas são atualmente a termoelétrica e a hidrelétrica. Esta última é a de maior expressão na produção de energia, mas a ela estão associados alguns problemas e restrições, como os impactos ambientais (necessidade de alagamento de grandes áreas) e os desafios logísticos (as unidades geradoras se localizam afastadas dos grandes centros urbanos, em regiões pouco desenvolvidas, distantes das

redes de distribuição). Mas, concomitantemente, como citado por Nascimento et al. (2012): o Brasil possui uma das maiores intensidades de radiação solar por sua extensão territorial. Isso evidencia uma possível fonte alternativa ou, ao menos, uma fonte de complementação de nossa matriz energética.

Para produção de energia elétrica a partir da radiação solar, os meios mais comuns utilizados são o sistema térmico de produção de energia e o sistema de conversão direta, que utiliza o efeito fotovoltaico. Este último ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas. Esses dispositivos são basicamente construídos por materiais semicondutores - por sua grande disponibilidade, o silício é o material mais empregado na produção das células fotovoltaicas (CRESESB, 2006).

Um dos principais empecilhos para a utilização da energia solar é o alto custo das células fotovoltaicas. Apesar do barateamento decorrente da ampliação dos mercados e do desenvolvimento de novas tecnologias (CRESESB, 2006), muitas vezes a produção não se torna vantajosa do ponto de vista financeiro, de modo que a eficiência na conversão de energia solar em energia elétrica nos painéis solares deve ser aumentada para compensar os gastos com a implementação desse sistema. E o fator primordial na eficiência das células solares é a incidência de radiação solar sobre o dispositivo. Portanto, a disponibilidade de radiação solar e a disposição espacial do painel são fatores críticos na determinação da eficiência da geração de energia elétrica a partir do Sol.

Com relação à disponibilidade de radiação solar, além das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar e outras), fatores como a latitude local, as estações do ano e a hora do dia estão diretamente ligados à taxa de energia solar incidente sobre a Terra. Isso se dá por conta da inclinação do eixo de rotação terrestre e por conta dos movimentos terrestres realizados em sua trajetória em torno do Sol. Desse modo, a instalação do painel solar em posição ajustada de acordo com sua localização geográfica e período do ano de maior incidência luminosa é interessante para ganho de rendimento no sistema (ANEEL, 2008).

Contudo, uma solução possivelmente mais eficiente é a utilização de estruturas de rastreamento solar (conhecidas como solar trackers), que garantem que as células fotovoltaicas estejam sempre posicionadas perpendicularmente aos raios solares incidentes, compensando as mudanças na posição do Sol em relação à Terra durante o dia e também durante as estações do ano. Assim, uma maior parcela da energia proveniente do Sol pode ser aproveitada com a utilização desse sistema. Algumas pesquisas demonstram que a utilização do método de rastreamento solar na produção de energia leva a um ganho superior a 20% de eficiência quando utilizado apenas um eixo de movimentação, ou superior a 40% para estruturas que se movimentam em dois eixos, acompanhando a inclinação dos raios incidentes sobre a Terra (ALVES; CAGNON, 2010).

Portanto, a verificação de um aumento significativo da eficiência energética de painéis solares utilizando-se da estrutura solar tracker a ponto de tornar viável economicamente sua implementação pode levar à ampliação de sua ocorrência na matriz energética brasileira. E, além dos ganhos em âmbito econômico, é importante ressaltar a importância da utilização de fontes energéticas renováveis (inesgotável no caso da energia solar) e limpas, ou seja, que não implicam impactos ambientais, haja vista o momento de

escassez de recursos e de busca de ações sustentáveis no qual o Brasil se encontra.

No intuito de verificar uma maior eficiência no processo de geração de energia solar, este trabalho propôs a automação de uma célula fotovoltaica para movimentação em dois graus de liberdade (acompanhando as variações da posição do Sol em relação à Terra), de modo a obter uma comparação teórico-experimental entre as eficiências de sistemas de geração de energia nos modos automatizado e estático.

2. METODOLOGIA

Os principais materiais dos quais este estudo fez uso foram:

- Célula Fotovoltaica:

Constituída por material semicondutor (silício) ao qual é adicionado substâncias ditas dopantes para que seja possível a ocorrência do efeito fotovoltaico, ou seja, a conversão direta da radiação solar em energia elétrica, é o menor elemento constituinte dos painéis solares (CASTRO, 2002).

Como este trabalho discute apenas a possibilidade do ganho em eficiência energética com o método do rastreamento solar, em detrimento a um painel solar foi utilizada uma célula fotovoltaica de especificações: 6,0 V; 0,5 mA; 3,0 W, semelhante à apresentada na Figura 1 a seguir.



Figura 1 - Célula Fotovoltaica

- Placa ARDUINO

Segundo seu site oficial (www.arduino.cc), o ARDUINO é uma plataforma eletrônica open-source que se dispõe em hardware e software de modo prático e de simples utilização. Este controlador no dispositivo seguidor solar é responsável por “perceber” o ambiente através de entradas conectadas a sensores e pode também afetar o ambiente, como quando é utilizado para controle de um motor.

- Motor DC

Os atuadores utilizados na movimentação do sistema solar tracker foram dois motores de corrente contínua (motores DC) com redução (um motor para cada grau de liberdade). Para esta aplicação não se faz necessário ocorrência de altas velocidades, mas sim a ação de torque no eixo dos motores, responsáveis por movimentar a estrutura. Por

isso a utilização de motores com redução.

- LDR

De acordo com o manual técnico (RS COMPONENTS, 1997) do dispositivo LDR (Light Dependet Resistor), este é composto de um material semicondutor: o sulfeto de cádmio, CdS, ou o sulfeto de chumbo. É um componente eletrônico que tem como característica apresentar uma resistência elétrica que varia linearmente de acordo com a intensidade luminosa incidente sobre ele. A relação entre a resistência de um LDR e a energia luminosa incidente é inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a quantidade de lux sobre o LDR, menor sua resistência elétrica.

- Estrutura de Movimentação

A seguir é apresentado um esquemático (produzido no software SketchUp) da estrutura desenvolvida para sustentação e movimentação da célula fotovoltaica (Figura 2).

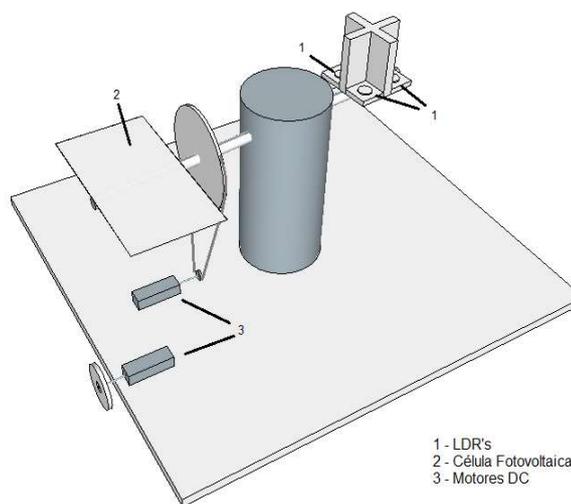


Figura 2 - Esquemático do Solar Tracker

Os parâmetros utilizados para comparação entre os sistemas automático e estático foram: corrente de curto circuito, tensão de circuito aberto e potência instantânea dissipada em uma carga fixa.

O controle dos motores DC foi realizado por meio do circuito integrado L298 e da placa microcontroladora ARDUINO. Na Figura 3 é apresentado o esquemático do circuito de controle, que consiste basicamente no recebimento de sinais pela placa microcontroladora dos sensores LDR's e acionamento adequado dos motores também a partir do ARDUINO, de modo a obter-se o posicionamento desejado da estrutura, permitindo a incidência perpendicular dos raios solares sobre a célula fotovoltaica.

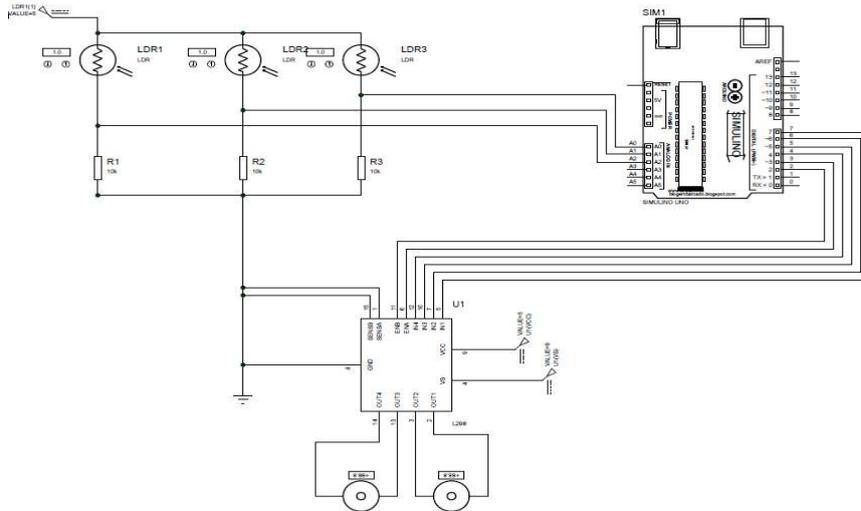


Figura 3 - Esquemático do Circuito de Controle

A amostragem foi obtida em intervalos de 30 minutos a partir das 09:00 horas da manhã até a última coleta de dados às 17:30 horas (horário de Brasília), totalizando 19 etapas de medição.

Primeiramente os dados eram obtidos com o sistema operando em modo automático, rastreando o Sol. Posteriormente, mensuravam-se os parâmetros correspondentes ao sistema estático de geração de energia com o modo automático desligado e a célula fotovoltaica posicionada paralelamente à superfície terrestre (simulando a instalação de um painel solar no telhado plano de uma residência).

Os dados foram obtidos experimentalmente com a utilização de um multímetro (Multímetro Digital DT-832) com escalas e resoluções suficientes para as aplicações necessárias.

A carga fixa consistiu em um resistor de 330 Ω conectado diretamente nas saídas da célula fotovoltaica, de modo que a energia gerada não era armazenada, mas sim dissipada diretamente na carga em forma de calor. Então, obtendo-se as medições de tensão sobre a carga, pôde-se calcular a potência instantânea fornecida ao resistor.

3. RESULTADOS

Os dados coletados nas 19 amostras de corrente de curto circuito (I_{sc}), tensão de circuito aberto (V_{op}) e tensão nos terminais do resistor de 330 Ω (V_L) estão organizados na Tabela 1. Os dados que apresentam o índice 1 são os referentes à coleta com sistema solar tracker em funcionamento. Os dados de índice 2 correspondem aos obtidos com a célula fotovoltaica fixamente paralela à superfície.

Tabela 1 - Dados obtidos durante período de amostragem

Hora	$I_{sc,1}$ (A)	$I_{sc,2}$ (A)	$V_{op,1}$ (V)	$V_{op,2}$ (V)	$V_{L,1}$ (V)	$V_{L,2}$ (V)
09:00	0,19	0,10	5,95	5,57	5,49	5,28
09:30	0,19	0,12	6,16	5,83	5,60	5,35
10:00	0,03	0,01	5,49	5,16	4,61	3,10
10:30	0,02	0,01	5,32	5,20	4,42	4,07
11:00	0,03	0,02	5,30	5,21	4,73	4,44
11:30	0,19	0,15	6,04	5,91	5,52	5,39
12:00	0,19	0,15	6,10	5,99	5,55	5,46
12:30	0,19	0,16	6,16	6,02	5,61	5,52
13:00	0,20	0,14	6,17	6,00	5,62	5,42
13:30	0,20	0,13	6,05	5,83	5,56	5,34
14:00	0,20	0,11	6,13	5,90	5,64	5,34
14:30	0,19	0,11	6,14	5,80	5,63	5,26
15:00	0,18	0,09	6,18	5,84	5,67	5,22
15:30	0,17	0,05	6,05	5,51	5,56	4,89
16:00	0,13	0,02	6,04	5,33	5,53	4,26
16:30	0,11	0,01	6,00	4,91	5,47	3,56
17:00	0,00	0,00	3,56	2,20	0,40	0,12
17:30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4. DISCUSSÃO

Como se pode observar na Figura 4, o sistema solar tracker apresenta expressiva vantagem sobre o sistema fixo quanto aos valores de corrente de curto circuito. Isto se dá pelo fato desse parâmetro apresentar grande sensibilidade mesmo a pequenas variações na incidência luminosa sobre a célula fotovoltaica, o que pode ser comprovado pela queda brusca de seus valores por volta de 10:30 horas, período em que o tempo esteve nublado. Destaca-se também o crescimento da diferença dos resultados obtidos para os dois métodos a partir de 12:30, ou seja, quanto maior o ângulo de incidência dos raios solares, maior foi a disparidade entre os dois sistemas, até que a incidência solar caiu a níveis muito baixos (aproximação da noite).

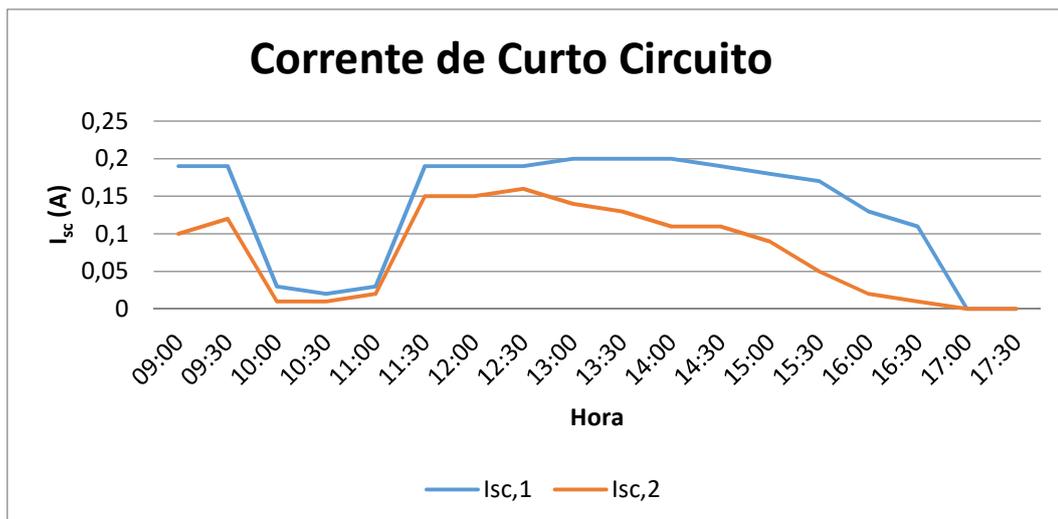


Figura 4 - Gráfico das Correntes de Curto Circuito

Já na Figura 5, nota-se uma menor sensibilidade da tensão de circuito aberto à incidência solar: ainda numa análise qualitativa, durante o período nublado a queda nos valores mensurados neste caso não foi tão expressiva quanto ao caso da corrente de curto circuito. Ainda assim, é notória a maior eficiência do sistema solar tracker, principalmente no período em que há luminosidade considerável e com elevado ângulo de incidência dos raios solares (período de 14:30 às 16:30), onde a diferença entre os valores de tensão foram maiores.

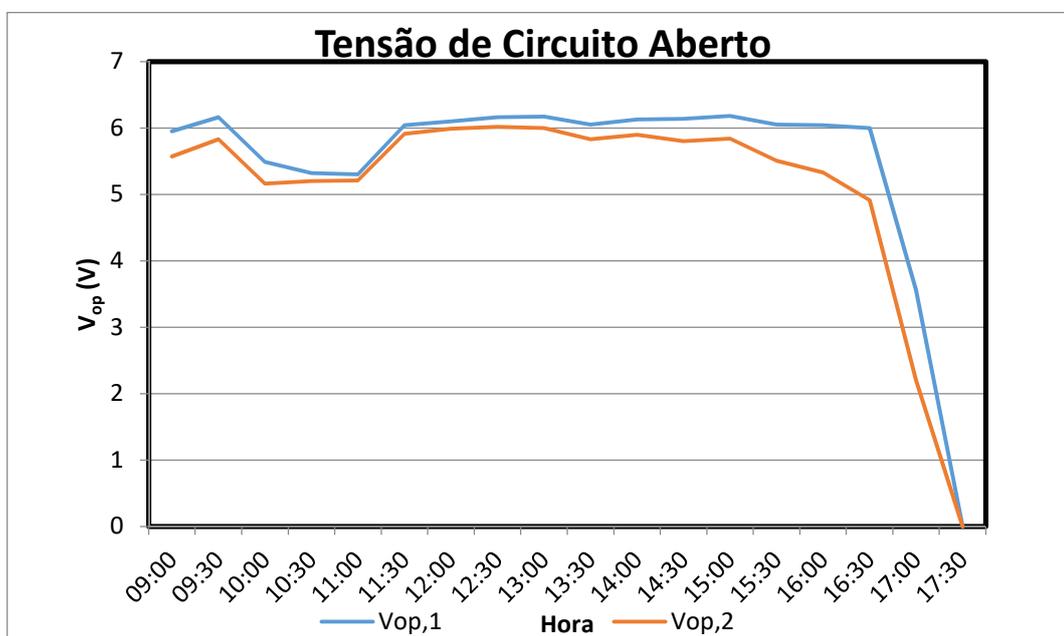


Figura 5 - Gráfico das Tensões de Circuito Aberto

A partir dos dados coletados de tensão nos terminais da carga, através da relação $P_L = V^2/R_L$, foram obtidos os valores de potência instantânea dissipada no resistor de 330Ω , apresentados no gráfico da Figura 6. Mais uma vez pode-se inferir do gráfico uma

superioridade do sistema solar tracker com relação à eficiência de produção de energia elétrica. Nota-se que os valores de potência instantânea apresentaram maior regularidade no decorrer do dia quando comparado com os dados obtidos para a célula fotovoltaica fixa. Além da superioridade durante os períodos de elevada inclinação dos raios solares, para o parâmetro potência também é válido ressaltar a diferença de reação dos dois sistemas ao período nublado. Enquanto a célula fotovoltaica posicionada fixamente levou à 29,1 mW dissipados no resistor às 10:00 horas, no mesmo horário a célula funcionando com rastreamento solar gerou 64,4 mW de potência no resistor (ganho superior a 121%). Portanto o dispositivo solar tracker se mostrou menos suscetível às perdas de eficiência devido à presença de nuvens.

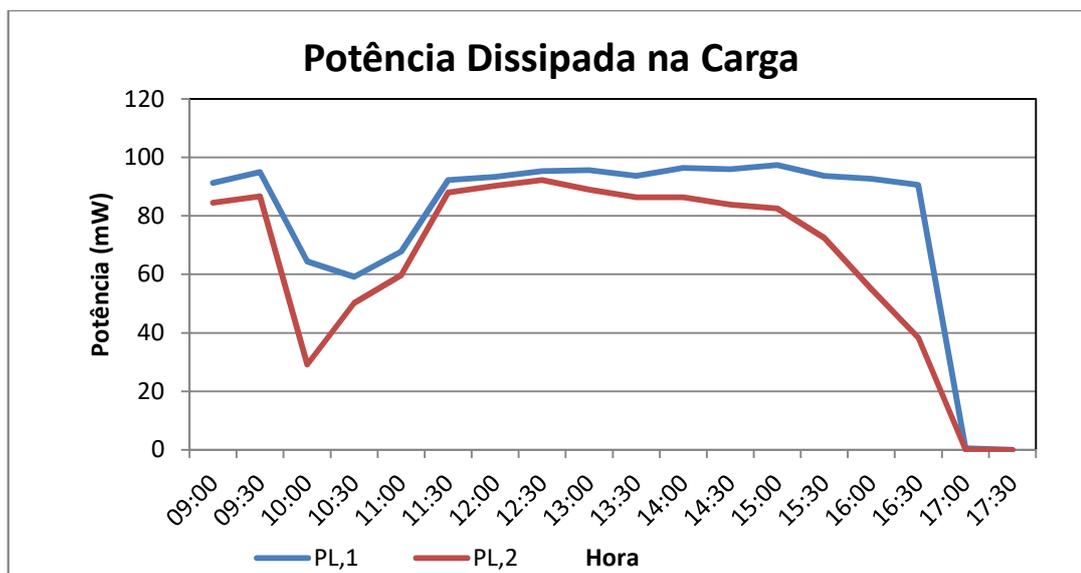


Figura 6 - Gráfico de Potência Dissipada na Carga Resistiva

Em última análise, é apresentado um gráfico de ganho de eficiência do sistema solar tracker em relação ao sistema estático com curvas referentes aos três parâmetros analisados neste trabalho (Figura 7). Neste gráfico fica ainda mais evidente o aumento do aproveitamento da energia solar para os períodos em que há elevada inclinação dos raios incidentes. A tensão de curto circuito e a potência dissipada na carga apresentaram ganho superior a 1000% para as últimas horas do dia. Este ganho obviamente não significa uma elevada produção energética, pois a incidência solar é baixa. Contudo, indica que uma célula fotovoltaica acoplada ao sistema seguidor solar não tem o seu funcionamento prejudicado tão rapidamente quanto uma célula solar estática com a aproximação do fim do dia. E a Figura 8 novamente elucida a superioridade do sistema móvel operando em período nublado – picos de ganho de 200% para corrente de curto circuito e cerca de 121% para potência no resistor, como citado anteriormente.

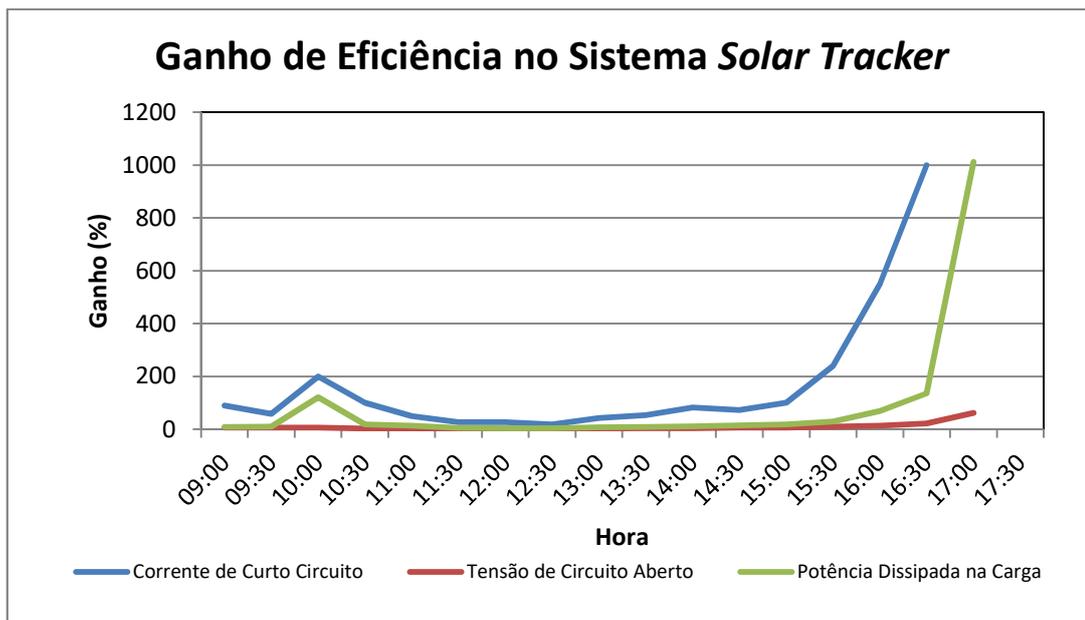


Figura 7 - Gráfico do Ganho de Eficiência Com Utilização do Dispositivo Solar Tracker

5. CONCLUSÃO

Este trabalho realizou a comparação de eficiência na geração de energia de uma célula fotovoltaica operando de modo estático e no modo rastreador solar. Os resultados obtidos condizem com os já presentes na literatura, ou seja, o dispositivo solar tracker permite um maior aproveitamento da energia proveniente do Sol para produção de energia elétrica. Foram analisados três parâmetros: corrente de curto circuito, tensão entre os terminais abertos da célula fotovoltaica e potência instantânea dissipada em uma carga (resistor de 330 Ω). Para todos os parâmetros o sistema móvel se mostrou superior.

Contudo, o estudo se ateve apenas a uma análise qualitativa da problemática. Isto porque propunha-se apenas a verificar a disparidade dos resultados obtidos para os dois sistemas distintos. Portanto, para uma análise mais precisa sobre os ganhos na utilização do solar tracker para produção de energia elétrica, se faz necessário um estudo que utilize painéis solares de maior potência e que considere os gastos energéticos do próprio dispositivo de movimentação. Comprovar que um sistema de maior porte é eficaz como os resultados apresentados anteriormente sugerem seria um incentivo ao investimento em novas tecnologias para geração solar de energia, barateando seus custos e remanejando a matriz energética brasileira. Isto traria benefícios econômicos e ecológicos ao país.

Com relação ao âmbito educacional, este estudo possibilitou aos autores a experiência com o desenvolvimento de sistemas eletrônicos. Mais especificamente um sistema de controle. Foram utilizados dispositivos, circuitos e programação muito simples que podem ser reaproveitadas como material pedagógico para estudantes da área.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. F. **Desenvolvimento de um sistema de posicionamento automático para painéis fotovoltaicos**. 2008. xiv,152 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101817>>. Acesso em: 28 jan. 2015.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) (2008) **Atlas de energia elétrica do Brasil**. ANEEL, Brasília, DF, Brazil.

ARDUINO AG. **What is Arduino?**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction/>>. Acesso em: 01 de fev. 2015.

CASTRO, R. M. G; **Introdução à Energia Fotovoltaica**. Instituto Superior Técnico de Lisboa. TÉCNICO DEEC / Seção Energ., n.0, 2002.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, **Energia solar princípios e aplicações**. 2006. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2015.

NASCIMENTO, C. P; KOCHANOVECZ, M; PEREIRA O. S; KLETTENBERG V. R. **Energia Solar Fotovoltaica: Sistemas Conectados à Rede**. Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR. 2012.

RS COMPONENTS. **Light Dependent Resistors**. Data Sheet, 1997. Disponível em: <http://www.bilimtechnik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/gelisim/elektronik/dosyalar/40/LDR_NSL19_M51.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2015.

ABSTRACT: Brazil lives a time of shortage in water resources. As its energy matrix is based on hydropower, occurs that the country also witnesses an energy crisis. Besides, the secondary energy sources entail environmental problems, as the pollution created by the thermoelectric generation. Alternatively to this scenario should be considered the “clean” sources of energy, in other words, renewable sources that bring few environmental impacts. Because of its size and its geographical location, Brazil is a favorable place for use of solar power generation. However, the main obstacle to spread this technique is the high cost of equipment. This study provides a qualitative analysis of the gain on efficiency of an automated solar tracker photovoltaic cell. The results suggest a significant increase in the generation efficiency. On a larger scale system, these gains can compensate the high costs of production or at least encourage investments in new technologies.

KEYWORDS: Solar power; solar panel; automation.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL E MECÂNICA DE JUNTA SOLDADA EM AÇO MÉDIO CARBONO E BAIXA LIGA

**Maria Cristina Carrupt Ferreira Borges
Juliene Ozório Lacorte
Jorge Luiz Rosa
Ana Paula Alvez Bleck Duque
Marcelino Pereira Nascimento**

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL E MECÂNICA DE JUNTA SOLDADA EM AÇO MÉDIO CARBONO E BAIXA LIGA.

Maria Cristina C.F. Borges

Fatec Pindamonhangaba/Tecnologia Mecânica – Processos de Soldagem
maria.b@fatec.sp.gov.br;

Juliane O. Lacorte

Fatec Pindamonhangaba/Tecnologia Mecânica – Processos de Soldagem
julienelacorte@gmail.com;

Jorge L. Rosa

Fatec Pindamonhangaba/Tecnologia Mecânica – Processos de Soldagem
jorge.rosa@fatec.sp.gov.br;

Ana Paula A. B. Duque

Fatec Pindamonhangaba/Tecnologia Mecânica – Processos de Soldagem
ana.duque@fatec.sp.gov.br;

Marcelino Pereira Nascimento

FEG-UNESP/DMT
pereira@feg.unesp.br

RESUMO: Os aços ARBL, considerados de alta resistência e baixa liga, são largamente empregados na indústria aeronáutica e automobilística. Na indústria aeronáutica, são utilizados em partes do trem de pouso e na fabricação do “berço-de-motor” de aeronaves de pequeno porte. Essa estrutura é um componente de alta responsabilidade, submetido a carregamentos complexos, cujas fraturas ocasionadas por fadiga são constantemente constatadas. São construídos com chapas de espessura de 1.10mm e soldados pelo processo GTAW (TIG). Como nos processos de soldagem por fusão o material é submetido a altas temperaturas, podendo sofrer transformação de fase no estado sólido durante o resfriamento, esse trabalho tem como objetivo identificar as fases presentes na microestrutura da junta soldada em aço ABNT 4130, destinadas à fabricação do “berço-de-motor”, e suas características mecânicas. Foi realizado ensaio de tração, microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados obtidos mostram a formação de fases frágeis e uma considerável alteração nas propriedades mecânicas da junta soldada, em relação ao material.

PALAVRAS-CHAVE: Aço SAE 4130, Soldagem GTAW, Microestruturas, Propriedade Mecânica.

INTRODUÇÃO

Tanto o berço de motor, quanto partes do trem de pouso, são confeccionados em aço ABNT 4130 e utilizam operações de soldagem na sua confecção, sendo estas operações as que necessitam de maiores cuidados. De acordo com NASCIMENTO (2001, 2002), o berço de motor também é um componente de alta responsabilidade, submetido

a carregamentos complexos, cujas fraturas ocasionadas por fadiga são constantemente constatadas.

As normas aeronáuticas são extremamente restritivas e rigorosas com relação à qualidade do cordão de solda final, onde 100% das juntas soldadas são inspecionadas por meio de ensaio não destrutivo e o índice de defeitos, obrigatoriamente, tem que ser zero. Porém, esses ensaios não avaliam a microestrutura, que pode ser determinante para o tempo de vida em serviço de equipamento, pois afetam diretamente as propriedades mecânicas da junta soldada. De acordo com o METALS HANDBOOK Vol. 19 (1992), as operações de soldagem para fabricação de componentes reduz, significativamente, a resistência à fadiga desses componentes..

Essa pesquisa tem como objetivo identificar as fases presentes na junta soldada do aço SAE 4130 e sua relação com a resistência à tração e o alongamento.

METODOLOGIA

O material utilizado foi o aço ABNT 4130, em chapas do tipo laminadas, com espessura de 1.10mm, dimensões 70 mm x 250mm. A análise da composição química foi feita conforme a norma ASTM E 322-96e1 e a norma ASTM A 751/96, realizadas pela GERDAU e CONFAB INDUSTRIAL, ambas em Pindamonhangaba. A soldagem foi realizada em junta de topo, sem chanfro, devido à pequena espessura. Na montagem da junta, foi utilizado um dispositivo de travamento contendo uma canaleta central para a circulação de gás inerte, como gás de purga, com o objetivo de proteger a raiz da contaminação ambiente.

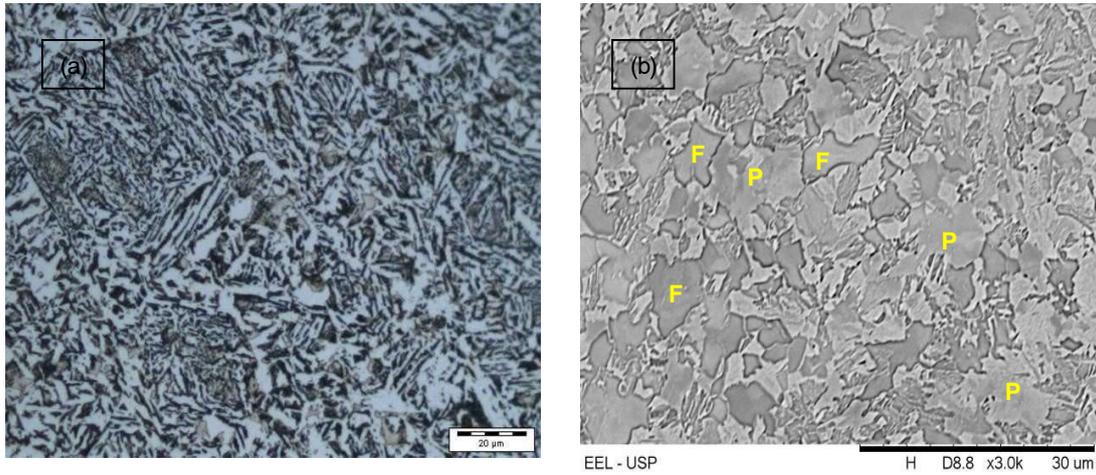
O processo de soldagem utilizado foi o GTAW (TIG) manual, com argônio de 99,95% de pureza, eletrodo de tungstênio EWTh-2 (conforme a norma AWS A5.12-69) e varetas AWS ER80S-B2 (conforme a norma AWS A5.28-79), ambos de diâmetros de 2.4 mm. O equipamento utilizado foi da marca LINCOLN ELECTRIC, inversor (CC-) modelo INVERTEC V250-S. Os parâmetros de soldagem aplicados foram: corrente = 72,5A; tensão: 10-11V; velocidade de soldagem: 120 - 122 mm/min, préaquecimento: 180°C.

Os corpos de prova para o ensaio de tração foram confeccionados segundo orientações do código

ASME seção IX, QW-462.1(a). Os ensaios foram realizados no equipamento KRATOS modelo 1KCL3-USB, na Fatec Pindamonhangaba. Como critério de avaliação e aprovação do ensaio de tração, foi aplicado o item QW-153, do código ASME seção IX.

As análises por microscopia ótica foram feitas na Fatec de Pindamonhangaba, com microscópio da marca Olympus, modelo Bx S1m Evolution LC-color. As análises por MEV foram realizadas na EEL-USP (Lorena), utilizando-se um microscópio da marca HITACHI, modelo TM3000.

Figura1: Micrografias do metal base. Ataque com 4% - 8s. a) microscopia ótica, 500x; b) MEV 1000x



Fonte: o autor

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a composição química do material base, após análise.

Tabela 1: Resultado da análise de composição química do material base (aço SAE 4130)

Especificado	0,28_0,33	0,40-0,60	0,035	0,040	0,15_0,35	0,15_0,25	0,80_1,10	0,0_0,35
Chapa 1,10 mm	0,33	0,53	0,010	0,003	0,28	0,17	1,04	0,02

Composição

(% peso)

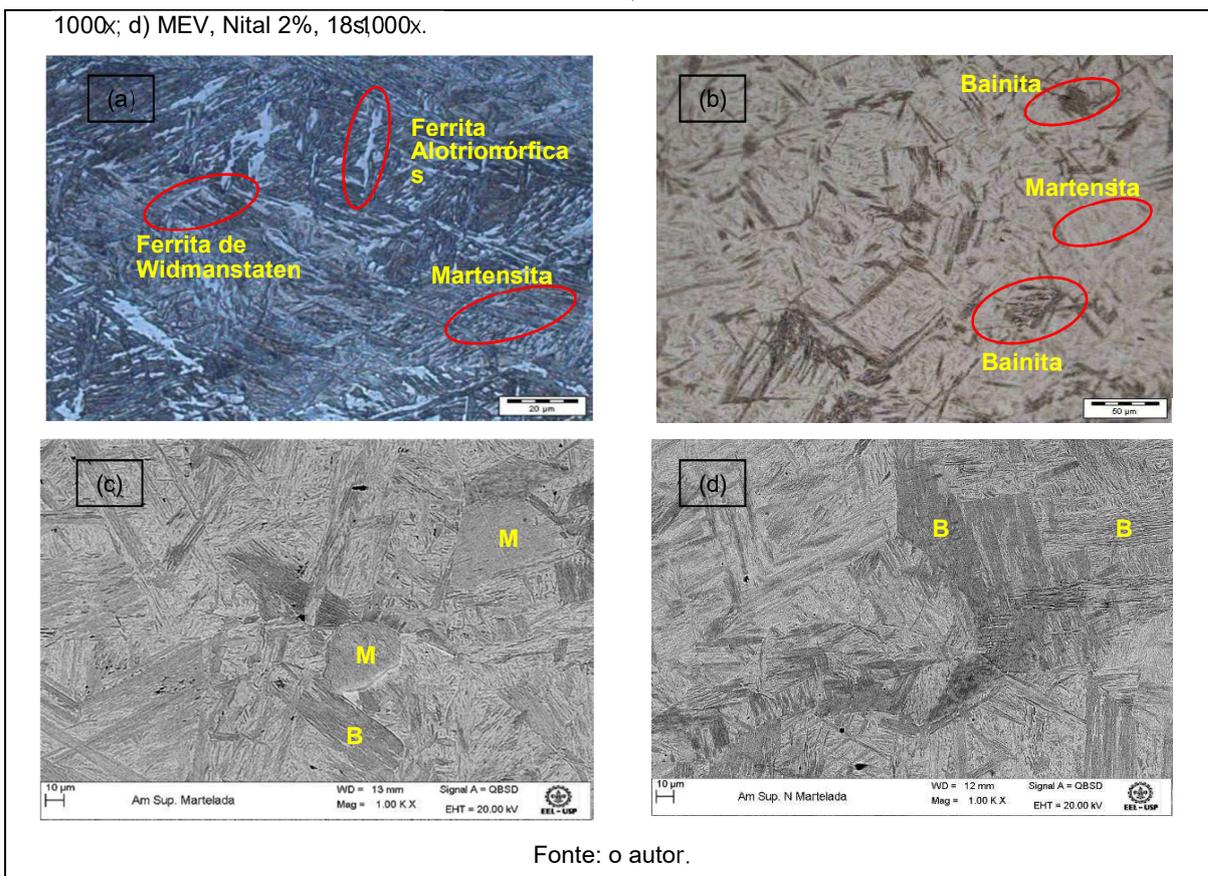
C Mn P_{max} S_{max} Si Mo Cr Cu

Fonte: o autor.

A Figura 1 mostra as imagens de microscopia ótica e eletrônica de varredura, com a microestrutura referente ao metal base.

A Figura 2 mostra imagens micrográficas da zona termicamente afetada (ZTA).

Figura 2: Microscopias da ZTA. a) MO, Nital 2%, 18s, 200x; b) MO, Picral 4%, 54s, 200x; c) MEV, Nital 2%, 1000x; d) MEV, Nital 2%, 18s, 1000x.



A Tabela 2 mostra os dados resultantes do ensaio de tração dos corpos de prova soldados e valores de referência para as propriedades mecânicas do aço SAE 4130.

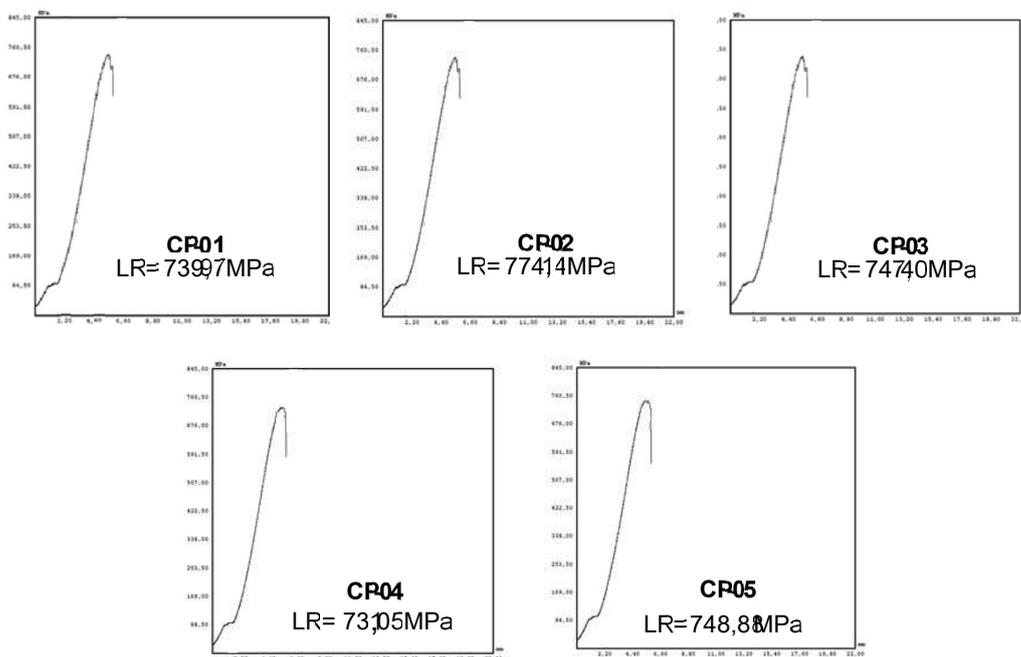
Tabela 2: Valores obtidos no ensaio de tração versus valores de referência

	Valor máximo de referência LR	Valor médio de referência LR	Valor mínimo de referência LR
Limite de resistência (LR) dos corpos de prova ensaiados.	832,36 + 19,71 = 852,07 MPa	832,36 MPa	832,36 - 19,71 = 812,65 MPa
CP-01 = 739,97 MPa	86,84%	88,90%	91,06%
CP-02 = 774,14 MPa	90,85%	93,01%	95,27%
CP-03 = 747,40 MPa	87,72%	89,79%	91,98%
CP-04 = 731,05 MPa	85,80%	87,83%	89,96%
CP-05 = 748,88 MPa	87,89%	89,97%	92,16%

Fonte: o autor.

A Figura 3 mostra os gráficos obtidos no ensaio de tração, de cada corpo de prova.

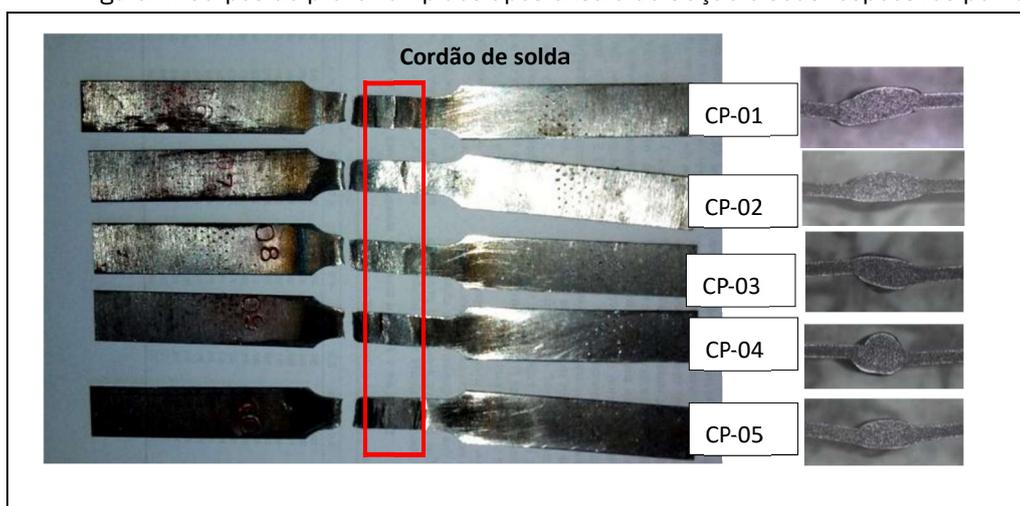
Figura 3: Gráficos do ensaio de tração dos corpos de prova soldados



Fonte: o autor

A Figura 4 mostra a imagens dos corpos de prova rompidos no ensaio de tração. Nota-se que todos se romperam fora do cordão de solda, na região da ZTA.

Figura 4: Corpos de prova rompidos após ensaio de tração e seus respectivos perfis.



Fonte: o autor

DISCUSSÕES

Microestrutura metal base: notamos que a microestrutura do metal base é

constituída por ferrita e perlita, como é esperado para um aço hipoeutetóide. A ferrita apresenta-se branca com contorno preto bem definido. As regiões escuras são colônias de perlita. Alguns grãos de ferrita apresentam-se alongados, típico de um resfriamento rápido que pode ter ocorrido ao final do processo de laminação a quente.

Microestrutura da ZTA: a ZTA apresenta uma microestrutura predominantemente formada por martensita e bainita, que são estruturas de elevada dureza, com poucas regiões de ferrita. As ferritas se apresentam sob a forma alotriomórfica, idiomórfica e de Widmanstätten. Com o ataque de Nital, percebemos as ferritas e regiões de martensita. Com o ataque de Picral, a bainita é revelada em ripas na coloração escura e as regiões mais claras são regiões martensíticas. O Picral não revelou as ferritas.

Ensaio de tração: as curvas do ensaio de tração revelaram uma drástica redução no alongamento do material, evidenciada pela redução da zona plástica. As curvas se apresentam como curvas típicas de materiais frágeis. Isso pode ser explicado pela microestrutura tipicamente frágil (martensita e bainita) presente na ZTA. Segundo SOUZA (2005), no ensaio de tração de juntas soldadas apenas o limite de resistência é registrado. A Tabela 2 mostra que o limite de resistência dos cinco corpos de prova ficaram abaixo do limite mínimo de referência para o material. De acordo com a ASME, seção IX, QW-153, para que um corpo de prova soldado seja considerado aprovado no ensaio de tração é necessário que este corpo tenha uma resistência à tração não menor do que o limite mínimo de resistência especificado para o metal base. Sendo assim, nenhum corpo de prova foi aprovado no ensaio de tração. Avaliando a região de ruptura, fora do cordão de solda, a ASME, seção IX, QW153 diz que o ensaio pode ser considerado aprovado se o limite de resistência for igual ou superior a 95% do limite de resistência especificado para o material. Nessa condição, nenhum corpo de prova foi aprovado também.

CONCLUSÕES

Com base no objetivo dessa pesquisa, é possível concluir que:

1. Tanto os reagentes utilizados, quanto as técnicas metalográficas aplicadas, foram eficazes para revelar a microestrutura da junta soldada, possibilitando a identificação das fases presentes;
2. O processo de soldagem alterou consideravelmente a microestrutura da zona termicamente afetada (ZTA), promovendo a formação de fases frágeis. Isso se deve as elevadas taxas de resfriamento que o material experimentou (mesmo com pré-aquecimento) e a boa temperabilidade desse material, proporcionada pelos elementos de liga;
3. A microestrutura predominantemente frágil foi responsável pela drástica redução do alongamento do material após o ensaio de tração e pelo comportamento frágil da junta, uma vez que essas estruturas apresentam elevadas durezas.
4. Embora o cordão de solda estivesse sadio, sem defeitos que pudessem ser detectados nos ensaios não destrutivos, as juntas foram reprovadas no ensaio de tração, de acordo com as especificações do código ASME seção IX, por apresentar propriedades

mecânicas inferiores àquelas esperadas para o material, aço SAE 4130;

5. Mesmo que as juntas tivessem sido aprovadas no ensaio de tração, microestrutura frágil pode reduzir consideravelmente a vida em serviço dessa junta, reduzindo a vida em fadiga, devido a elevada dureza dessas estruturas;

6. É importante considerar as transformações microestruturais e a microestrutura final da junta soldada, como critério de aprovação, além dos ensaios não destrutivos.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Marcelino Pereira do Nascimento, por doar o material e permitir o uso dos dados da sua tese de doutorado.

Agradecemos a Escola de Engenharia de Lorena, EEL-USP, por permitir o uso do microscópio eletrônico de varredura, para confecção das imagens.

Agradecemos à Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba por ceder os laboratórios de Metalografia e Ensaios Mecânicos.

REFERÊNCIAS

BRACARENSE, A. Q., Processo de soldagem TIG-GTAW. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000;

BUENO, R. S., Análise Microestrutural de Junta Soldada de Aço Baixa Liga. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010;

CALLISTER, W. D., Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 7° ed. Rio de Janeiro, LTC, 2008 Pg. 79-83 e 246;

COLPAERT, H.. Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns, 4 edição ano2008 revisada por André Luís v. da costa e silva, editora blucher. P, 66 - 92e 206.

METALS HANDBOOK – Properties and Selection: Iron, Steels and High Performance Alloys. Vol. 1, 10th ed., ASM International.Handbook Committee, 1992.

METALS HANDBOOK – Properties and Selection: Welding, Brazing and Soldering. Vol. 6, 10th ed., ASM International.Handbook Committee, 1992.

MODENESI, Paulo J. Efeitos Mecânicos do Ciclo Térmico. 2008. Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais, Pampulha, 2008. Disponível em: <http://www.demet.ufmg.br/grad/disciplinas/emt019/tensao_residual.pdf >. Acesso em 15 Mar. 2010.

MODENESI, P. J, Soldabilidade dos aços transformáveis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012

NASCIMENTO, M.P, VOORWALD, H.J.C, PEREIRA, C.P.M, FILHO, J.C Efeitos de sucessivos reparos de solda TIG na resistência à fadiga alternada do aço ABNT 4130 empregado em aeronaves monomotores. 64º Congresso Anual da ABM, Belo Horizonte, Minas Gerais, 13-17 Julho, 2009.

SOUZA, G. A., Caracterização Microestrutural De Um Aço Médio Carbono E Baixa Liga (com estrutura Bainítica / Martensítica) Via Microscopia Óptica. São Paulo, Faculdade de engenharia de Guaratinguetá, 2008;

SOUZA, S. A., Ensaios mecânicos de materiais metálicos. Fundamentos teóricos e práticos. São Paulo, Edgard Blücher, 1982, Pg. 6- 21;

VENTRELLA, V. A.; ALCANTARA, N.G.; EVANS, G.M. Caracterização Microestrutural de Juntas Soldadas de Aços ARBL usando Microscopia Eletrônica de Varredura. XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS. 1996 Águas de Lindóia. Anais. Dezembro. 1996. p. 1006-1009.

CAPÍTULO III

CONTRUÇÃO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA O AUXILIO NA PRODUÇÃO DE PEQUENOS PRODUTORES RURAIS

**Luiz Diego Vidal Santos
Catuxe Varjão de Santana Oliveira
Paulo Roberto Gagliardi**

CONTRUÇÃO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA O AUXILIO NA PRODUÇÃO DE PEQUENOS PRODUTORES RURAIS

Luiz Diego Vidal Santos
Catuxe Varjão de Santana Oliveira
Paulo Roberto Gagliardi

RESUMO: Desde a década de 80, o Brasil tornou-se o maior produtor mundial de citros com mais de 1 milhão de hectares de plantas cítricas cultivadas. A maior parte da produção brasileira de laranjas destina-se à indústria do suco e está concentrada no Estado de São Paulo. A citricultura de Sergipe, contudo, além de suco, tem também sua produção baseada no cultivo diversificado de citros para o comércio externo e interno dos frutos in natura. De acordo com levantamento recente, o Estado de Sergipe possui cerca de 55 mil hectares e uma produção que se aproxima de 800 mil toneladas destacando-se como o segundo maior produtor da região Nordeste. A exemplo do que tem ocorrido em outros estados, as enfermidades e a ocorrência de pragas têm sido os principais fatores limitantes de produção. Em contrapartida, práticas culturais, adubação e correção do solo são fatores importantes no incremento da produção. Neste sentido o objetivo do presente trabalho foi realizar o desenvolvimento de um aplicativo móvel, implementado na plataforma Android, elaborado para assessoria na produção citrícola no Estado de Sergipe e disponível livremente para os pequenos produtores rurais e acadêmicos da área. O aplicativo mostra informações sobre melhor forma de adubação, calagem, gessagem, controle de pragas e doenças e imagens para consulta de tipos de patógenos mais comuns no Estado de Sergipe. A programação foi realizada na IDE Android Studio e na linguagem de programação JAVA. Os resultados mostraram que o aplicativo responde às necessidades solicitadas, assim como os cálculos de recomendação e calagem, níveis de adubação, informações sobre doenças mais comuns da cultura no Estado de Sergipe. Desta forma, este aplicativo poderá ser utilizado por produtores com baixo custo, rapidez e boa eficiência. As recomendações presentes no aplicativo foram baseadas de acordo com (SOBRAL et al., 2007).

PALAVRAS-CHAVE Citros, Sergipe, Aplicativo Android

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais países no comércio internacional de produtos agropecuários como soja, café e carnes. A tradicional participação brasileira no mercado mundial tem contribuído positivamente com o resultado da balança comercial (MATA et al., 2017). Com cerca de 16.850 toneladas no ano de 2014, o Brasil se solidificou como o maior produtor e exportador de laranja no mundo (FAO, 2015), demonstrando que este mercado está cada dia mais estruturado e influente na balança. Sendo assim, para manter sua posição no cenário mundial, o Brasil deverá preconizar os investimentos em pesquisas para a citricultura, de maneira que aumente cada vez mais a sua produção. Desta forma, surgem tecnologias advindas de pesquisas em biotecnologias, controle e manejo de

doenças e pragas, eficiência na aplicação dos insumos utilizados, irrigação e gestão da propriedade rural.

Uma vez que citros é uma cultura perene e que ocupa, por muito tempo, grandes porções das propriedades rurais (REZENDE; SHIBATA; SOUZA, 2015), no Estado de Sergipe a área de maior produção se concentra nas regiões Centro-Sul e Sul do Estado, e juntamente com a Bahia, essas regiões são um pólo fronteiro de produção de citros. Tem-se como principais municípios produtores no Estado de Sergipe: Arauá, Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Itaporanga d'ajuda, Itabaianinha (principal produtor), Lagarto, Pedrinhas, Riachão do Dantas, Salgado, Tomar do Geru, Umbaúba e Santa Luzia do Itanh (MARTINS; CARLOS ROBERTO; HÉLIO WILSON L. DE, 2015).

Citros no Brasil é tradicionalmente acometido com muitas pragas e doenças, pois é muito suscetível, por isso, é importante que toda e qualquer informação sobre enfermidades em citros esteja sempre à mão do produtor para que ele possa visualizar formas de combate e controle de problemas no pomar. As tecnologias devem ser eficientes e de fácil acesso e com custo reduzido para que possa atender todas as camadas produtoras dos frutos, pois muito desta produção está nos pequenos e médios produtores rurais, que padecem com a escassez de recursos tecnológicos. Portanto surge a necessidade de produtos cada vez mais adequados ao perfil do usuário, que possam ter a maior acessibilidade e que não possuam altos custos de aquisição.

A popularização dos aparelhos smartphones e a facilidade para adquiri-los promove anualmente aumentos de compra, por exemplo no Brasil entre os meses de janeiro e março de 2016 foi registrada a comercialização de 10.3 milhões de novos aparelhos (VISHNIAC & TAKASHIMA Q.M. WANG, F.Y. BAI, 2015). Simultaneamente a este aumento, surgiram novos aplicativos para os mais diversos fins e classes sociais. Desta maneira, o presente trabalho visa elaborar um aplicativo para plataforma Android que seja uma ferramenta portátil, acessível e utilizável na citricultura sergipana. Foram levantadas informações teóricas sobre as melhores recomendações nutricionais para a cultura local através de materiais de referência do setor. Além disso, o aplicativo, intitulado Citros Sergipe, conta também com informações sobre as doenças mais comuns na região, sinais e sintomas característicos acrescidos de um banco de imagens.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A produção de citros no Brasil possui grandes números que atestam a importante contribuição econômica e social que ela tem para a economia do país. A região nordeste se destaca nesse cenário respondendo por 9% da produção nacional (AZEVEDO, 2013), e mais especificamente, os Estados de Bahia e Sergipe que possuem 90% de toda área plantada.

Na produção de citros é importante analisar quimicamente o solo a fim de descobrir as suas insuficiências. Desta forma, a partir da análise do solo é realizada a recomendação de calagem, em que o cálcio e o magnésio são supridos e, ao mesmo tempo, há uma redução do alumínio. Além disso, a adubação do solo é necessária. O presente aplicativo

apresenta cálculos para que a calagem, gessagem e adubação sejam feitas de maneira prática e rápida.

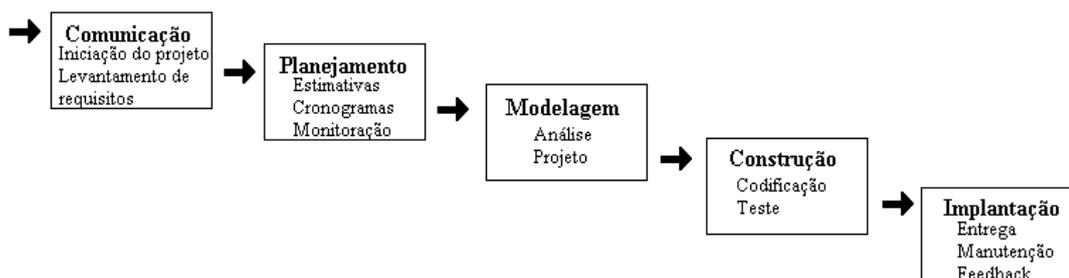
Além disso, as doenças que, por ventura, acometem o plantio de citros podem advir de diferentes origens, como por fungos, bactérias, vírus e também de causas desconhecidas. Assim, o aplicativo desenvolvido apresenta figuras e informações sobre diversos tipos de doenças, de maneira que a identificação da doença acarreta em tratamento mais rápido e preciso.

O Aplicativo Citros Sergipe foi desenvolvido na plataforma Android, por ser mais difundido, uma vez que o Google Play Store, loja de aplicativos Android, possui mais de 1 milhão de aplicativos e mais de 1 bilhão de usuários ativos. Além disso, os dispositivos móveis que utilizam Android como seu Sistema Operacional, são aparelhos muito mais acessíveis e baratos que os aparelhos com Sistema Operacional iOS, seu principal concorrente. Atualmente, o Android é o sistema operacional mais utilizado em smartphones e tablets, e cerca de 93% dos usuários contam com esse sistema. Também é utilizado em televisores, carros, relógios e outros dispositivos. Por isso, o aplicativo deste projeto foi implementado, em sua primeira versão, para plataforma Android, por ser a plataforma mais usada atualmente (VISHNIAC & TAKASHIMA Q.M. WANG, F.Y. BAI, 2015).

METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento do software adotada foi o modelo tradicional chamado de cascata. Segundo Kruchten (2003), esse processo se baseia nos seguintes passos: entender completamente o problema a ser resolvido, seus requisitos e suas restrições; projetar uma solução que atenda todos os requisitos e restrições; examinar o projeto cuidadosamente e ter certeza que todas as partes interessadas concordam que essa é a solução certa; fazer a implementação do projeto, usando as melhores técnicas de engenharia; verificar se a solução atende aos requisitos estabelecidos; e, distribuir o produto. A figura 1 ilustra o Modelo Cascata.

Figura 1 – Modelo Cascata. Fonte: Pressman, 2006.



Durante a fase de construção, o projeto foi implementado com a ferramenta Android Studio, na linguagem de programação JAVA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho teve como principal resultado, a construção de um aplicativo Android especializado na divulgação de informações essenciais para a produção da citricultura. Além disso, o aplicativo disponibiliza informações voltadas para o produtor sergipano, uma vez que se destinam aos principais problemas desta região.

A seguir apresentamos todas as telas presentes no aplicativo.

Tela inicial

Na Figura 2 podemos ver a tela inicial que conta com ícones ilustrativos e legendas para melhor acessibilidade do usuário. As opções são: Adubação, Nutrição das folhas, NPK, Gessagem, Calagem, Pulverização, Converter Unidades, Fitossanidade e Bloco de notas. Estas funcionalidades podem ser acessadas pelo menu lateral deslizante chamado de drawer list (Figura 2b).

Figura 2: Tela Inicial. Fonte: Própria



Adubação

Dentro das classes de funcionalidades temos a calculadora de adubação (Figura 3), elaborada tendo como base referencial o livro (Sobral et al., 2007), onde são disponibilizados três tipos de adubação: para o início do plantio, para o pomar em mudas e para o pomar em produção, com a adubação baseada nas análises nutricionais de folhas e solo.

Figura 3. Calculadora de Adubação. Fonte: Própria



Bloco de Notas

Na classe “bloco de notas” o usuário poderá salvar informações de texto como lembretes (Figura 4). As notas ficam armazenadas permanentemente, de maneira que o ato de sair e entrar novamente no aplicativo não apagará as ultimas anotações.

Figura 4. Bloco de Notas. Fonte: Própria



a) Bloco de notas e referências

Calagem e Gessagem

Tanto na classe calagem quanto na gessagem, o usuário terá condições de aferir qual a melhor quantidade de corretivo deve ser aplicada ao solo do pomar. Esta funcionalidade foi elaborada com base em recomendações para a citricultura de Sergipe como citam as obras ((Sobral et al., 2007) e (Rezende et al., 2015)). O usuário tendo em mão os dados nutricionais do solo como valores de nitrogênio, fósforo, potássio, Alumínio, Cálcio, Sódio, Hidrogênio e Magnésio, terá condições de receber valores adequados de aplicação para sua a cultura. O aplicativo utiliza o cálculo de calagem utilizando o critério baseado no índice de saturação por bases (V%) onde utiliza-se para o cálculo, a expressão 1 a seguir:

Expressão 1:

$$NC(t\ ha^{-1}) = ((V2 - V1) \times T / 100)$$

Figura 5. Calagem e Gessagem. Fonte: Própria



Onde: NC= Necessidade de calcário em toneladas por hectare; V2 = Percentagem de saturação por bases pretendida (citros 70%); V1= Percentagem de saturação por bases atual (determinada pela análise de solos); T = Capacidade de troca catiônica; f= Fator de correção de acordo com a qualidade do calcário: f = PRTN o mesmo já e convertido automaticamente.

Conversor de Unidades

Nesta classe, o usuário terá a possibilidade de converter valores (Figura 6) de unidade de medidas como m, cm, kg, mg, mmol, cmolc entre outros valores. Esta funcionalidade é útil para recomendações nutricionais ou correção de solo através da análise química e mineral do solo.

Figura 6. Conversor de Unidades. Fonte: Própria



a) Classe para converter unidades de medidas

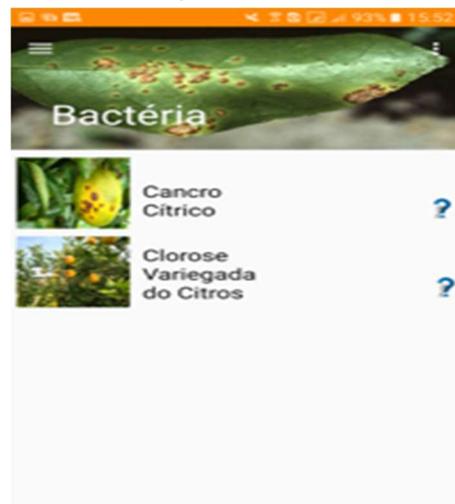
Fitossanidade

Classe responsável por prestar informações sobre patógenos e sintomas de deficiências nutricionais em citros. Esta classe conta com um banco de imagens que apresentam os principais sinais de acometimento dos patógenos, como também os sintomas de deficiência nutricionais de macro e micronutrientes. Na figura 7 os ícones elencam os principais fungos dos Citros segundo (MELO; ANDRADE, 2007) e (NASCIMENTO et al., 2010), assim segue para vírus e bactérias, figura 7a. Na figura 7c podemos realizar a busca mediante locais que apresentam os sinais das doenças, como: sistema radicular, folhas, frutos e tronco.

Figura 7 Fitossanidade. Fonte: Própria



a) Tela inicial da classe Fitossanidade



b) Pagina sobre Bactéria



c) Sinais de deficiência nutricional



d) Sinais localizados

Pulverizador

Nesta classe, o usuário poderá realizar cálculos para utilização de produtos químicos de forma correta na produção e diluição em pulverizadores, podendo regular os bicos e calcular o débito de seu aparelho.

Figura 8 Pulverizador. Fonte: Própria



a) Cálculos para Volume de aplicação



b) Cálculo do Débito do pulverizador

Tabela1. Níveis recomendáveis de Nutrientes para os citros no estado de Sergipe. Fonte: Sobral et al., 2007

Nutrientes	Quantidade
N folha - g kg	N g planta ano ⁻¹
<20	400
21-23	300
23-27	200
>27	100
Fósforo no Solo	Fósforo g planta ano⁻¹
Baixo	150
Médio	100
Alto	50
Potássio no solo mg dm⁻³	Potássio g planta ano⁻¹
0-30	300
30-60	200
>60	100

Nutrição das Folhas

Com base nas análises de nutrientes das folhas e do solo, o usuário receberá a recomendação correta para os melhores resultados (Figura 9), seguindo os valores da tabela, com base nas recomendações de (Sobral et al., 2007) e (Martins et al., 2015).

Cálculo para formulação de NPK

Com base no cálculo para formulação de Adubação mineral NPK (Figura 10), podendo o usuário escolher o cálculo para formulação simples (apenas uma substância) ou com mais de dois compostos.

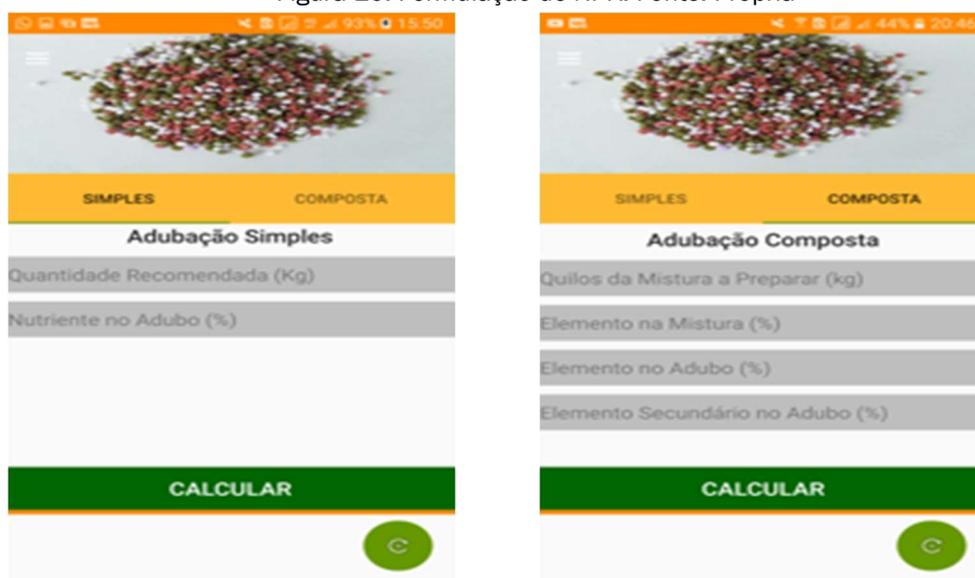
Figura 9: Nutrição das Folhas. Fonte: Própria



a) Macronutrientes

b) Micronutrientes

Figura 10: Formulação de NPK. Fonte: Própria



a) Formulação simples

b) Formulação composta

CONCLUSÕES

O presente trabalho apresenta o aplicativo Citros Sergipe, desenvolvido para facilitar a produção de citros no estado de Sergipe. O aplicativo possui funcionalidades como: Adubação, Nutrição das folhas, NPK, Gessagem, Calagem, Pulverização, Converter Unidades, Fitossanidade e Bloco de notas. A implementação destas funcionalidades dentro do aplicativo seguiu satisfatoriamente as solicitações dos usuários. O aplicativo já esta disponível gratuitamente para testes na loja online Google Play Store.

REFERÊNCIAS

- AZEVÊDO, C. L. L. **Sistema de Produção de Citros para o Nordeste**. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/>>.
- FAO. Citrus Fruit Statistics 2015. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, p. 53, 2015.
- KRUCHTEN, Philippe. **Introdução ao RUP – Rational Unified Process**. Rio de Janeiro: Editora Moderna Ltda., 2003.
- MARTINS, C. R.; CARLOS ROBERTO, T.; HÉLIO WILSON L. DE, C. **Citricultura no ESTADO DE SERGIPE**. [s.l: s.n.]. v. 1
- MATA, A. P. et al. Levantamento Sistemático Da Produção Agrícola. **IBGE**, p. 115, 2017.
- MELO, M. B.; ANDRADE, L. NI. PRINCIPAIS DOENÇAS DA CITRICULTURA EM SERGIPE E SEU CONTROLE. **Embrapa**, v. d, 2007.
- NASCIMENTO, F. M. et al. Expansion of citrus in Botucatu-SP, obtained by aerial photography. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 91-98, 2010.
- PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. 6ª edição. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- REZENDE, J. DE O.; SHIBATA, R. T.; SOUZA, L. DE S. **Justificativa e recomendações Técnicas para o “platio direto” dos ciros nos tabuleiros costeiros**. 1. ed. Cruz das Almas-BA: UFRB, 2015.
- SOBRAL, L. F. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. 1. ed. Aracaju-SE: Embrapa, 2007.
- VISHNIAC & TAKASHIMA Q.M. WANG, F.Y. BAI, M. G. & T. B. **Weblet Importer**. Disponível em: <<http://www.caic.org.au/psyther/lgat/mental.htm>>. Acesso em: 1 set. 2017.

CAPÍTULO IV

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA DE MÁRMORES

**Fernanda Souza Silva
Roberto Carlos Farias de Oliveira
Nilson Alves da Silva
Israel Cardoso
Rafael Michalsky Campinhos
Edmundo Rodrigues Júnior
Sayd Farage David
Gabriel Antônio Taquêti Silva
Raphael Furtado Coelho
Carlos Eduardo Gomes Ribeiro**

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA DE MÁRMORES

Fernanda Souza Silva

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Roberto Carlos Farias de Oliveira

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Nilson Alves da Silva

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Israel Cardoso

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia Mecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Rafael Michalsky Campinhos

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Edmundo Rodrigues Júnior

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Informática
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Sayd Farage David

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia Mecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Gabriel Antônio Taquêti Silva

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia Mecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Raphael Furtado Coelho

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Carlos Eduardo Gomes Ribeiro

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia Mecânica
Cachoeiro de Itapemirim- ES

RESUMO: Nos últimos anos, a extração de rochas ornamentais como o mármore e o granito registrou um aumento significativo. No setor de mármore, durante o processo de extração e desdobramento de blocos de rochas para a produção de chapas, um volume expressivo de resíduo é gerado, exigindo maiores espaços para depósito a cada dia. Como características técnicas comparativas das rochas naturais com as artificiais, CAESARSTONE (2014) apresenta propriedades das rochas sintéticas, como: resistência à flexão de 50,5 MPa, resistência à compressão de 215,74 MPa e apenas 0,02 % como porcentagem de absorção de água. Em comparação, o mesmo autor registra valores do granito natural (rosa fiorito) como: resistência à flexão de 13,14 MPa, resistência à

compressão de 188,39 MPa e porcentagem de 0,33 % como absorção de água. Tais dados comprovam as excelentes características que podem ser obtidas com as rochas sintéticas. Assim, pesquisas que reutilizem os resíduos e agreguem valor econômico a um compósito produzido gerado é de grande valia na atualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento sustentável, aproveitamento, reciclagem, mármore.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a extração de rochas ornamentais como o mármore e o granito registrou um aumento significativo. Tal aumento ocorreu, principalmente, em virtude da utilização desses materiais em obras na construção civil e também para a exportação. A produção brasileira destes materiais durante o ano de 2013, de acordo com dados do Abirochas, obteve um novo máximo histórico de 10,5 milhões de toneladas (Montani, 2014).

Neste contexto, visando atender as exigências impostas pelas legislações do meio-ambiente, surgiram os desenvolvimentos de novos materiais, em especial na linha de compósitos poliméricos, gerando os produtos conhecidos por granitos ou mármore artificiais a partir de resíduos de rochas e resina (Caesarstone, 2014).

Na atualidade, a maioria dos processos industriais com atividade econômica representam fontes geradoras de resíduos. Estes podem se apresentar na forma de gases, líquidos ou sólidos, com grande potencialidade para causar degradação ambiental. Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável agregado à reciclagem poderá auxiliar na criação de novos produtos e também minimizar os problemas gerados através desses resíduos.

O desenvolvimento sustentável apresenta-se como uma forma de desenvolvimento econômico que utiliza recursos naturais e o meio ambiente tanto em benefício do presente quanto das gerações futuras (Gonçalves, 2000).

A reciclagem pode ser definida como o conjunto de técnicas cuja finalidade enquadra-se em aproveitar detritos e resíduos e reintegrá-los no ciclo de produção. A reciclagem representa grandes vantagens em relação à utilização de recursos naturais, já que há ganhos na redução do volume de extração de matérias-primas, menores emissões de poluentes e também ganho na preservação dos recursos naturais (Menezes et al., 2002). A reciclagem deverá proporcionar benefícios sociais através da geração de empregos, consumir resíduos ao invés de recursos naturais, evitar a contaminação do ambiente ou afetar a saúde da população.

Além disso, outras estratégias são necessárias para a viabilização do compósito a ser formado com os resíduos, como: análise da viabilidade econômica do processo, da estratégia de marketing adotada, da adequação do produto às restrições legais locais e de sua aceitação pela sociedade.

Estudos relatam que os principais motivos que impulsionam os países a reciclarem seus rejeitos industriais são: os esgotamentos das reservas de matéria prima confiável; e os grandes volumes de resíduos sólidos que prejudicam a saúde pública e ainda necessitam de amplo espaço para descarte. Nesse sentido, o crescimento do setor mineral, especialmente o de rochas ornamentais, representa uma preocupação já que os

números de desperdícios nessa área são elevados (Menezes et al., 2002).

A reciclagem deve considerar todas as características do resíduo e também o risco ambiental do mesmo. Esses cuidados devem ser considerados para que o desenvolvimento dos novos produtos tenham um bom desempenho e uma maior aceitação pela sociedade consumidora (Gonçalves, 2000). Sendo assim, a reciclagem do resíduo representa uma forma de agregar-lhe valor, criar novos empregos e auxiliar a minimizar o problema ambiental (Mothé Filho et al., 2005).

A proposta de estudo deste trabalho de comparar propriedades de rochas artificiais produzidas através dos resíduos da indústria do mármore associados ao uso de resinas, participa da expectativa tecnológica no âmbito da reciclagem, que pode ser utilizado como um modelo sustentável para o desenvolvimento de novos materiais compósitos para o setor de mineração da área de rochas ornamentais.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma consulta bibliográfica realizada através de publicações sobre o tema central deste trabalho – desenvolvimento sustentável na indústria de mármore. Os critérios de inclusão das publicações selecionadas para a presente pesquisa foram:

- a. Publicações que retratavam o assunto em questão;
- b. Publicações que abordavam as palavras chaves escolhidas, como: desenvolvimento sustentável, aproveitamento, reciclagem, mármore.
- c. Publicações mais recentes sobre o tema proposto.

3. RESULTADOS

A pedra artificial normalmente nomeada como pedra industrializada, é formada por 95 % de agregados naturais, ou seja, é praticamente um material natural. Os agregados que formam a rocha sintética podem ser compostos por – pedaços de mármore, granito triturado, areia de quartzo, cristais de vidro e demais componentes – que são agregados com agentes aglutinantes, como a resina epóxi (Pedra artificial, 2014). Tais pedras representam uma excelente alternativa para incluir partículas rochosas residuais provenientes dos resíduos.

Além disso, o granito sintético, segundo as empresas renomadas, possui uma boa aceitação no mercado em função das qualidades desenvolvidas, que dentre elas destaca-se o fato de ser um material maciço, impermeável, não permite a formação de manchas já que não permite a entrada de líquidos, mantendo-os somente sobre a superfície. Isso porque a resina utilizada em processos de fabricação realiza tanto a aderência entre as partículas da rocha quanto realiza a penetração entre os seus vazios, eliminando a porosidade natural da rocha.

Através do processo de vibro compressão a vácuo, a mistura das partículas de mármore com os materiais aglutinantes, é direcionada para uma forma, transformando-se

em blocos homogêneos, e então são submetidos ao processo de cura, onde posteriormente são serrados e polidos, tendo como resultado as chapas de 2 cm de espessura (Mármore composto, 2014).

Em relação a valores econômicos, atualmente segundo o informativo Abirochas 12/2014, as importações de materiais rochosos artificiais continuaram próximas daquelas de materiais naturais e, ao contrário destas, tiveram um incremento significativo no volume físico (+31,42%). Os materiais artificiais registraram assim importações de USD 43,9 milhões e 48,1 mil t no mês de setembro do ano de 2014. Seu preço médio (USD 890,8/t) continua também superior ao dos materiais naturais também importados (USD 705,8/t).

Assim, a nacionalização das rochas artificiais demonstra importância na atualidade, por além de apresentarem as vantagens citadas anteriormente, por representar também a vantagem econômica já que se trata do aproveitamento de resíduos no ganho de matéria prima e os benefícios ecológicos, evitando assim a degradação do meio ambiente em virtude dos descartes de resíduos inadequados.

4. DISCUSSÃO

A nacionalização das rochas demonstra importância, por além de apresentarem as vantagens citadas anteriormente, por representar também a vantagem econômica já que se trata do aproveitamento de resíduos no ganho de matéria prima e os benefícios ecológicos, evitando assim a degradação do meio ambiente em virtude dos descartes de resíduos inadequados.

A Tabela 1 demonstra alguns valores de propriedades físicas e mecânicas encontradas por alguns pesquisadores da rocha artificial.

Tabela 1- Propriedades físicas e mecânicas avaliadas por outros pesquisadores de rochas artificiais tem que identificar composição (Silva, 2016).

Autor	Resistência à flexão (MPa)	Resistência à compressão (MPa)	Absorção de água (%)	Densidade aparente
Caesarstone (2014)	50,5	215,74	0,02	N.D.
Lee et al. (2008)	27,9 a 52,7	78,70 a 151,30	0,01 a 0,2	2,05 - 2,44
Ribeiro (2011)	4,21 + 0,52	14,17 + 1,03	3,64 + 0,36	2,27 + 0,02
Ribeiro et al. (2014)	21,5 ± 1,9	77,9 ± 6,1	0,19 ± 0,02	2,27
Aglostone (2015)	N.D.	220	0,09 - 0,40	2,40 - 2,50
Borsellino et. al (2009)	10,6 - 22,2	N.D.	0,25	N.D.
S. A (RMC Tradicional, 2015)	13,6 - 17,2	97 - 131	0,09 - 0,32	2,52 - 2,57

N.D.= não determinado

A Tabela 1 mostra alguns valores de propriedades mecânicas e físicas encontrados por alguns autores: Borsellino et al. (2009), Lee et al. (2008), Ribeiro (2011) e Ribeiro et

al. (2014) em pesquisas de confecção de um material alternativo. Na tabela também há valores registrados de fabricantes comerciais, como Caesarstone (2014), Aglostone (2015) e RMC Tradicional (2015).

Os valores mecânicos e físicos encontrados pelos fabricantes comerciais demonstram que produtos desenvolvidos a base de resíduos de mármore podem ser utilizados em uso residencial para recobrimento de superfícies e que tal alternativa possui benefícios tanto ambientais quanto econômicos, já que o desenvolvimento de um material alternativo pode contribuir para o aumento da empregabilidade e também em possibilitar uma destinação correta para os resíduos produzidos na indústria de rochas.

Em ensaios de resistência à compressão, Ribeiro (2011) registrou valores de $14,17 + 1,03$ MPa para o mármore artificial produzido em sua pesquisa. Tais valores menores podem ser justificados em virtude de o autor ter encontrado valores de tensão máxima de ruptura para a resina poliéster com solvente de $33,37 \pm 11,15$ MPa. Isto ocorre em virtude da regra das misturas, em que diz que se espera que as propriedades de um compósito formado sejam intermediárias entre as características dos dois componentes, no caso a resina e o resíduo. Além disso, vale destacar que o autor utilizou o método de RTM (transferência de resina), em que a resina pré-catalisada é inserida para o interior do molde fechado. Tal metodologia é indicada para cargas fibrosas e foi utilizada outra forma de carga pelo autor, justificando os resultados encontrados.

Evoluindo nas pesquisas e na metodologia, Ribeiro et al.(2014) em busca de melhorias nos resultados, utilizou o método de vibro compressão à vácuo em que cargas minerais são misturadas à resina e a massa sofre compactação sob vibração e aplicação de vácuo. O autor utilizou resíduos de mármore calcítico como carga associadas a resina poliéster, obtendo valores de propriedades mecânicas e físicas superiores do que quando utilizou a tecnologia de RTM. Isto demonstrou como o desenvolvimento de um material alternativo pode ser influenciado por diferentes metodologias de fabricação e que mesmo assim, tais materiais possuem propriedades mecânicas e físicas viáveis quando comparadas com o mármore natural e possui as mesmas aplicações de uso.

5. CONCLUSÃO

Inferiu-se que a utilização de resíduos na formação de compósitos poliméricos representa uma tendência mundial que está ampliando continuamente e também contempla a minimização dos custos, acarretando melhorias ambientais e econômicas. Os valores de propriedades mecânicas e físicas obtidos por pesquisadores e fabricantes são satisfatórios e até mesmo superiores do que os mármore naturais utilizados como matéria-prima.

Ainda vale lembrar, que a enorme quantidade de resíduos proveniente da indústria de rochas ornamentais necessita de um destino ambientalmente correto e que agregue valor econômico. Assim a utilização racional destes resíduos vem de encontro às crescentes preocupações ambientais com esta área industrial, ao mesmo tempo em que economiza recursos naturais.

Vale destacar que o estudo das características do resíduo e do produto a ser formado, visam contribuir para futura regulamentação tecnológica, além de auxiliar órgãos ambientais a exigirem destinações adequadas dos resíduos gerados pelo setor de mármore e granitos.

Assim, estudos que visem à nacionalização destes produtos são de grande valia para que os mesmos possam ter valores mais acessíveis e beneficiar a população brasileira.

REFERÊNCIAS

ABIROCHAS. (2014) **Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais no Período Janeiro-Setembro de 2014**. Disponível em:

<http://www.ivolution.com.br/mais/fotos/6/17/3281/Informe_12_2014.pdf>. Acesso em: 20 out. 2014.

AGLOSTONE. **O que é aglostone?**. 2015. Disponível em:

<<http://www.aglostone.com.br/>>. Acesso em: 17 jun. 2015

BORSELLINO, C.; CALABRESE, L.; DI BELLA, G. **“Effects of power concentration and type of resin on the performance of marble composite structures”**. Construction and Building Materials, vol. 23, n.5, pp 1915-1921, 2009.

CAESARSTONE. (2014) **CaesarStone Quartz Surfaces**. Disponível em <

<http://www.caesarstoneus.com/catalog/technical-specs.cfm>>. Acesso em Março 2014.

GONÇALVES, J. P. (2000) **Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 135p.

LEE, M.Y.; KO, C.H.; CHANG, F.C.; LO, S.L.; LIN, J.D.; SHAN, M.Y.; LEE, J.C. (2008)- **Artificial stone slab production using waste glass, stone fragments and vacuum vibratory compaction** - Cement & Concrete Composites, 30, pp.583–587.

MÁRMORE COMPOSTO. **Mármore composto**. <http://www.marmorecomposto.com.br/>
Acesso em 20/10/2014

MENEZES; ROMUALDO R., NEVES; GELMIRES DE A., FERREIRA; HERBER C.(2002) **O Estado da Arte Sobre o Uso de Resíduos como Matérias-primas**. Cerâmica Alternativas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 6, n. 2, p. 303-313.

MONTANI, C. **Dossiê Brasil 2014**. Brasília: Aldus, 2014.

MOTHÉ FILHO, H.F.; POLIVANOV, H.; MOTHÉ, C.G. (2005) - **O rejeito da indústria de mármore e granito: problemas e soluções**. Revista Universidade Rural: série ciências exatas e da terra. EDUR, v.24, n° 1-2, p 12-27, jan-dez 2005.

PEDRA ARTIFICIAL. **Pedra artificial**. Disponível em: < www.pedraartificial.com.br>. Acesso em maio 2014.

REVISTA DO PLÁSTICO REFORÇADO. **Resina como ligante: concreto polimérico**. Disponível em http://www.revistadoplasticoreforcado.com.br/cons_civil/resina.html >. Acesso maio 2014.

RIBEIRO, C. E. G. (2011). **Produção de rocha artificial utilizando resíduo da indústria de mármore em matriz poliéster**. 91 f. Mestrado (Mestrado em Engenharia e Ciência Dos Materiais), - Campos Dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 91 p.

RIBEIRO, C. E. G; RODRÍGUEZ, R. J. S.; VIEIRA, C. M. F; CARVALHO, E. A.; V.; CÂNDIDO, S.; MONTEIRO, S. N. (2014 a) "**Fabrication of Artificial Stone from Marble Residue by Resin Transfer Molding**", Materials Science Forum, Vols. 775- 776, pp. 336-340.

S.A (RMC Tradicional). **Revestimentos de Mármore Composto**. Ficha técnica de produto. 2015. Disponível em: <http://eurosurfaces.eu/wpcontent/uploads/2015/04/Creme-Lagoa_v01.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2015.

SILVA, F. S. **Desenvolvimento e caracterização de um mármore artificial produzido a partir do aproveitamento do resíduo de mármore calcítico e resina epoxídica**. 2016. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2016.

ABSTRACT: In recent years, the extraction of ornamental stones such as marble and granite registered a significant increase. In the marble sector, during the process of extraction and deployment of blocks of stones for the production of plates, an expressive volume of waste is generated, requiring larger spaces for storage each day. As comparative technical characteristics of the natural and artificial stones, CAESARSTONE (2014) presents properties of the synthetic stones, such as: flexural strength of 50,5 MPa, compressive strength of 215,74 MPa and only 0,02% as percentage of absorption of water. In comparison, the same author recorded values of natural granite (Rosa Fiorito) as: flexural strength of 13.14 MPa, compressive strength of 188.39 MPa and percentage of 0.33% as water absorption. These data prove the excellent characteristics that can be obtained with the synthetic stones. Thus, research that reuses waste and adds economic value to a produced composite is of great value today.

KEYWORDS: Sustainable development, use, recycling, marbles.

CAPÍTULO V

DSTATCOM OPERANDO COMO UMA FONTE DE TENSÃO CONTROLADA

**Rafael Michalsky Campinhos
Fernanda Souza Silva
Roberto Carlos Farias de Oliveira
Raphael Furtado Coelho
Israel Cardoso
Edmundo Rodrigues Júnior
Bruno Coelho Alves
Gabriel Antônio Taquêti Silva
Saulo da Silva Berilli
Rogério Vicentini**

DSTATCOM OPERANDO COMO UMA FONTE DE TENSÃO CONTROLADA

Rafael Michalsky Campinhos

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Fernanda Souza Silva

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Roberto Carlos Farias de Oliveira

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Raphael Furtado Coelho

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Israel Cardoso

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Edmundo Rodrigues Júnior

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Bruno Coelho Alves

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Gabriel Antônio Taquêti Silva

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Saulo da Silva Berilli

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

Rogério Vicentini

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia
Cachoeiro de Itapemirim- ES

RESUMO: A utilização do DSTATCOM (Distribution-STATic Synchronous COMPensator) no conceito Custom Power encontra-se constantemente em pesquisa, buscando configurações e estratégias de controle capazes de atuar com alto desempenho e eficiência frente a distúrbios na rede. O DSTATCOM é um compensador baseado em um conversor fonte de tensão, sendo, portanto, uma fonte de tensão alternada e controlada. Entretanto, devido a sua conexão em derivação, o DSTATCOM é um equipamento de injeção de corrente. Neste artigo, será exposto o DSTATCOM em operação como uma fonte de tensão controlada, ou seja, agindo sobre a tensão na saída do conversor. Desta forma, este artigo tem como motivação avaliar o comportamento deste modo de operação frente

à eliminação de componentes harmônicos na rede, melhorando a qualidade da energia.
PALAVRAS-CHAVE: DSTATCOM, Custom Power, qualidade de energia.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de conversores baseados em eletrônica de potência tem se tornado cada vez mais necessária aos sistemas de potência. Seja para controle da estabilidade, para controle de fluxo de energia, para regulação dos níveis de tensão ou para correção do fator de potência, esses conversores são componentes utilizados no controle da potência reativa.

Com o uso crescente de controles e equipamentos eletrônicos sofisticados, nas instalações elétricas, a confiabilidade e a Qualidade da Energia Elétrica (QEE) têm se tornado importantes para a maioria dos consumidores de energia. Os sistemas elétricos estão sujeitos a uma ampla variedade de distúrbios na qualidade de energia, oriundos das instalações elétricas dos consumidores ou propagados nos sistemas supridores das concessionárias. Tais distúrbios podem interromper processos de produção, afetar o desempenho de equipamentos sensíveis e causar indisponibilidades e prejuízos.

Esses problemas vêm se agravando por diversas razões. Destaca-se a instalação cada vez maior de cargas não-lineares, aumentando os níveis de distorções harmônicas e maior sensibilidade dos equipamentos instalados.

Tais distúrbios podem ter origem na energia elétrica entregue pela concessionária de energia ou na rede interna de distribuição do próprio consumidor.

Proposto, inicialmente para aplicações em sistemas de transmissão e posteriormente no conceito Custom Power, o DSTATCOM é um equipamento que atua na QEE. Este equipamento é destinado ao controle da potência reativa capacitiva ou indutiva e pode ser utilizado com a finalidade de regular os níveis de tensão no ponto de conexão (GYUGYI, 1993; GYUGYI, 1989).

Muitos estudos têm sido realizados sobre o STATCOM operando como uma fonte de corrente controlada (FU, WANG, JI, 2006; XI, PARKHIDEH, BHATTACHARYA, 2008; BLAZIC, PAPIC, 2006; JAIN, JOSHI, BEHAL, 2006), entretanto há carência de trabalhos sobre o STATCOM operando como uma fonte de tensão controlada.

2. METODOLOGIA

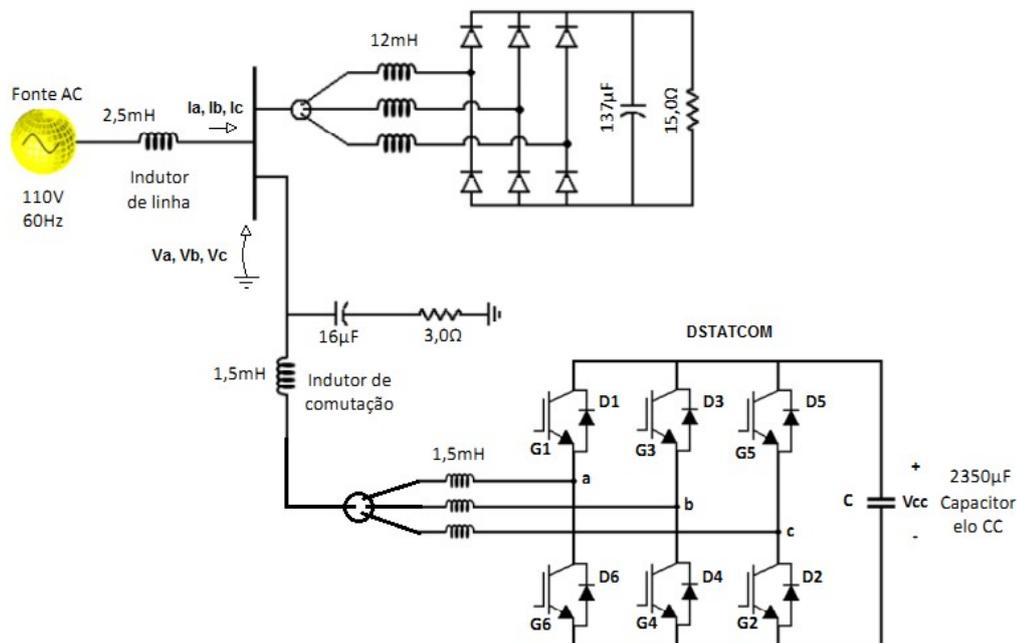
Serão apresentados neste artigo, os conceitos e os resultados obtidos através de simulação para eliminação de componentes harmônicos, para o DSTATCOM operando como fonte de tensão controlada.

3. RESULTADOS

O circuito apresentado na Figura 1 resume as informações utilizadas nas simulações.

Nesta simulação foi introduzida uma carga não linear, representada por uma ponte a diodos, conforme pode ser observado, de modo a obter a resposta do DSTATCOM, avaliando sua capacidade de eliminação de componentes harmônicos.

Figura 1 - Circuito elétrico implementado no simulador



Inicialmente, são apresentadas as formas de onda das correntes na fonte e das tensões do ponto de conexão comum, sem a atuação do DSTATCOM. Pode-se observar na Figura 2 as distorções causadas nas correntes devido à inserção destes harmônicos, as quais apresentam um THD (distorção harmônica total) de 11,2%. Além disso, pode observar que as distorções harmônicas nas correntes ocasionam distorções harmônicas nas tensões do PCC com um THD de 6,6%, ilustrado na figura 3.

Figura 2 - Correntes da fonte sem DSTATCOM

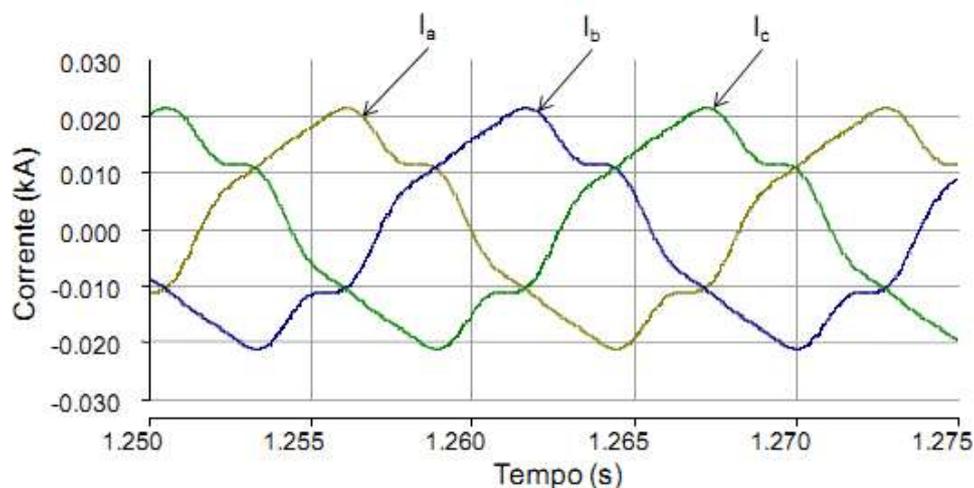
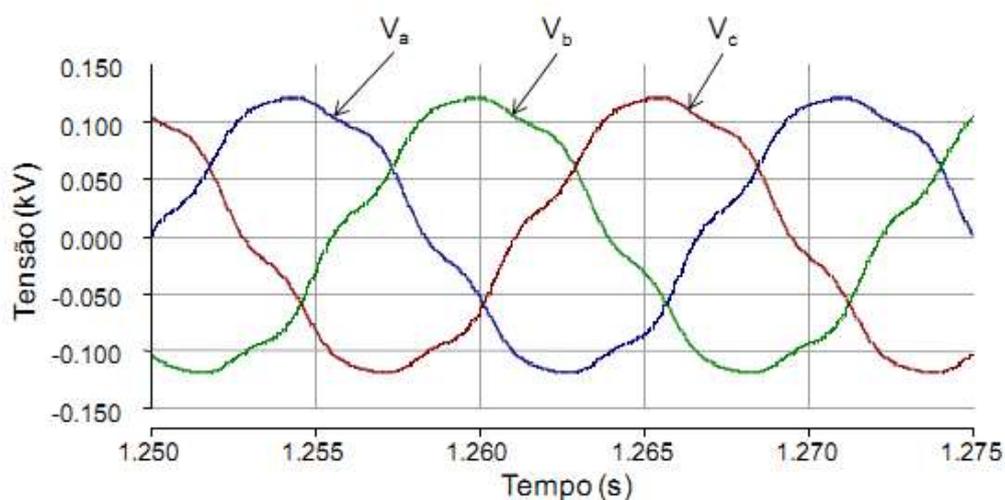


Figura 3 - Tensões do barramento sem DSTATCOM



Em seguida são apresentados os resultados obtidos com a interligação do DSTATCOM, comprovando que quando controlado por tensão o DSTATCOM tem a capacidade de operar como um filtro para correntes harmônicas.

A figura 4 mostra a corrente da fonte após a conexão do DSTATCOM, onde o THD passou a ser de 1,67% contra os 11,2% descrito quando o DSTATCOM está desconectado. Já a figura 5 apresenta a corrente do conversor, onde o THD apresenta um valor de 22,64%. Observa-se nestas figuras, que os componentes harmônicos, presentes nas correntes da carga, fluíram para o conversor quando o DSTATCOM estava operando.

Figura 4 – Corrente da fonte com DSTATCOM

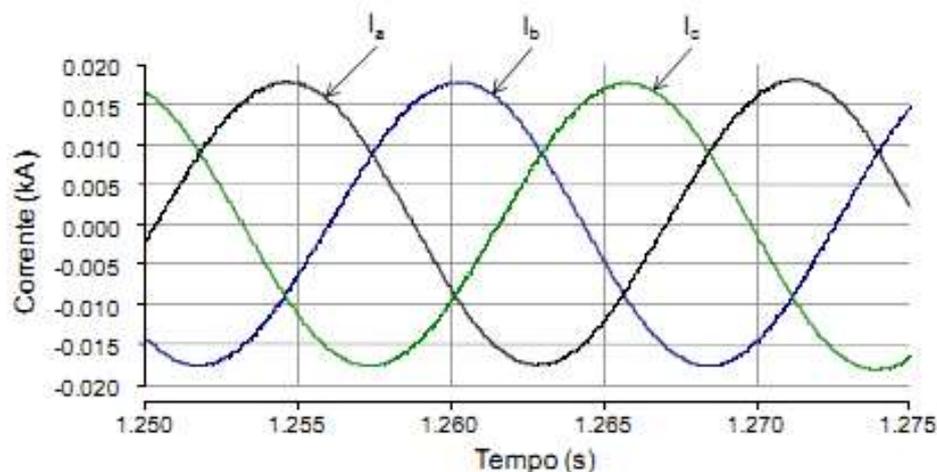
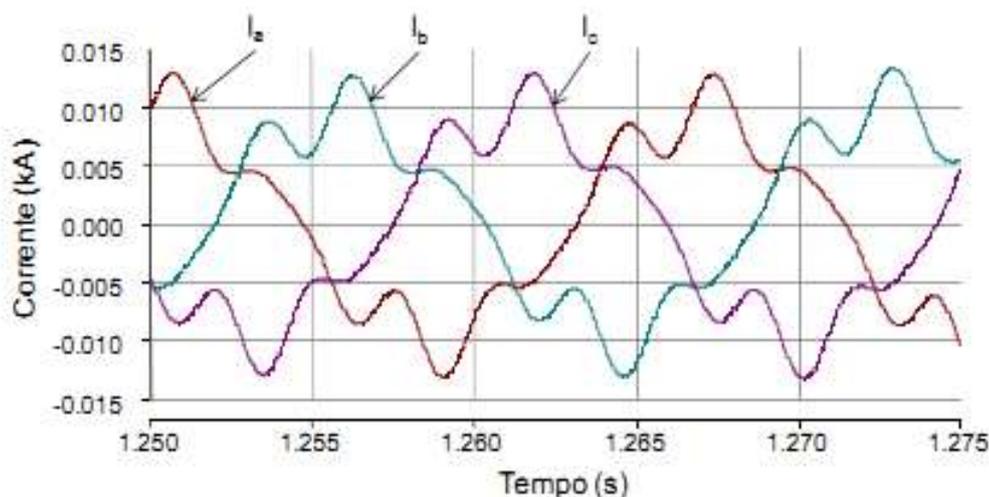


Figura 5 – Corrente do conversor com DSTATCOM



Isso se deve ao fato de que, quando o DSTATCOM é operado com uma fonte de tensão controlada, este sempre será o caminho de menor impedância, funcionando como um filtro para as componentes harmônicas.

4. DISCUSSÃO

Uma das alternativas encontrada pelo setor elétrico para o problema do aumento da demanda é a utilização de dispositivos FACTS (Flexible Alternate Current Transmisson Systems) conectados nas linhas ou nas barras do sistema. Esses dispositivos permitem aumentar a capacidade de transmissão das linhas dos sistemas de energia elétrica, podendo em alguns casos até mesmo dobrar essa capacidade (Hingorani,1993).

O conceito FACTS foi introduzido no final da década de 80 por Hingorani e agrupa

um conjunto de equipamentos que utilizam controladores construídos com o uso de dispositivos de eletrônica de potência, principalmente chaves semicondutoras controladas, com o objetivo de regular fluxo de potência ou tensão e, por meio de estratégias de controle rápido eliminar perturbações no sistema.

Mais recentemente, em 1995, foi introduzido o conceito de "Custom Power", que trata basicamente da utilização de eletrônica de potência em sistemas de potência visando uma melhor qualidade de energia elétrica.

Nos últimos anos, os problemas causados pela má qualidade no fornecimento de energia não eram tão expressivos, visto que os equipamentos existentes eram pouco sensíveis aos efeitos dos fenômenos ocorridos. Entretanto, com o desenvolvimento tecnológico, principalmente da eletrônica, consumidores e concessionárias de energia elétrica têm-se preocupado muito com a qualidade da energia, buscando assim, metodologias e tecnologias para suprir possíveis distúrbios na rede elétrica. Alguns dos principais motivos para tais preocupações são:

- Equipamentos mais sensíveis às variações de energia, como controles baseados em microprocessadores e dispositivos eletrônicos sensíveis a muitos tipos de distúrbios;
- Aumento do uso de equipamentos buscando otimizar a utilização da energia elétrica, aumentando os níveis de distorções harmônicas levando o sistema elétrico a condições de ressonância;
- A crescente integração dos processos, significando que a falha de qualquer componente traz consequências ainda mais importantes para o sistema elétrico;
- Variações nas formas de onda sobre a vida útil dos componentes elétricos.

Neste contexto várias técnicas têm sido empregadas para o controle de distúrbios ocorridos nos sistemas elétricos, entre elas a compensação em derivação, que é largamente utilizada, pois permite aumentar a capacidade de transmissão de uma linha, melhorar o perfil de tensão de sistemas elétricos, regular o fator de potência, aumentar a margem de estabilidade dinâmica dos sistemas e eliminar componentes harmônicas, foco deste estudo.

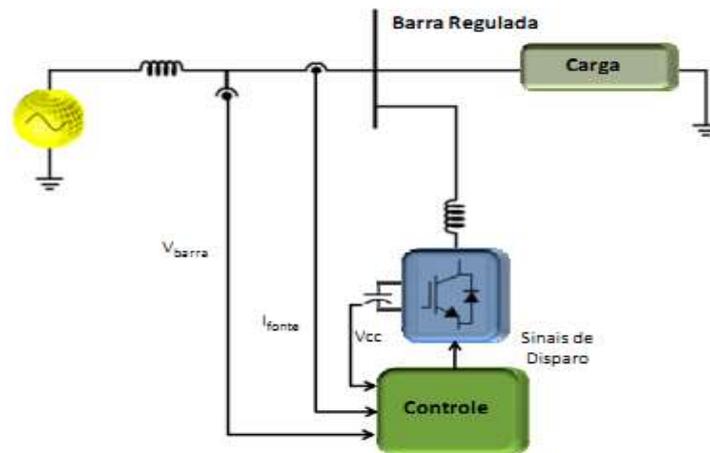
A operação do DSTATCOM como uma fonte de tensão controlada age sobre a tensão de saída do inversor. Desta forma, a corrente necessária para a compensação de potência reativa, é fornecida pelo DSTATCOM de forma indireta.

Este controle atua no cálculo de uma referência de amplitude para compensação da potência reativa e no cálculo da defasagem angular para compensação da potência ativa para regulação do elo CC.

Desta forma, de posse dos valores de amplitude e defasagem calculados e da frequência angular obtida são gerados os sinais de referência de tensão utilizados para geração dos sinais de acionamento das chaves utilizadas.

O esquema da figura 6 ilustra a estrutura deste modo de operação, bem como os pontos de medições de tensões e correntes necessários para o correto funcionamento do DSTATCOM.

Figura 6 –Circuito elétrico com o DSTATCOM



5. CONCLUSÃO

Os resultados das simulações mostraram o ótimo comportamento dinâmico do DSTATCOM, quando operado como uma fonte de tensão controlada, para eliminação de níveis harmônicos.

Entretanto, cabe ressaltar que este controle proposto se mostrou instável frente a inserção de grandes cargas, causando uma grande oscilação no sistema, fazendo com que a dinâmica do DSTATCOM fosse mais lenta para garantir a estabilidade do sistema.

REFERÊNCIAS

Campinhos, R. M.; "Estudo Comparativo entre o DSTATCOM Operando Como Fonte de Corrente Controlada e Como Fonte de Tensão Controlada", Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, 2009.

L. Gyugyi, "Solid-State Synchronous Voltage Sources for Dynamic Compensation and Real Time Control AC Transmission Lines" Emerging Practices in Technology, IEEE-Transmission Lines, IEEE Standards Press, Piscatway, USA, 1993.

L. Gyugyi, "Solid-State Control of Electric Power in AC Transmission Systems", E.E.C.P.S., Invited Paper, No. T-IP.4, Capri, Italy, May 1989.

X. Fu, J. Wang, Y. Ji, "A Novel Control Method for D-STATCOM under Unbalanced Conditions", IEEE International Conference on Power System Technology, 2006.

Zhengping Xi, Babak Parkhideh, Subhashish Bhattacharya, "Improving D-STATCOM System Performance with Integrated STATCOM and Supercapacitor Energy Storage

System", IEEE 2008.

B. Blazic, I. Papic, "Improved D-STATCOM Control for Operation With Unbalanced Currents and Voltages", IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 21, No. 1, January 2006.

A. Jain, K. Joshi, A Behal, "Voltage Regulation with STATCOMS-Modeling, Control and Results", IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 21, No. 2, April 2006.

Hingorani, N.(1993); "Flexible AC Transmission". IEEE Spectrum, April, pp. 40-45.

Hingorani, N. G. (1988), "Power Electronics in Electric Utilities: Role of Power electronics in Future Power Systems", Proceedings of IEEE, Special Issue on Power Electronics, April.

Hingorani, N. G., Gyugyi, L., F "Understanding FACTS: Concepts and Technology of flexible AC Transmission Systems", New York, IEEE Press, 2000

ABSTRACT: The use of DSTATCOM (Distribution-STATIC Synchronous COMPensator) in the Custom Power concept is constantly being researched, seeking configuration and control strategies capable of high performance and efficiency over disturbances in the electrical grid. DSTATCOM is a compensator based on a voltage source converter, therefore, a controlled voltage source. However, due to its shunt connection, DSTATCOM is a current injection equipment. In this paper, the DSTATCOM will be presented in operation as a controlled voltage source, that is, acting over the converter output voltage. Thus, this paper has the motivation to evaluate the behavior of this mode of operation towards the elimination of harmonic components in the grid, improving energy quality.

KEYWORDS: DSTATCOM, Custom Power, energy quality.

CAPÍTULO VI

ESTUDO DA CONFIGURAÇÃO DE DIFERENTES ARQUITETURAS DE REDES NEURAIS PARA PREDIÇÃO DO TEOR DE SILÍCIO E ENXOFRE NO FERRO GUSA DE ALTOS- FORNOS

**Sayd Farage David
Karla Dubberstein Tozetti
Nilson Alves da Silva
Rafael Michalsky Campinhos
Karlo Fernandes Rocha
Gabriel Antônio Taquêti Silva**

ESTUDO DA CONFIGURAÇÃO DE DIFERENTES ARQUITETURAS DE REDES NEURAIS PARA PREDIÇÃO DO TEOR DE SILÍCIO E ENXOFRE NO FERRO GUSA DE ALTOS-FORNOS

Sayd Farage David

Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Karla Dubberstein Tozetti

Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Nilson Alves da Silva

Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Rafael Michalsky Campinhos

Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Karlo Fernandes Rocha

Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Gabriel Antônio Taquêti Silva

Ifes - Campus Cachoeiro de Itapemirim
Cachoeiro de Itapemirim - ES

RESUMO: O processo de redução em alto-forno é extremamente complexo e medições a partir de seu interior são escassas devido às suas condições hostis. Existem muitos exemplos de modelos matemáticos aplicados à indústria do aço em geral e para o alto-forno. Modelos baseados em Redes Neurais Artificiais (RNA) são usadas extensivamente devido às suas múltiplas vantagens: são fáceis de programar, apresentam uma boa adaptação para sistemas não lineares, seus parâmetros podem ser calculados on-line, são robustas contra o ruído e são fáceis de reprogramar. A configuração dos neurônios artificiais é uma importante característica que define a capacidade de predição das RNAs. Os fatores que foram abordados são o número de RNAs, o número de neurônios na camada escondida e a configuração das funções de transferência. A configuração mais adequada das funções de transferência foi tangente hiperbólica na camada escondida e a exponencial na camada de saída. A equação $2n + 1$ determinou número de neurônios na camada escondida, pois, nesse estudo, se mostrou mais adequada do que a $n/2$. O modelo apresentou uma boa correlação entre os valores reais e os calculados pela RNA.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência computacional, Arquitetura de Redes Neurais, Alto-forno.

1. INTRODUÇÃO

Apesar de sua antiga origem, a produção de ferro-gusa em altos-fornos tem-se mantido competitiva em relação a processos alternativos de produção de ferro primário.

Também, o crescente foco na eficiência do consumo de combustível e na redução da emissão de poluentes geraram esforços para aperfeiçoar o processo de redução em altos-fornos (UEDA, WATANABE, et al., 2009).

Entretanto, o processo de redução em alto-forno é extremamente complexo e medições a partir de seu interior são escassos devido às suas condições hostis. Existem muitos exemplos de modelos matemáticos aplicados à indústria do aço em geral e para o alto-forno, em particular (JIN, CHOI, et al., 2010; GORNI, SILVA e SILVEIRA, 2008)

Diante disso, modelos matemáticos são usados para determinar o efeito das mudanças operacionais sobre os fenômenos químicos e físicos que ocorrem no alto-forno. Esses modelos foram construídos a partir dos experimentos de dissecação dos altos-fornos, e contribuíram com um melhor conhecimento e estabilidade do processo de redução.

Uma alternativa possível e especialmente útil em sistemas complexos é empregar o chamado modelo paramétrico. Em tal abordagem o objetivo é obter uma função que, por meio da estimativa de alguns parâmetros selecionados seja capaz de aproximar as relações entre as entradas e as saídas do sistema. Modelos baseados em RNA pertencem a este tipo de modelo. Elas são usadas extensivamente devido às suas múltiplas vantagens: são fáceis de programar, apresentam uma boa adaptação para sistemas não lineares, seus parâmetros podem ser calculados on-line, são robustas contra o ruído e são fáceis de reprogramar para se adaptar as alterações das condições do sistema (KANEKO, MATSUZAKI, et al., 2010; JIMÉNEZ, MOCHÓN, et al., 2004).

A configuração dos neurônios artificiais é uma importante característica que define a capacidade de adaptação da RNA. Os fatores que foram abordados são o número de RNA, o número de neurônios na camada escondida e a configuração das funções de transferência. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é definir um conjunto de parâmetros que viabilize uma arquitetura de RNA que adequadamente determine o teor de silício e enxofre no ferro gusa de altos-fornos.

2. METODOLOGIA

A seleção e o pré-processamento das variáveis são importantes no sentido de dar robustez e elevar o desempenho de modelos baseados em dados de processos industriais. Também, deve-se levar em conta a distribuição dos dados para se evitar que o modelo apresente desempenho pior para determinadas regiões do espaço de entrada onde houve poucos padrões disponíveis para o treinamento (TAKAHASHI, 2006).

A escolha das variáveis de entrada da RNA foi baseada em sua influência em cada mecanismo de incorporação para o silício e enxofre de acordo com a literatura. Para o modelo de predição de silício, nestes estudos, é comum a utilização de dados de temperatura teórica de chama, pressão de sopro, taxa de produção de ferro gusa, consumo específico de coque (coke rate) e o consumo específico de Carvão Pulverizado (PCI rate). E, considerando os modelos estudados para a predição do teor de enxofre temos a utilização de dados como, por exemplo, o teor de CaO e MgO na escória, quantidade de

enxofre carregado (S Carregado), e produção específica de escória (slag rate) (GHOSH e CHATTERJEE, 2010; ISIJ, 1987; BISWAS, 1981)

Foram realizadas consultas ao banco de dados do processo de redução em alto-forno de forma a se ter um conjunto de padrões contendo todas as variáveis de entrada e saída num único arquivo Excel contendo 1046 padrões. O banco de dados foi separado 3 subconjuntos, 70% dos dados para treinamento, 15% para a fase de validação e 15 %para o teste (TAKAHASHI, 2006).

Segundo Gorni (GORNI, SILVA e SILVEIRA, 2008) e considerando tentativas preliminares, consegue-se maior precisão preditiva considerando simultaneamente as duas variáveis dependentes, teor de silício e enxofre no ferro gusa, na mesma RNA do que quando se criava uma rede específica para cada variável dependente. Esse fato é causado devido à intensificação das correlações existente entre as variáveis independentes pelo aumento do número de conexões. Dessa forma, foi implementada uma RNA com nove variáveis de entrada e com duas variáveis de saída, de acordo com a

Tabela 3 e

Tabela 4.

Para determinar as funções de transferência da camada de entrada e da camada de saída foram implementadas 300 RNAs permutando as funções tangente hiperbólica e exponencial e o número de neurônios na camada escondida. O desempenho de cada grupo será medido pelo erro (Esos) durante a fase de teste, a Tabela 2 apresenta a divisão desses grupos.

A Figura 8 mostra a configuração básica de uma RNA, com uma camada de entrada (variando de x_1 a x_m), uma intermediária (variável Z) ou escondida e outra de saída (variável y).

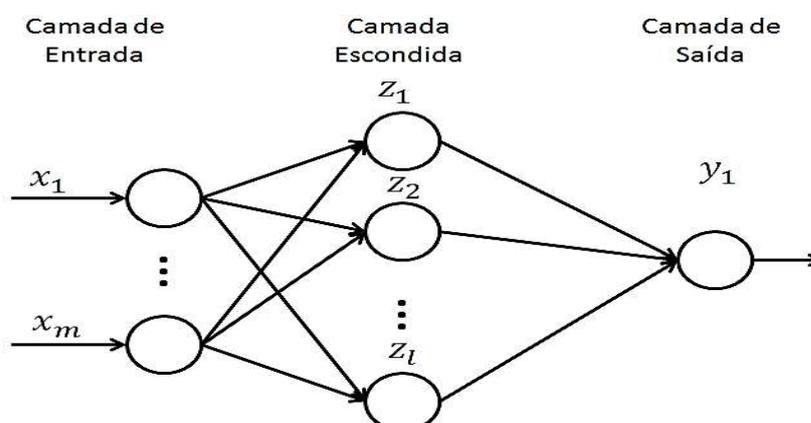


Figura 8: Configuração das Redes Neurais.

O número de neurônios da camada intermediária é em geral definido empiricamente e depende de vários fatores, tais como (BRAGA, CARVALHO e LUDERMIR, 2007):

- número de exemplos de treinamento;
- quantidade de ruído nos exemplos;
- complexidade da função a ser aprendida;
- distribuição estatística dos dados de treinamento.

Tabela 2 - Grupos para treinamento das RNAs

Grupo de RNA	Função de Transferência	
	Camada escondida	Camada de Saída
Expon - Tanh	Exponencial	Tangente Hiperbólica
Expon - Expon	Exponencial	Exponencial
Tanh - Expon	Tangente Hiperbólica	Exponencial
Tanh - Tanh	Tangente Hiperbólica	Tangente Hiperbólica

A estratégia de treinamento usada para buscar a melhor arquitetura para as RNAs, em relação ao número de neurônios da camada intermediária, foi baseada na implementação de vários modelos com diferentes números de neurônios, variando-se o número de neurônios da camada intermediária de $n/2$ até $2n + 1$, sendo n o número de entradas da RNA (GORNI, SILVA e SILVEIRA, 2008).

A determinação do número de neurônios da camada escondida depende da escolha das funções de transferência de acordo com a Tabela 2. O procedimento para decidir o número de neurônios foi a implementação de 120 redes neurais variando esse número de 5 até 19. A RNA escolhida será a que possuir o melhor desempenho, ou seja, o menor erro durante a fase de teste.

O algoritmo de treinamento backpropagation usando a minimização dos erros através do método de minimização BFGS.

O Erro foi avaliado pela soma dos quadrados (E_{SOS} - sum-of-squares), que é simplesmente dado pela soma das diferenças entre o alvo e as saídas de predição definidas sobre o conjunto inteiro de treinamento, Equação (1).

$$E_{SOS} = \sum_{i=1}^n (y_i - t_i)^2 \quad (1)$$

Em que n é o número de casos de treinamento e y_i é a predição (saídas da rede) do t_i valor-alvo. Sendo que quanto maior for a diferença entre a predição da rede e os alvos maior será o valor do erro, o que significa que o algoritmo de treinamento deve continuar a ajustar os pesos (HAYKIN, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e os desvios das variáveis de entrada são mostrados na Tabela 3, e na

Tabela 4 são mostradas as variáveis de saída, que foram utilizadas na fase de treinamento, validação e teste das redes neurais.

Os resultados obtidos sobre a determinação da arquitetura da RNA foram divididos de acordo com as seguintes etapas: função de ativação ou de transferência e número de neurônios na camada escondida.

Tabela 3 - Variáveis de entrada da Rede Neural.

Variáveis	Unidade	Média	Desvio
Velocidade de Produção de Gusa	t-gusa/min	6,986	0,7261
Coke Rate	kg/t-gusa	331,399	31,6274
PCI Rate	kg/t-gusa	141,324	12,4836
Temperatura Teórica de Chama	°C	2217,276	58,2733
Pressão do Sopro	kg/cm ²	3,949	0,3664
S Carregado	kg/t-gusa	2,996	0,2663
Slag Rate	kg/t-gusa	253,703	9,6868
(CaO)	%	42,730	0,8124
(MgO)	%	7,710	0,3711

Tabela 4 - Variáveis de saída da Rede Neural.

Variáveis	Unidade	Média	Desvio
[Si]	%	0,201	0,09188
[S]	%	0,030	0,00794

Os resultados dos treinamentos, segundo a Tabela 2, são apresentados no gráfico da Figura 9. Cada ponto do gráfico representa uma RNA com um determinado número de neurônios na camada escondida, eixo das abscissas, e com o seu valor do erro durante a fase de teste, eixo das ordenadas. Os grupos são diferenciados pelas cores e formatos dos pontos segundo a legenda desse gráfico.

Nele podemos notar que a maioria das RNAs do grupo Tanh-Expon apresentaram um desempenho superior durante a fase de teste. Mostrando que essa configuração de funções de transferência é mais adequada para o modelamento do teor de enxofre e silício no ferro gusa.

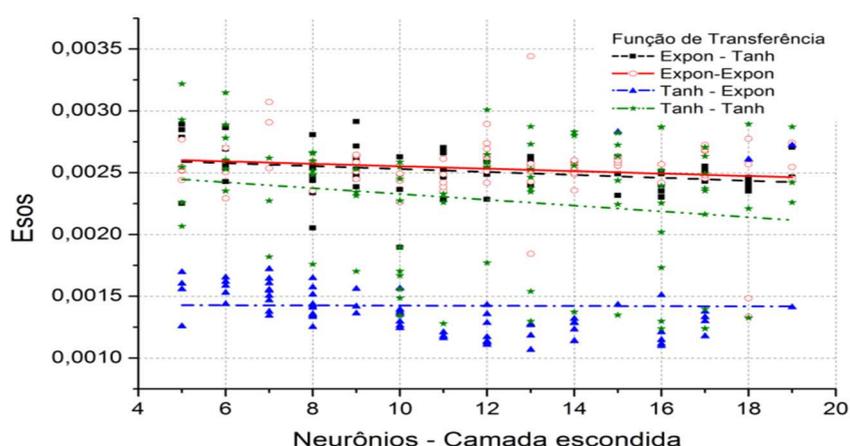


Figura 9 - Comportamento do erro (Esos) durante a fase de teste variando o número de neurônios da camada escondida e função de transferência.

O número de neurônios na camada escondida foi determinado através do menor erro durante a fase de teste. Para isso foram implementadas 120 RNAs variando o número

de neurônios na camada escondida de 5 a 19 neurônios, com configuração das funções de transferência de Tangente hiperbólica na camada escondida e Exponencial na de saída.

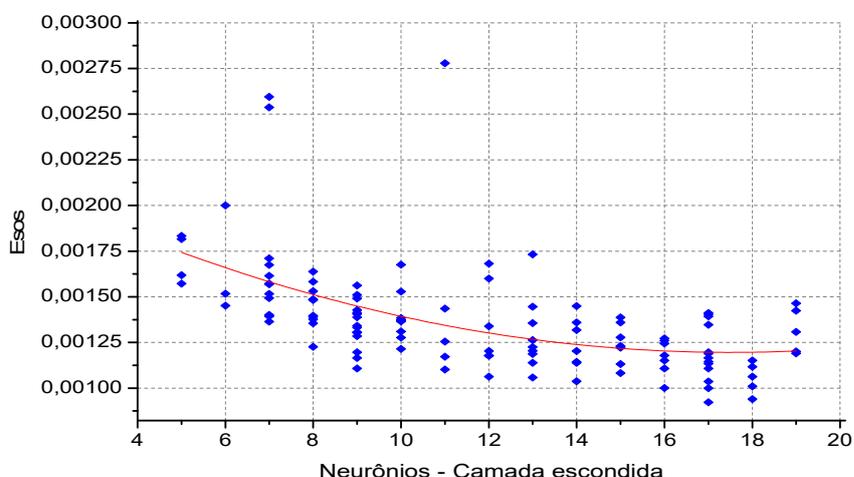


Figura 10 - Comportamento do erro (Esos) durante a fase de teste com a variação do número de neurônios da camada escondida para as redes neurais do grupo Tanh-Expon.

Cada ponto do gráfico da Figura 10 representa uma RNA com um determinado número de neurônios na camada escondida, eixo das abscissas, e com o seu valor do erro durante a fase de teste, eixo das ordenadas.

Nele podemos notar que as redes com os menores erros são as que possuem entre 16 a 19 neurônios na camada escondida. Isso mostra que, para esse modelamento, a equação $2n + 1$ é mais adequada do que a $n/2$.

A rede que apresentou o melhor desempenho possui 17 neurônios na camada escondida, e a Tabela 5 apresenta a sua configuração:

Tabela 5 - Configuração da rede neural.

Função / Variável de saída	Camada escondida	Camada de Saída
Função de Transferência	Tangente Hiperbólica	Exponencial
N° Neurônios	17	2
Tipo de RNA	Perceptron de Multicamadas	
Algoritmo de Treinamento	BFGS	
Função de Erro	Esos	
N° Épocas	319	

A Tabela 6 mostra o desempenho dessa RNA durante a fase de treinamento, teste e validação. Nessa tabela temos os valores de correlação, R^2 , e de erro, E_{SOS} , para cada fase. Através desses índices podemos verificar a assertividade desse modelo em prever o teor de silício e enxofre.

Tabela 6 - Desempenho da RNA durante a fase de treinamento.

RNA	Treinamento	Validação	Teste
Correlação (R^2)	0,959	0,897	0,938

Erro (Esos)	0,000736	0,000953	0,000922
-------------	----------	----------	----------

A Tabela 7 apresenta o desempenho da RNA em relação a cada variável dependente (variável de saída). Através dos valores de correlação podemos verificar que o modelo é capaz de prever o teor de silício e enxofre no ferro gusa, e que as variáveis independentes, são significativas para prever esses valores

Tabela 7 - Desempenho da RNA em relação a cada variável de saída.

Variável	Treinamento	Validação	Teste
Si	0,953	0,876	0,937
S	0,938	0,896	0,880

4. CONCLUSÕES

A disposição e a escolha das funções de transferência são um importante parâmetro para determinar a configuração da RNA. A configuração mais adequada foi a função tangente hiperbólica na camada escondida e a exponencial na camada de saída.

O número de neurônios na camada escondida é um importante parâmetro na construção de uma RNA, pois influencia em sua capacidade de predição. A equação $2n + 1$ determinou com maior assertividade o número de neurônios na camada escondida do que a $n/2$, por isso, nesse estudo, se mostrou mais adequada.

As variáveis utilizadas para prever o teor de silício e enxofre no ferro gusa foram significativas, pois o modelo apresentou uma boa correlação entre os valores reais e os calculados pela RNA.

REFERÊNCIAS

BISWAS, A. K. **Principles of Blast Furnace Ironmaking**. Brisbane, Austrália: Cootha Publishing House, 1981. 528 p.

BRAGA, A. D. P.; CARVALHO, A. P. L. F.; LUDERMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: Teoria e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

GHOSH, A.; CHATTERJEE, A. **Ironmaking and Steelmaking: Theory and Practice**. New Delhi: PHI Learning Private Limited, 2010.

GORNI, A. A.; SILVA, M. R. S.; SILVEIRA, J. H. D. Aplicação de redes neurais no modelamento matemático de propriedades mecânicas de bobinas a quente. In: **45º Seminário de laminação - Processos e produtos laminados e revestidos**, Porto de Galinhas, 21 a 24 Out 2008. 778-788.

HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípio e Prática**. São Paulo: Bookman, 2007.

ISIJ. **Blast Furnace Phenomena and Modelling**. 1. ed. Ney York: Elsevier, 1987.

JIMÉNEZ, J. et al. Blast Furnace Hot Metal Temperature Prediction through Neural Networks-Based Models. **ISIJ**, Madri, v. 44, p. 573-580, Mar 2004.

JIN, H. et al. Dripping Liquid Metal Flow in the Lower Part of a Blast Furnace. **ISIJ**, Daejeon, v. 50, p. 1023-1031, Jul 2010.

KANEKO, N. et al. Application of Improved Local Models of Large Scale Database-based Online Modeling to Prediction of Molten Iron Temperature of Blast Furnace. **ISIJ**, Tokyo, v. 50, p. 939-945, Jul 2010.

TAKAHASHI, H. J. **Predição de Propriedades Mecânicas de Aços de Alta Resistência Microligados Utilizando Técnicas de Inteligência Computacional**. 2006. 128 f: Dissertação (Mestre em Engenharia Industrial) Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, Coronel Fabriciano , 2006.

UEDA, S. et al. Improvement of Reactivity of Carbon Iron Ore Composite with Biomass Char for Blast Furnace. **ISIJ**, Sendai, v. 49, p. 1505-1512, Out 2009.

CAPÍTULO VII

ESTUDO DE CASO: FABRICAÇÃO, CONTROLE E GESTÃO DE CUSTOS DE FIO DIAMANTADO NA EMPRESA COFIPLAST

Angelo Cesar Tozi Christo
Wellington Antonio Galvão Canzian
Willian Gamas Ferreira
Israel Cardoso
Sayd Farage David
Raphael Furtado Coelho

ESTUDO DE CASO: FABRICAÇÃO, CONTROLE E GESTÃO DE CUSTOS DE FIO DIAMANTADO NA EMPRESA COFIPLAST

Angelo Cesar Tozi Christo

Faculdade Multivix, Administração
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Wellington Antonio Galvão Canzian

Faculdade Multivix, Engenharia de Produção
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Willian Gamas Ferreira

Faculdade Multivix, Engenharia de Produção
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Israel Cardoso

IFES - Instituto Federal do Espírito Santo
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Sayd Farage David

IFES - Instituto Federal do Espírito Santo
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Raphael Furtado Coelho

IFES - Instituto Federal do Espírito Santo
Cachoeiro de Itapemirim - ES

RESUMO: A COFIPLAST é uma empresa fundada na Itália que fabrica e comercializa fios diamantados para diversos segmentos da indústria. Fios diamantados são produtos utilizados no beneficiamento de rochas ornamentais, seja na extração de blocos ou no processo de desdobramento em chapas. Os fios diamantados são constituídos basicamente por três partes: um cabo de aço, as pérolas diamantadas e um revestimento de plástico, sendo que oitenta e quatro por cento do custo de cada fio é formado pelas pérolas. Toda a matéria prima utilizada para montar os fios é importada e seu custo é apurado em dólar americano (US\$). Devido à baixa margem de lucro do produto final junto à volatilidade do real em comparação ao dólar, é necessário criar uma política de gestão de custos eficiente na empresa que se propõe a comercializar este tipo de produto.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de custos, fios diamantados, COFIPLAST.

1. INTRODUÇÃO

A economia da região Sul do Espírito Santo gira em torno do mercado de rochas ornamentais. As empresas líderes de mercado utilizam fios diamantados para o desdobramento dos blocos, este material, além de possuir um elevado custo, em sua maior parte, é importado.

Nesse contexto, foi realizada uma pesquisa de campo na empresa de fios

diamantados COFIPLAST, localizada em Vitória, no Espírito Santo. Esta empresa busca fabricar seu produto e comercializá-lo, com um preço justo, sem obter prejuízos.

Deste modo, buscou-se conceitos acadêmicos para aplicar à gestão empresarial, citando autores conceituados da área, para explicar o que acontece na empresa e como pode-se auxiliar de maneira eficiente.

Assim, como tema central deste trabalho, temos a gestão de custos utilizada na produção dos fios diamantados para beneficiamento de rochas ornamentais, com o objetivo de analisar e determinar uma maneira eficaz de apurar e controlar os custos em uma empresa que atua neste ramo.

2. METODOLOGIA

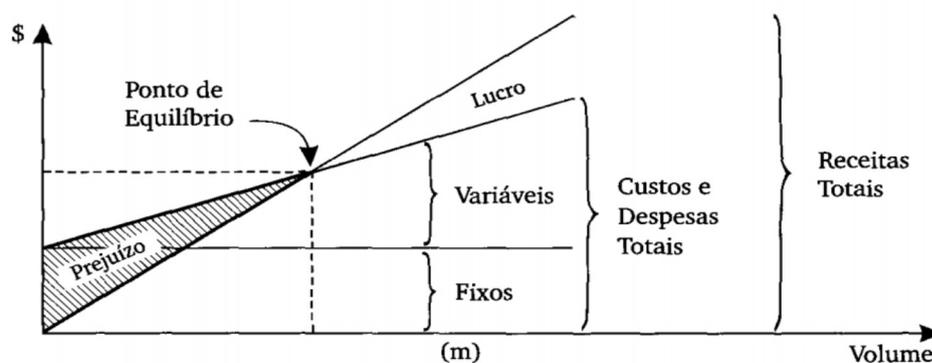
Foi realizado um estudo de campo e colhidos dados reais ou aproximativos de valores de custos e despesas para posteriormente, classificá-los e utilizar alguma das ferramentas estratégicas na gestão de custos de uma empresa. Estas ferramentas foram estudadas e após uma revisão bibliográfica selecionamos a que teria como intuito oferecer um melhor suporte na administração de uma empresa no quesito de custo do produto. A ferramenta utilizada é conhecida como Ponto de Equilíbrio.

O Ponto de Equilíbrio ajuda o gestor ao fornecer uma indicação para segurança do negócio. É o valor ou a quantidade que a empresa precisa vender, no período analisado, para cobrir os custos das mercadorias vendidas, as despesas variáveis e as despesas fixas. No Ponto de Equilíbrio a empresa não terá lucro nem prejuízo. (Martins, 2003).

Segundo MARTINS (2003) e WERNKE (2004) o ponto de equilíbrio em unidades é a quantidade de produtos que precisa ser fabricada e vendida para que o resultado do período seja zero, ou seja, não haja nem prejuízo nem lucro.

Pode-se entender bem o conceito, observando a figura 1, onde demonstra que a partir do momento em que o ponto de equilíbrio é alcançado, a empresa passa a obter lucro.

Figura 1- Ponto de Equilíbrio



Fonte: Martins (2003)

É calculado pela fórmula:

$$PE \text{ (Qtde.)} = \frac{\text{Custos} + \text{despesas fixas (\$)}}{\text{MCU (\$/Qtde.)}}$$

Vale observar que são produzidos fios diamantados utilizando pérolas de três materiais diferentes: liga dura, média e macia, cada uma tem um custo diferente e cada liga é utilizada para serrar rochas com características distintas de dureza e densidade.

O custo do fio diamantado é formado pelos seguintes itens: pérolas diamantadas, cabo de aço, plástico, mão de obra e insumos.

Logo, para cada tipo de fio, serão feitos os cálculos de Pontos de Equilíbrio, assim, podemos obter resultados como os descritos a seguir. Os dados discriminados separadamente serão omitidos neste artigo para manter o sigilo empresarial.

3. RESULTADOS

Depois de colhidos e tabulados todos os dados fornecidos pela empresa, é possível calcular a quantidade a ser produzida e vendida de cada produto para atingir o ponto de equilíbrio.

- Aplicando os valores obtidos à equação anterior para liga macia, teremos:

$$PE = (682.500,00) / 13,71$$

$$PE = 49.781,18 \text{ metros lineares vendidos}$$

A empresa fabricou no ano de 2015 uma quantia de 50 mil metros lineares de fio liga macia. Para que o resultado do período fosse zero (nem lucro nem prejuízo), seria necessário produzir e vender 49.781,18 metros somente de fio liga macia.

- Aplicando a equação para o fio de liga média:

$$PE = (1.092.000,00) / 13,71$$

$$PE = 79.649,89 \text{ metros lineares vendidos}$$

A empresa fabricou no ano de 2015 uma quantia de 80 mil metros lineares de fio liga média. Para que o resultado do período fosse zero (nem lucro nem prejuízo), seria necessário produzir e vender 79.649,89 metros somente de fio liga média.

- Aplicando a mesma equação para o fio de liga dura:

$$PE = (273.000,00) / 17,45$$

$$PE = 15.644,70 \text{ metros lineares vendidos}$$

A empresa fabricou no ano de 2015 uma quantia de 20 mil metros lineares de fio liga dura. Para que o resultado do período fosse zero (nem lucro nem prejuízo), seria necessário produzir e vender 15.644,70 metros somente de fio liga dura.

4. DISCUSSÃO

Como pode ser observado, quanto maior a MCU de um produto, menor será a quantidade a ser vendida para cobrir os custos e despesas fixas. Entretanto, não há como a empresa produzir apenas o fio de liga dura (o que tem a maior MCU) porque há pouco

mercado para isso. O que ocorre na prática é uma combinação de resultados dos três produtos. No final do ano, a COFIPLAST deveria ter vendido uma quantidade de fios cuja soma das margens de contribuição dos produtos vendidos fosse igual a pelo menos R\$ 2.047.500,00 para não ter prejuízo. Tudo que foi vendido além disso representa lucro líquido para a empresa.

Utilizando a ferramenta de Ponto de Equilíbrio, pode-se trabalhar com metas e objetivos, além de poder observar como se comportam os custos, fornecendo ao empresário uma margem de negociação segura para ofertar um produto com preço justo sem levar a empresa ao prejuízo.

5. CONCLUSÃO

Uma empresa mantém-se bem estruturada e consegue se manter no mercado globalizado e cada vez mais competitivo, utilizando de boa gestão na formação correta e justa do preço final de seus produtos. O atual cenário político e econômico do Brasil traz várias dificuldades a serem enfrentadas pelos gestores das empresas. A variação do real em médio prazo, às vezes em curto prazo, torna necessária uma gestão de custos eficiente para a formação do preço final, pois conhecer as margens e possibilidades de se oferecer descontos e calcular o lucro é fundamental para se prever e precaver dos cenários econômicos futuros.

Para tanto, conhecer a ferramenta de gestão de custos utilizada neste artigo, e saber aplicá-la corretamente, torna-se imprescindível para alcançar sucesso.

REFERÊNCIAS

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de Custos e Formação de Preços**. 6.ed, São Paulo : Atlas, 2012.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. **Contabilidade de Custos**. Rio de Janeiro : LTC, 2000.

MARCON, D. B; CASTRO, N. F; VIDAL, F. W. H. **Estudo da aplicação da tecnologia de corte de fio diamantada na extração de granitos na extração de granitos comerciais**. Ambiente Mineral – Revista Brasileira de Mineração e Meio Ambiente. V. 3, N2, p. 7-14, 2013. Disponível em: <<http://www.dmg.ufcg.edu.br/ambientemineral/ed5/artigo2.PDF>>. Acesso em: 20 de Fev. 2016.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 9.ed. São Paulo : Atlas, 2003.

RIBEIRO, O. M. **Contabilidade de Custos**. 2.ed. São Paulo : Saraiva, 2012.

SANDRONI, P. **Novíssimo Dicionário de Economia**. São Paulo : Editora Best Seller, 1999.

WERNKE, R. **Gestão de Custos e Uma Abordagem Prática**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

ZANLUCA, J. C. **Contabilidade de Custos**. Maph Editora.

ABSTRACT: COFIPLAST is a company founded in Italy that manufactures and markets diamond wire for various segments of industry. Diamond wires are products used in the processing of ornamental stones, either in the extraction of blocks or in the process of unfolding in sheets. The diamond wire consists basically of three parts: a steel wire, diamond beads and a plastic coating, and eighty-four percent of the cost of each wire is formed by the beads. All the raw material used to assemble the yarn is imported and its cost is calculated in US dollars (US \$). Due to the low profit margin of the final product, together with the volatility of the real against the dollar, it is necessary to create an efficient cost management policy in the company that proposes to market this type of product.

KEYWORDS: Cost management, diamond wire, COFIPLAST.

CAPÍTULO VIII

ESTUDO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEAS EM MÉDIA TENSÃO

**Airton Coutinho Neto Pelissari
Gabriel Antônio Taquêti Silva
Nilson Alves da Silva
Karla Dubberstein Tozetti
Rafael Michalsky Campinhos
Karlo Fernandes Rocha
Whortton Vieira Pereira
Antonio Celso Perini Talhate
Sayd Farage David
Raphael Furtado Coelho**

ESTUDO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEAS EM MÉDIA TENSÃO

Airton Coutinho Neto Pelissari

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Gabriel Antônio Taquêti Silva

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia Mecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Nilson Alves da Silva

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Karla Dubberstein Tozetti

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia Mecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Rafael Michalsky Campinhos

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Karlo Fernandes Rocha

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia Mecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Whortton Vieira Pereira

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Antonio Celso Perini Talhate

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Sayd Farage David

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Engenharia Mecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

Raphael Furtado Coelho

Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Eletromecânica
Cachoeiro de Itapemirim - ES

RESUMO: Este artigo apresenta um estudo das redes de distribuição subterrâneas baseado em estudos existentes e no levantamento de dados da concessionária de energia elétrica do Espírito Santo (Espírito Santo Centrais Elétricas S/A - ESCELSA). Sua relevância está em apontar as suas principais vantagens, as desvantagens; basicamente o seu alto custo em relação aos outros tipos de redes, bem como a maneira com a qual a concessionária busca a redução destes altos custos em casos de necessidade da sua implantação. A estrutura principal da rede subterrânea adotada pela concessionária, definida em normas técnicas internas, consiste em uma combinação da rede aérea convencional com a rede subterrânea; estrutura esta que reduz o custo devido à ausência

de câmara transformadora submersível e outros itens. Além disso, baseado em um estudo de caso, será abordada como é feita a reparação de redes subterrâneas que são danificadas na tentativa de furto de cabos condutores.

PALAVRAS-CHAVE: Rede Subterrânea, Rede Convencional, Rede Protegida, Cabo Isolado, Alimentadores.

1. INTRODUÇÃO

As redes subterrâneas são as que proporcionam o maior nível de confiabilidade e também o melhor resultado estético, dado que ficam enterradas. No entanto, elas são bem mais caras que as demais soluções (cerca de dez vezes mais caras que a rede de distribuição aérea convencional), sendo comuns apenas em regiões muito densas ou onde há restrições para a instalação das redes aéreas em geral.

São quatro os tipos de redes de distribuição de energia elétrica: a rede de distribuição aérea convencional, a aérea compacta, a aérea isolada e a subterrânea.

A rede aérea convencional é caracterizada por condutores nus e, portanto, estão mais susceptíveis à ocorrência de faltas, principalmente pelo contato de galhos de árvores com os condutores elétricos. São basicamente formadas por três estruturas: os postes, os isoladores e os condutores. Os postes dão sustentação aos condutores, que ficam apoiados sobre os isoladores.

A rede aérea compacta protegida oferece uma proteção muito maior que a convencional porque, além dos condutores possuírem uma camada de isolação, essa rede ocupa um menor espaço físico, resultando em um menor número de perturbações. A rede compacta é um conjunto formado por um cabo de aço (denominado cabo mensageiro) e três condutores protegidos, separados por espaçadores losangulares (ou separadores de fase) de material polimérico (XLPE). Os condutores e os espaçadores são sustentados pelo cabo de aço. Construtivamente, o apoio do cabo mensageiro para a sustentação dos condutores é feita através de braços metálicos fixados nos postes.

Na rede aérea isolada os condutores são encapados com isolação e blindados, o que permite que eles sejam trançados em torno de um cabo mensageiro que os sustentam. Esta condição a torna mais cara, portanto ela costuma ser utilizada apenas em situações especiais. Nos condutores são utilizados acessórios desconectáveis nas conexões e derivações, além das terminações que promovem a interligação entre os condutores isolados e os condutores das redes nuas ou protegidas.

Por fim, a rede de distribuição subterrânea, que é mais complexa que as redes aéreas. Os cabos podem ser diretamente enterrados ou acomodados em eletrodutos protegidos por caixas de concreto ou alvenaria instaladas ao longo da rede. Podem possuir equipamentos (chaves, transformadores e outros) abrigados em câmaras ou caixas subterrâneas. Com um elevado custo de implantação, a justificativa para sua instalação é reduzir a poluição visual em áreas com grande densidade de carga, locais históricos, praças, condomínios fechados e loteamentos específicos, entre outros. As vantagens dessa rede são: maior confiabilidade, menor frequência de interrupções no fornecimento de energia, baixa necessidade de manutenção, maior vida útil, segurança das pessoas e

maior arborização.

O objetivo do presente trabalho foi analisar os pontos positivos e negativos da implantação das redes de distribuição subterrânea em detrimento aos outros tipos de rede, pontuando os motivos pelos quais a rede subterrânea em certos casos é bem mais interessante. Além disso, apresentar a estrutura de rede “mista” (conjunto da aérea convencional com a subterrânea) como uma alternativa para redução do custo final da rede. Adicionalmente, apresentar como é feito o reparo de redes danificadas em situações de furtos, que geram um retrabalho e novos custos aos projetos.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para avaliação das vantagens e desvantagens de cada tipo de rede de distribuição foi baseada na análise de dados operacionais de alimentadores existentes; dados estes fornecidos pela concessionária de energia elétrica.

Tabela 1- Causa e número de falhas antes e depois da substituição da Rede Convencional pela Rede Compacta Protegida.

Causa	Conv.	Comp.	Redução das falhas
	Média anual	Média anual	
Pipa	11,33	1	91,2%
Deterioração de material	0,67	1	- 50%
Falha humana	0,67	0	100%
Objeto na rede	0,33	0	100%
Árvore	0,33	0	100%
Causa ignorada	2,33	0	100%
Temporal	1,67	2	-20%
Animal	0,33	0	100%

3. LEVANTAMENTO ESTATÍSTICO

A análise da rede aérea convencional foi feita juntamente com a aérea compacta. A utilização deste tipo de rede foi impulsionada pela necessidade de melhora no padrão de qualidade da energia fornecida pela concessionária e da redução do número de faltas na rede de distribuição. Para demonstrar essa redução, foi analisada a substituição da rede convencional pela rede compacta do bloco do alimentador CIT15 (cidade de Cachoeiro de Itapemirim) com base nos dados contidos na Tabela 1. A motivação da troca foi o número de faltas causadas pela incidência de pipas na rede. Na composição da média anual da rede convencional foram utilizados os dados de 2001 a 2003; já na compacta de 2005 e 2006.

A análise da rede aérea isolada foi feita baseada em um trecho de um alimentador de rede aérea convencional, situado na Rodovia do Sol (Grande Vitória), que apresentava problemas constantes/diários de curto fase-terra. Isto ocorria devido à proximidade dos condutores a terra, que era ocasionada por um grande desnível presente no terreno (consequentemente nos postes) onde se encontrava o vão da rede. Após a sua substituição pela rede protegida, não houve mais problemas de falta devida a essa situação.

As redes subterrâneas observadas foram as situadas em Bento Ferreira, que consistem na saída de 15 alimentadores da subestação local, e na Avenida Fernando Ferrari (Grande Vitória). Esses trechos subterrâneos nunca apresentaram problemas de falhas.

As informações referentes aos custos de implantação de cada rede, contidas na Tabela 2, foram fornecidas pela área de Planejamento de Redes de Distribuição da concessionária. Esses dados são estimados considerando o preço de diversos alimentadores instalados pela mesma.

Tabela 2- Custo estimado de redes de distribuição de energia elétrica.

Rede	Estimativa de custo (R\$/km)
Convencional Urbana (MT)	60 mil
Protegida (MT)	66 mil
Subterrânea (MT)	1 milhão
Isolada (BT)	21,7 mil

4. ESTUDO DE CASO

Visando a redução de custos da implantação da rede subterrânea, a concessionária utiliza basicamente redes “mistas”. Segundo normas técnicas internas, nenhum alimentador é previsto para ser totalmente subterrâneo; todos preveem trechos aéreos em seu percurso. Isto ocorre devido ao fato de que as redes aéreas possuem um menor custo de implantação, sendo uma boa opção para trechos com pequena possibilidade de ocorrência de faltas na rede. Um fator que influencia na redução do custo é a instalação dos transformadores nos postes, pois estes apresentam um menor custo quando comparado às câmaras transformadoras e/ou transformadores em pedestal. Outro fator é a eliminação da infraestrutura civil que compõe a câmara de transformação, uma vez que a concessionária utiliza somente as caixas de passagem, que possuem uma estrutura menor e mais econômica.

A saída dos 15 alimentadores subterrâneos da Subestação de Distribuição (SD) de Bento Ferreira foi o que viabilizou as condições técnicas, visto que seria inviável arranjar 24 postes (SD programada para esse nº de alimentadores) na calçada. Isto prejudicaria a mobilidade das pessoas, além de poluir visualmente o local. Na Figura 1 podemos ver o

esquemático da SD Bento Ferreira; já na Figura 2 a SD Praia, que possui vários alimentadores aéreos na saída.

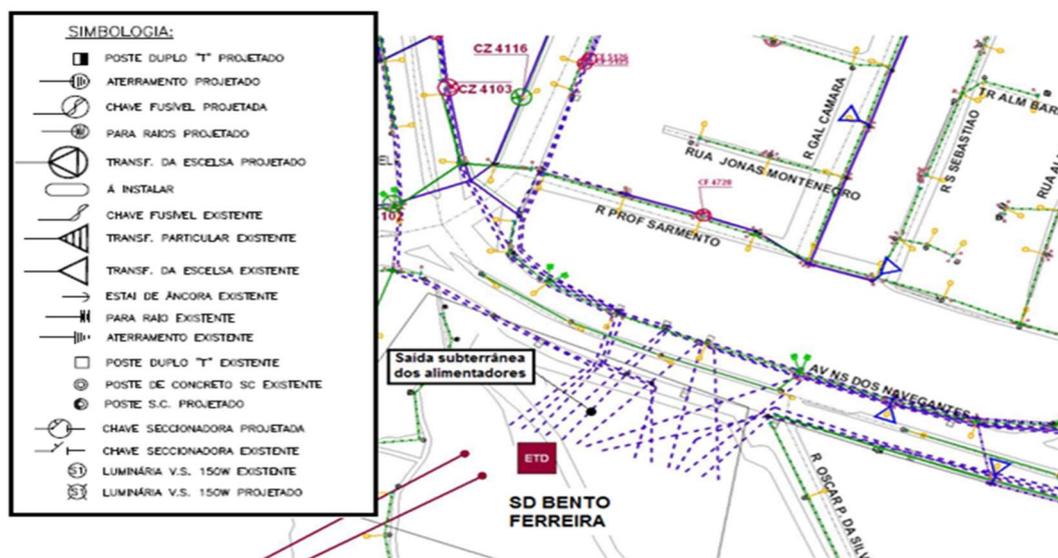


Figura 1- Saída subterrânea dos alimentadores da SD Bento Ferreira.

Já a rede subterrânea da Av. Fernando Ferrari foi motivada devida a construção da Ponte da Passagem, ponte estaiada nela construída em 2012. A intenção da utilização da rede subterrânea era eliminar a poluição visual que causaria se fosse construída qualquer uma das redes aéreas no local. A rede, de média tensão, passa em dutos contidos embaixo da ponte e também em trechos da avenida. A alimentação da subestação da Universidade Federal do Espírito Santo é derivada desta rede subterrânea.

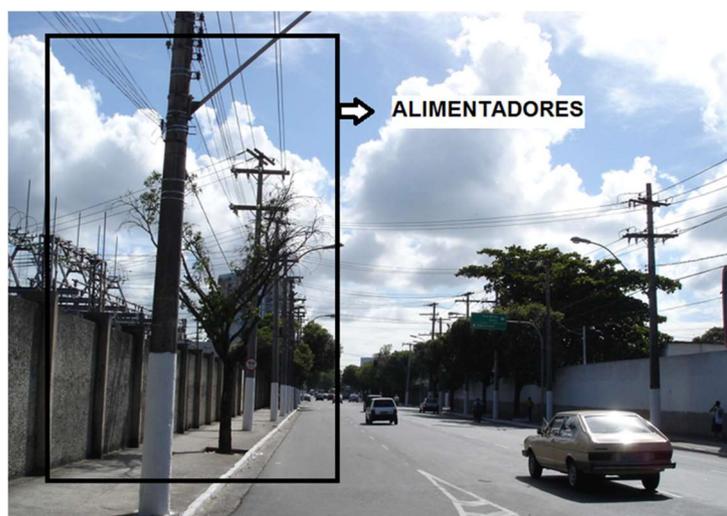


Figura 2- Saída dos alimentadores aéreos da SD Praia.

Nesta rede subterrânea houve problema de furto posteriormente ao lançamento dos cabos isolados nos dutos. Os seus cabos foram danificados, impossibilitando que a rede fosse energizada nesse mesmo ano de 2012. É baseado nesse caso específico que

será apresentado como é feito o reparo de uma rede subterrânea nessas situações.

As normas internas estabelecem que a distância máxima entre caixas de passagens deve ser igual a 100m, mas normalmente nos projetos é adotada uma distância máxima de 50m. Nas caixas de passagens onde os cabos foram danificados foi necessário fazer a retirada do cabo isolado, e para isso o cabo de uma das caixas adjacentes era cortado, gerando uma perda de aproximadamente 50m de cabo. Como são 2 circuitos de 34,5kV, onde cada fase é composta por 2 condutores isolados de 630mm², e 2 circuitos de classe 15kV, onde cada fase é composta por 2 condutores de 500mm², em cada caixa de passagem passam 24 cabos isolados. Ou seja, 1200 metros de cabo devem ser retirados em caso de dano em todos os cabos. Caso existam caixas com menor distância (exemplo, 30 metros), esses cabos retirados podem ser aproveitados (lançados para emenda) desde que passem por testes que comprovem a ausência de danos à sua isolação e as proteções.

Novos cabos isolados devem ser relançados nos trechos onde foram retirados para que possa ser feita a emenda nas caixas de passagem. A emenda tem a intenção de reconstituir cada camada que compõe o cabo isolado (Figura 3).

O tipo de emenda abordado será a emenda contrátil a frio. Inicialmente é feito uma preparação no cabo, que consiste na remoção de parte da proteção externa, da blindagem metálica, da camada semicondutora externa e interna e da isolação do cabo.

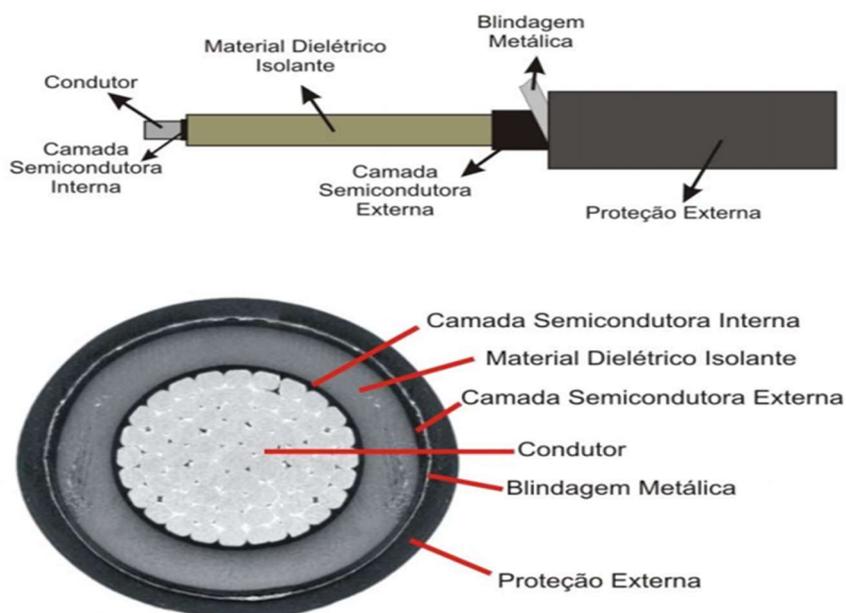


Figura 3- Esquema do cabo isolado de média tensão.

O processo, passo a passo, consiste em remover primeiramente a capa externa do cabo (Figura 4). Em seguida, dobra-se a blindagem de cobre por cima da cobertura externa do cabo, e cortam-se os fios, envolvendo suas extremidades com duas camadas de fita isolante (Figura 5).

Retira-se parte da camada semicondutora, deixando a mostra parte da camada

isolante. Mais próximo da extremidade do cabo retira-se parte da camada isolante, deixando a mostra parte do condutor (Figura 6).



Figura 4- Retirada da capa externa do cabo.



Figura 5- Dobra efetuada na blindagem do cabo.

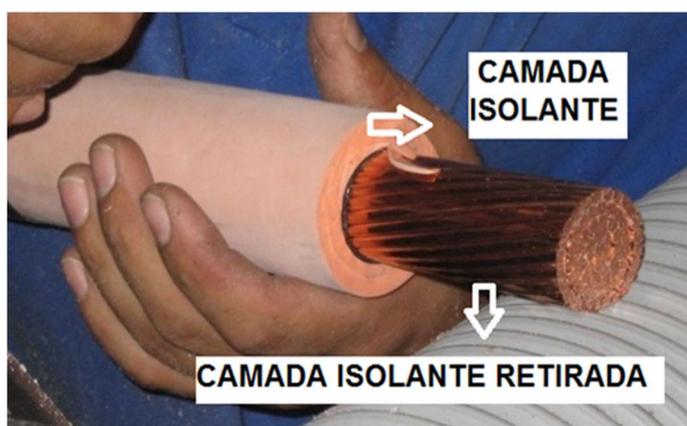


Figura 6- Retirada de parte da camada isolante.

Com as extremidades dos cabos preparadas, é necessário que seja inserido os tubos de proteção de diâmetro menor, diâmetro maior e a meia metálica de cobre estanhada antes que seja feita a conexão dos condutores. O conector de liga de alumínio tem a função de conectar cabos de alumínio ou cobre e ele é inserido logo após a preparação anterior (Figura 7). Sua fixação é feita com o uso do alicate de pressão (Figura

8).

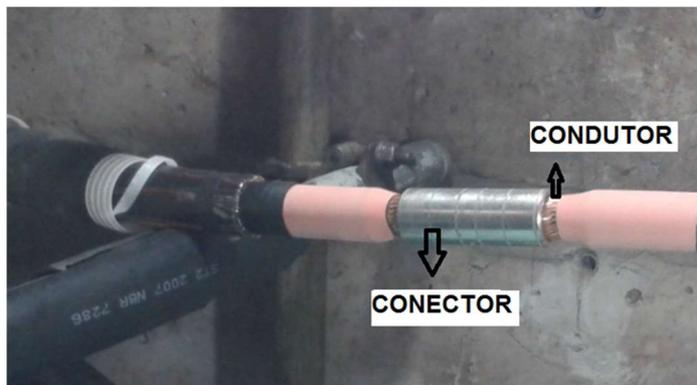


Figura 7- Conector ajustado nos condutores.



Figura 8- Utilização do alicate de pressão para fixação do conector.

É feita uma limpeza da isolação e do conector com uma lixa especial para retirar os resíduos semicondutores presentes. Em seguida, são adicionadas camadas de fitas semicondutoras (Figura 9) para preencher toda a região exposta do condutor e conector até sobrepor a isolação do cabo; no mínimo o mesmo diâmetro, ou então 15mm a mais. É adicionado um lubrificante nas isolações e na camada semicondutora dos cabos e região do conector (onde foi preenchido com a fita semicondutora).

Posiciona-se o tubo isolador contrátil a frio, mantendo sua extremidade sobre parte da camada semicondutora do cabo. Os vãos entre o corpo da emenda e a cobertura dos cabos são preenchidos com fita semicondutora. A fita deve alcançar a espessura da cobertura dos cabos.



Figura 9- Aplicação da fita semicondutora no vão entre a cobertura externa e a isolação.

A meia metálica é deslocada sobre o corpo da emenda e interliga-se com a blindagem do cabo através das molas de aço de pressão constante (Figura 10). Essa mola é coberta com fita isolante, e a fita semicondutora novamente é aplicada sobre as extremidades, cobrindo parte da capa externa do cabo e da fita isolante sobre a mola. Para finalizar a emenda é instalada a cobertura externa sobre a fita semicondutora presente dos dois lados dos cabos (Figura 11).

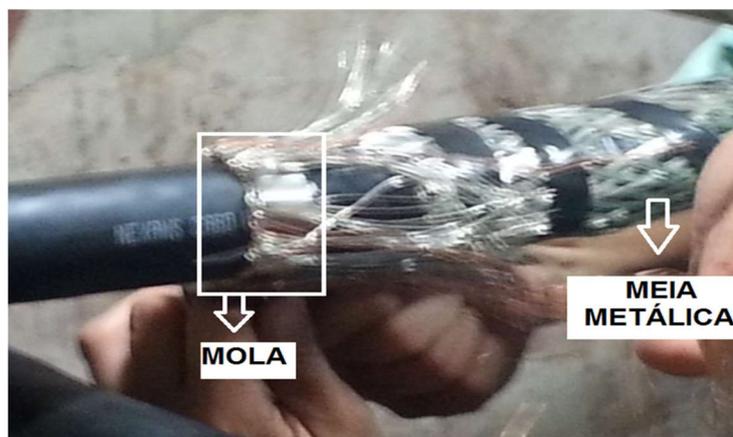


Figura 10- Ajuste da meia metálica sobre a mola.



Figura 11- Aplicação da camada externa sobre a meia metálica.

5. RESULTADOS

Os custos das redes de distribuição de energia elétrica apresentam uma grande variação, portanto é importante que sejam feitos estudos a fim de selecionar a melhor rede, ou seja, que tenha um bom desempenho operacional com o menor custo possível. Nas redes implantadas pela concessionária, o custo das subterrâneas é, em média, aproximadamente 17 vezes mais caro que a aérea convencional, fazendo com que ela seja uma opção bem restrita a algumas situações.

Em termos operacionais, fica claro que as redes subterrâneas possuem o melhor desempenho, uma vez que elas são projetadas visando a ausência de faltas. Quando desenergizadas estão mais susceptíveis a ações como furtos e/ou danificação dos cabos devido a maior facilidade de acesso. A rede aérea isolada também possui um bom desempenho, mas não apresentam o resultado estético semelhante à subterrânea e estão mais sujeitas a danos externos por estarem expostas.

A rede compacta apresenta um custo um pouco maior que a rede convencional (em média 10%), e apresentam um menor índice de falhas devido a utilização de cabos protegidos. Além disso, possuem melhor estética comparada as redes convencionais. Já as redes convencionais, apesar de menor custo, estão mais sujeitas a diversas situações que podem interromper o fornecimento de energia, uma vez que seus cabos são os nus. Certas aplicações, onde se prevê poucas situações que ameacem interromper o fornecimento de energia, elas são consideradas uma ótima opção.

6. DISCUSSÃO

A comparação dos tipos de rede de distribuição de energia elétrica mostra que as redes subterrâneas são as que apresentam as maiores vantagens (segurança e confiabilidade), mas também os maiores custos. Tendo em vista que as concessionárias privatizadas visam ao lucro e são reembolsadas com base nas redes que apresentam menor custo e condições mínimas de confiabilidade, em diversos casos elas optam por essa rede mais econômica, ainda que o estudo feito conclua que uma rede subterrânea seria mais adequada e interessante ao local.

7. CONCLUSÃO

A grande frequência de falhas no sistema elétrico brasileiro é motivo de preocupação para o setor elétrico. As concessionárias de distribuição têm uma preocupação constante em promover a melhoria da qualidade e continuidade do fornecimento de energia, e no caso da Escelsa criou-se uma política de estímulo para a redução dos índices DEC e FEC globais da concessionária, visando atender às exigências da ANEEL.

Para alcançar tal resultado, é necessário maior investimento na construção de redes mais seguras, menos susceptíveis a falhas. Portanto, o apoio tanto da agência reguladora, como também do próprio município (a rede subterrânea da Av. Fernando Ferrari foi parcialmente financiada pela Prefeitura Municipal de Vitória) é imprescindível.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **Redes de energia elétrica**. Disponível em: <http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/redes-de-energia-eletrica>. Acesso em: 27 ago. 2014.

EDP ESCELSA. **Construção civil para rede de distribuição subterrânea**. 2009, 80 p. Disponível em: <http://www.edp.com.br/distribuicao/edp-escelsa/informacoes/tecnicas/padrao-e-especificacoes-tecnicas/Documents/pt0001.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2014.

EDP ESCELSA. **Projeto e construção de rede de distribuição subterrânea**. 2012, 50 p. Disponível em: <http://www.edp.com.br/distribuicao/edp-escelsa/informacoes/tecnicas/padrao-e-especificacoes-tecnicas/Documents/ES.PN.03.09.0001%20-%20Projeto%20e%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20Rede%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o%20Subterr%C3%A2nea.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2014.

NAKAGUISHI, M. I.; HERMES, P. D. **Estudo comparativo técnico/financeiro para implantação de redes de distribuição subterrâneas**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/199.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2014.

SEGATTO, A. G. **Estudo e projeto de rede elétrica compacta protegida**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008. Disponível em: http://www2.ele.ufes.br/~projgrad/documentos/PG2006_2/adelaynegrippasegatto.pdf. Acesso em: 28 ago. 2014.

ABSTRACT: This paper presents a study of the underground distribution grid based on existing studies and data collection of the Espírito Santo's electric power utility (Espírito Santo Centrais Elétricas S/A - ESCELSA). Its relevance lies in pointing out its main advantages and disadvantages, which are basically its high cost regarding other types of grids, as well as the way in which the power company seeks to reduce these high costs in cases of implantation need. The underground grid main structure adopted by the power

company, defined in internal technical standards, consists in a combination of the conventional aerial grid and the underground grid. This structure reduces the cost because of the absence of submersible transforming chambers and other items. In addition, it will be discussed how to repair underground grids damaged on stealing attempts of conductive cables based on a case study.

KEYWORDS: Underground Grid, Conventional Grid, Protected Grid, Isolated Cable, Feeders.

CAPÍTULO IX

ESTUDO PRELIMINAR DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO DE CONCRETO INCORPORADO COM RESÍDUO DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA AZEITONA

**Josilene Arbache Silva
Jamilli Mattos Costa Leite
Ana Paula de Carvalho Faria
Mayara Lisboa Santos
Jonas dos Santos Pacheco
Cristiane de Souza Siqueira Pereira**

ESTUDO PRELIMINAR DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO DE CONCRETO INCORPORADO COM RESÍDUO DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA AZEITONA

Josilene Arbache Silva

Universidade Severino Sombra
Vassouras – RJ

Jamilli Mattos Costa Leite

Universidade Severino Sombra
Vassouras – RJ

Ana Paula de Carvalho Faria

Universidade Severino Sombra
Vassouras – RJ

Mayara Lisboa Santos

Universidade Federal Fluminense
Volta Redonda – RJ

Jonas dos Santos Pacheco

Universidade Severino Sombra
Vassouras – RJ

Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Universidade Severino Sombra
Vassouras – RJ

RESUMO: O estudo do reaproveitamento de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade. Objetivou-se com este trabalho o estudo preliminar da adição do caroço de azeitona triturado a uma mistura de areia-concreto-brita, de forma a minimizar o consumo da areia empregado na fabricação e a minimização do descarte do resíduo gerado por uma indústria processadora de azeitonas. A dosagem do material para produção do concreto seguiu a proporção 2:1:1:0,5 (brita: areia: cimento: água). Os traços foram formulados com a substituição de 5% da areia pelo resíduo. A operação de adensamento foi feita mecanicamente de forma a garantir uniformidade das amostras e eliminação dos vazios. Formularam-se os corpos de prova testemunho com 0% do resíduo para fins de comparação. O tempo de cura dos corpos de prova foi de 28 dias, isento de vibrações e ruídos. Para avaliação da resistência mecânica à compressão foram executados ensaios laboratoriais com 7,14, 21 e 28 dias, utilizando prensa hidráulica com capacidade de 80 MPa. O estudo preliminar da incorporação do resíduo na produção do concreto foi satisfatório.

PALAVRAS-CHAVE: Oliva, Olea europaea, concreto, biomassa

1. INTRODUÇÃO

A crescente degradação do meio ambiente decorre da demanda desenfreada de consumo da população, que por sua vez resulta no aumento da exploração de recursos

naturais e na geração de cada vez mais resíduos sólidos oriundos de processos de fabricação.

O estudo do reaproveitamento de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade. A procura de novos materiais e técnicas construtivas e a inserção de resíduos e de matérias renováveis tem sido de suma importância (Ângulo et al., 2001). A indústria da construção civil tem a capacidade de incorporar em seus materiais resíduos sólidos gerados em atividades dos mais diversos segmentos de produção.

O concreto é definido como um material composto, constituído por cimento, água, agregado miúdo (areia), agregado graúdo (pedra ou brita) e ar. Pode também conter adições (cinza volante, pozolanas, sílica ativa, etc.) e aditivos químicos com a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas (Bastos, 2006). É o material de construção mais utilizado no mundo, estima-se que no ano de 2013 o consumo mundial foi de três bilhões de toneladas (Mehta e Monteiro, 2014).

Conforme citado por Rosa et al., (2011) o desenvolvimento e a implementação de processos sustentáveis capazes de converter biomassa em produtos com valor agregado é uma necessidade do ponto de vista econômico e ambiental. Na literatura não se tem relatos da utilização do caroço de azeitona na produção de concretos, sendo este trabalho pioneiro na área. A literatura relata o uso desta matéria prima para a produção de tijolos de argila que fazem uso de queima no processo de produção ou como aditivo na produção de argamassas (Eliche-Quesada et al., 2016, Arezki et al., 2016, Barreca e Fichera, 2013).

De acordo com informações obtidas por uma Indústria geradora do resíduo, no processo de descarocamento da azeitona, geram-se aproximadamente 123.500,00 kg/mês do resíduo. Com isso é de extrema importância que sejam desenvolvidos subprodutos para a utilização deste material evitando-se o descarte deste material no ambiente (Chimatti, 2012). A Figura 1 ilustra o resíduo gerado no processo de descarocamento.



Figura 1 - Resíduo do processo de descarocamento
Fonte: Chimatti (2012)

Diante da ausência de dados sobre a utilização do resíduo da azeitona para produção de concretos e da necessidade de alternativas ao reuso do resíduo industrial, objetivou-se com este trabalho a adição do caroço de azeitona triturado a uma mistura de areia-concreto-brita. Objetivou-se também minimizar o consumo da areia empregado

na fabricação, de modo a garantir que os ensaios de resistência à compressão mecânica atendam as respectivas normas regulamentadoras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O caroço residual da azeitona foi gentilmente cedido pela Indústria Antares Brasil (geradora do resíduo) localizada na cidade de Três Rios/RJ. O resíduo foi triturado em moinho de facas na Embrapa Solos/RJ com sua distribuição granulométrica se enquadrando na faixa de 2 mm e 1,18 mm, que representa uma areia fina. A Figura 2 ilustra o caroço da azeitona triturado.



Figura 2 - Resíduo do caroço de azeitona triturado

A brita utilizada (Figura 3) apresentou granulometria entre 19 mm e 9,5 mm, classificada como brita 1. O cimento utilizado foi o Cimento Portland de alto-forno (CP III 40 RS).



Figura 3 - Brita 1

Para preparação do traço com 5% do resíduo em substituição a areia, foi utilizada uma padiola de concreto, uma de areia com o resíduo, duas de brita e $\frac{1}{2}$ de água.

Posteriormente os materiais foram misturados em uma betoneira de 120 L, até se obter uma mistura homogênea. Em seguida realizou-se o ensaio de adensamento do concreto, conhecido como Slump Test, realizado para verificar sua consistência (NBR NM 67). A Figura 4 ilustra o molde cônico utilizado no ensaio.



Figura 4 - Slump Test

Preencheu-se 12 corpos de prova com dimensões de 20 cm X 10 cm cada, realizando o teste de adensamento manual com 12 golpes a cada 1/3 do corpo de prova para garantir a uniformidade das amostras e eliminação dos vazios. A Figura 5 ilustra os corpos de prova moldados conforme a norma ABNT NBR 5738 (2015).



Figura 5 - Corpos de prova

Analisou-se a resistência mecânica do concreto, através dos ensaios de compressão de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, a NBR 5738/2007 (ABNT, 2007). O tempo de cura dos corpos de prova foi de 28 dias, isento de vibrações e ruídos. Para avaliação da resistência mecânica à compressão, foram executados ensaios laboratoriais em triplicatas com 7, 14, 21 e 28 dias, utilizando prensa hidráulica com capacidade de 80 MPa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Slump teste

De acordo com o ensaio de abatimento o concreto foi aceito de acordo com o limite estabelecido por RIPPER (1995), obtendo-se controle razoável (agregados medidos em volume) e a vibração manual ou mecânica de 13 cm, sendo considerado um concreto muito fluido, utilizado para bombeamento a alturas maiores de 40 m.

3.2 Rompimento do corpo de prova

Após os períodos estabelecidos de cura, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão, utilizando uma prensa hidráulica com capacidade de 80 MPa até o rompimento. A resistência (expressa em MPa) foi obtida pela relação entre a força aplicada e a área da seção transversal do corpo de prova. A Figura 6 ilustra o ensaio.



Figura 6 - Concreto antes e após rompimento

3.2 Determinação da resistência do concreto

Após os ensaios, os resultados obtidos das resistências de cada corpo de prova são apresentados na Tabela 1. Os dados resultantes dos ensaios representam a média de três corpos de prova.

Tabela 1 - Resistência mecânica à compressão

Tempo de Cura (dias)	Resistência (MPa)
7	12,910 ± 2,30
14	15,560 ± 1,86
21	15,620 ± 0,63
28	17,260 ± 0,68

A Figura 7 ilustra o resultado do ensaio de compressão após o tempo de cura de 28 dias. Os resultados foram gerados pelo software de acordo com a norma para ensaio de compressão de corpos cilíndricos (NBR 5739/2007).

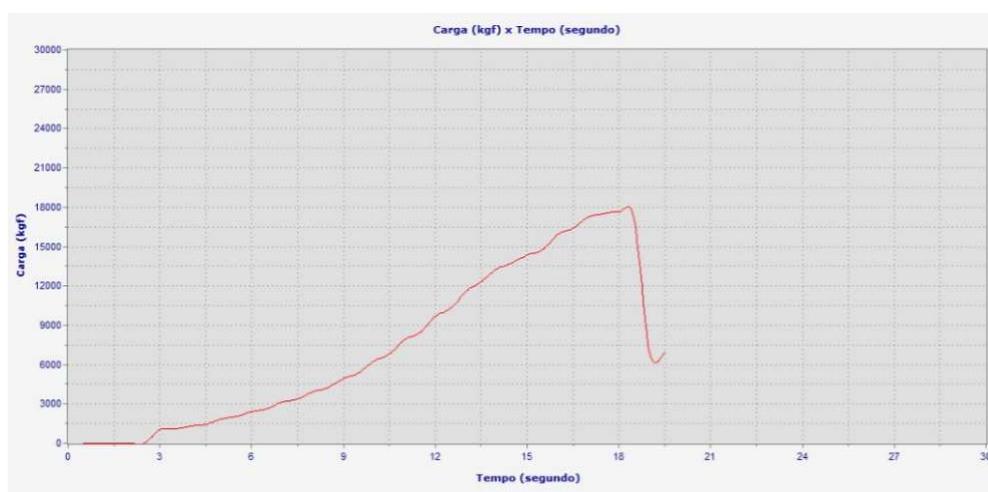


Figura 7 – Resultado de resistência após 28 dias (Software Pavitest concreto 1.3.0.24)

Com base nos resultados verificou-se que os corpos de prova com 0% do resíduo apresentou uma resistência mecânica de $12,2 \pm 1,95$ MPa e a resistência dos corpos de prova com 5% do resíduo de $17,26 \pm 0,68$ MPa, após os 28 dias de cura.

Os resultados obtidos foram satisfatórios por terem demonstrado uma resistência mecânica aplicada maior à resistência do concreto produzido sem a adição de resíduo. Este resultado se enquadraria para produção de artefatos (bloquetes) para intertravamento de passeio de pessoas, onde o critério estabelecido para resistência característica de concreto à compressão (f_{ck}) é de 15 MPa.

4. CONCLUSÃO

Os ensaios com a utilização do caroço de azeitona na produção de concretos mostraram que a sua utilização é tecnicamente viável. O estudo preliminar apresentou resultados satisfatórios de resistência a compressão de 17,26 MPa, quando foram adicionados 5% do resíduo de caroço. Além de evitar o descarte do resíduo ao meio ambiente, a incorporação do mesmo na produção de concreto minimiza a exploração de areia que é um recurso natural esgotável e os impactos ambientais na área de construção

civil.

Novas pesquisas deverão ser realizadas com diferentes composições para obtenção de um concreto de resistência mecânica tal que com acréscimo do resíduo, o mesmo se enquadre dentro do objetivo a qual poderá ser destinado.

REFERENCIAS

Ângulo, Sérgio Cirelli; Zordan, Sérgio Edurado; John, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. São Paulo: SP, 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 5738 Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, RJ, 2002.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 5739 Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR NM 67 Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco cone**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 5739 Concreto – Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência**. Rio de Janeiro, RJ, 2011.

Arezki, S.; Chelouah, N.; Tahakourt, A. The effect of the addition of ground olive stones on the physical and mechanical properties of clay bricks. **Materiales de Construcción**, v. 66, n. 322, p. 082, 2016.

Barreca, F.; Fichera, C. R. Use of olive stone as an additive in cement lime mortar to improve thermal insulation. **Energy and Buildings**, v. 62, p. 507-513, 2013.

Chimatti, W. Fabricação de subprodutos gerados a partir do resíduo do processo de descaroçamento e seleção de azeitonas brutas. **Trabalho de Conclusão do Curso de Química Industrial. Universidade Severino Sombra, Vassouras-RJ**, 2012.

Eliche-Quesada, D.; Felipe-Sesé, M. A.; INFANTES-MOLINA, A. Olive stone ash as secondary raw material for fired clay bricks. **Advances in Materials Science and Engineering**, v. 2016, 2016.

Neville, Adam M. **Tecnologia do concreto**. Bookman Editora, 2013.

Rosa, M. F. Et al. **Valorização de resíduos da agroindústria**. II Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários e agroindustriais–II SIGERA, v. 15, 2011.

ABSTRACT: The study of the reuse of waste by the construction industry has been consolidating as an important practice for sustainability. The objective of this work was the preliminary study of the addition of crushed olive stone to a sand-concrete-gravel mixture, in order to minimize the consumption of the sand used in the manufacture and the minimization of waste disposal generated by a processing industry olives. The dosage of the material for the production of the concrete followed the ratio 2: 1: 1: 0.5 (gravel: sand: cement: water). The traces were formulated with the substitution of 5% of the sand for the residue. The densification operation was done mechanically in order to guarantee uniformity of the samples and elimination of voids. The test specimens were formulated with 0% of the residue for comparison purposes. The curing time of the specimens was 28 days, free from vibrations and noise. To evaluate the mechanical resistance to compression, laboratory tests were performed with 7,14, 21 and 28 days, using a hydraulic press with a capacity of 80 MPa. The preliminary study of the incorporation of the residue in the concrete production was satisfactory.

PALAVRAS-CHAVE: Oliva, Olea europaea, concrete, biomass.

CAPÍTULO X

GERADOR PORTÁTIL DE ENERGIA RENOVÁVEL

**Priscila Vitorino Avelar
Rejane Nunes Costa
Alessandro Correa Mendes
Wagner Santos Clementino de Jesus**

GERADOR PORTÁTIL DE ENERGIA RENOVÁVEL

Priscila Vitorino Avelar

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA (FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO)

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SÃO PAULO

Rejane Nunes Costa

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA (FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO)

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SÃO PAULO

Alessandro Correa Mendes

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA (FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO)

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SÃO PAULO

Wagner Santos Clementino de Jesus

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA (FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO)

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SÃO PAULO

RESUMO: Com a crescente demanda na importância de planejar ações e de discutir melhores práticas para as questões do meio ambiente, percebe-se cada vez mais a necessidade de encontrar soluções alternativas para a geração de energia. Tendo em vista esta necessidade, foi desenvolvido o GePER (Gerador Portátil de Energia Renovável) que se enquadra nas necessidades atuais, convertendo energia térmica em energia elétrica de forma simples e com impacto ambiental quase nulo. Esta conversão gera uma baixa tensão capaz de carregar aparelhos eletrônicos. O GePER faz a conversão de energias a partir do funcionamento de pastilhas de Peltier e de um circuito elevador de tensão, além de ter um aplicativo que mede a eficiência das variáveis geradas por ele, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson para a construção dos gráficos.

PALAVRAS-CHAVE: Energia, Renovável, Ambiente, Sustentabilidade, Portátil.

INTRODUÇÃO

Há alguns anos, a escassez de recursos naturais e preservação do meio ambiente, tem sido temas comentados em todo o mundo, sendo inclusive pauta de conferências mundiais que tem como objetivo fazer com que os países desenvolvidos assumam o compromisso de reduzir a emissão de gases que agravam o efeito estufa, para aliviar os impactos causados pelo aquecimento global. Além disso, são realizadas discussões para estabelecer metas e criar formas de desenvolvimento que não sejam prejudiciais ao Planeta (Cardoso, 2006). Tendo em vista a importância destes assuntos, desenvolveu-se o GePER - Gerador Portátil de Energia Renovável que exerce um papel importante para o

desenvolvimento sustentável.

O GePER funciona como uma base que a partir de um efeito termoelétrico é capaz de transformar energia térmica em energia elétrica, possibilitando o carregamento de aparelhos eletrônicos utilizando uma entrada USB, gerando uma energia limpa e renovável.

O objetivo do GePER é ser prático e funcional, pois fisicamente é de pequeno porte, podendo ser transportado com facilidade, além de ser uma alternativa sustentável para a geração de energia elétrica.

O conceito utilizado para a elaboração do GePER é conhecido como efeito Peltier, o efeito ocorre quando um par termoelétrico é formado por dois metais diferentes ligados a um gerador formando um circuito fechado (Eletricidade e Magnetismo Básico, 2007), ao ser alimentado com uma corrente em um determinado sentido ocorre o aumento da temperatura e ao realizar a inversão da corrente há uma diminuição da temperatura.

O aplicativo desenvolvido para se comunicar com o GePER, utiliza o coeficiente de correlação de Pearson, que é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas que estão representadas na Figura 1, para a construção dos gráficos que usam tensão e temperatura como variáveis quantitativas (Figueiredo Filho & Silva Júnior, 2009).

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left(\frac{x_i - \bar{X}}{s_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{Y}}{s_y} \right)$$

Figura 1 - Equação do Coeficiente de Pearson.

O aplicativo também permite que o usuário avalie informações como o tempo que levará para o celular ser carregado com o GePER e a porcentagem de carga que ele será capaz de ceder ao celular.

Com as atuais necessidades de se encontrar alternativas de preservação de recursos naturais, o GePER possibilita a utilização de energia elétrica sem contribuir para a escassez de recursos naturais.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do GePER se deu a partir de cinco pilares, são eles: testes de eficiência dos materiais, montagem da base preliminar, circuito elevador de tensão, montagem final da base e desenvolvimento do aplicativo. Estes pilares estão representados no diagrama mostrado na Figura 2.



Figura 2 - Diagrama de blocos.

No teste de eficiência dos materiais, as pastilhas de Peltier (Figura 3) foram submetidas a uma tensão qualquer para determinar o lado quente e o lado frio de cada pastilha (Dispositivo de efeito Peltier, 2008).

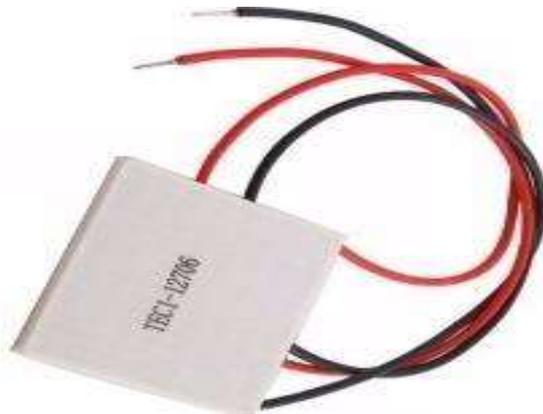


Figura 3 - Pastilhas de Peltier.

Uma única pastilha foi exposta à uma temperatura de 30°C, e verificou-se a geração de uma tensão de aproximadamente 1,75V, a partir destes resultados chegou-se à conclusão de que eram necessárias pelo menos mais três pastilhas para alcançar 5V, sabendo que 5V é a tensão mínima necessária para carregar um dispositivo eletrônico, como por exemplo, um celular.

Após a realização dos testes com as quatro pastilhas verificou-se a necessidade de um mecanismo para dissipar o calor, já que mesmo com as quatro placas a tensão de 5V não foi alcançada, mesmo aplicando uma temperatura muito superior a 75°C. O mecanismo utilizado para dissipar o calor foi uma placa de alumínio.

Com a Tabela 1 é possível visualizar estes dados de forma sucinta.

Teste	Tensão de Saída	Temperatura Aplicada
Geração de tensão com uma pastilha	1,75V	30°C
Geração de tensão com quatro pastilhas	<5V	>75°C

Tabela 1 – Parâmetros que tornaram necessário um dissipador de calor.

Para a montagem da base preliminar (Figura 4) utilizou-se uma placa de alumínio de 8x8 cm onde as pastilhas de Peltier foram acomodadas.

Para fixar as pastilhas na placa de alumínio, foi necessário realizar um estudo para encontrar uma cola que fosse condutora de calor e que conseguisse fixar as pastilhas, que são feitas de porcelana e após alguns testes concluiu-se que seria necessário utilizar uma cola com alto poder de adesão para colagens em superfícies lisas, por isso foi utilizada a cola epóxi que atende os requisitos necessários.

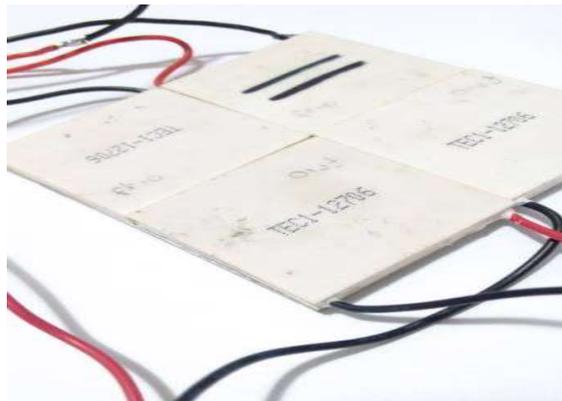


Figura 4 – Base preliminar.

Com a base preliminar montada e funcionando, verificou-se que a temperatura para gerar a tensão mínima de 5V ainda estava elevada, 75°C, sendo assim, desenvolveu-se o circuito elevador de tensão mostrado na Figura 5, para ser capaz de elevar a tensão, fazendo com que a mesma tensão, 5V, fosse gerada a partir de uma temperatura menor, 55°C (The Renewable Energy Website, 2015). Para o desenvolvimento deste circuito foi utilizando o CI MAX756 (Maxim integrated, 2015).

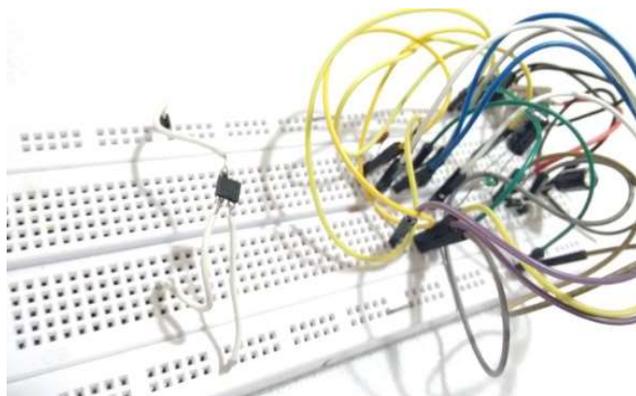


Figura 5 – Circuito Elevador de Tensão.

Após todos os testes serem realizados, montou-se uma base final, onde todos os fios e componentes eletrônicos foram envoltos por uma proteção, proporcionando uma melhor aparência para a base e os componentes eletrônicos fixados.

O desenvolvimento do aplicativo foi feito na linguagem JAVA, utilizando o NetBeans como IDE, seu funcionamento se dá a partir do momento em que o celular começa a carregar. O aplicativo recebe as informações de tensão, temperatura e corrente, por meio de uma comunicação serial, permitida por um módulo bluetooth conectado ao microcontrolador MSP4302553, realiza a leitura dessas informações e permite que os gráficos sejam construídos, além de exibir informações como o tempo que levará para o celular ser carregado com o GePER e a porcentagem de carga que ele será capaz de ceder ao celular.

O MSP4302553 é alimentado pela própria tensão gerada pelo GePER. Após a realização dos testes com as quatro pastilhas verificou-se a necessidade de um mecanismo para dissipar o calor, já que mesmo com as quatro placas a tensão de 5V não foi alcançada, mesmo aplicando uma temperatura muito superior a 75°C. O mecanismo utilizado para dissipar o calor foi uma placa de alumínio.

Com a Tabela 1 é possível visualizar estes dados de forma sucinta.

Teste	Tensão de Saída	Temperatura Aplicada
Geração de tensão com uma pastilha	1,75V	30°C
Geração de tensão com quatro pastilhas	<5V	>75°C

Tabela 1 – Parâmetros que tornaram necessário um dissipador de calor.

Para a montagem da base preliminar (Figura 4) utilizou-se uma placa de alumínio de 8x8 cm onde as pastilhas de Peltier foram acomodadas.

Para fixar as pastilhas na placa de alumínio, foi necessário realizar um estudo para encontrar uma cola que fosse condutora de calor e que conseguisse fixar as pastilhas, que são feitas de porcelana e após alguns testes concluiu-se que seria necessário utilizar uma cola com alto poder de adesão para colagens em superfícies lisas, por isso foi utilizada a cola epóxi que atende os requisitos necessários.

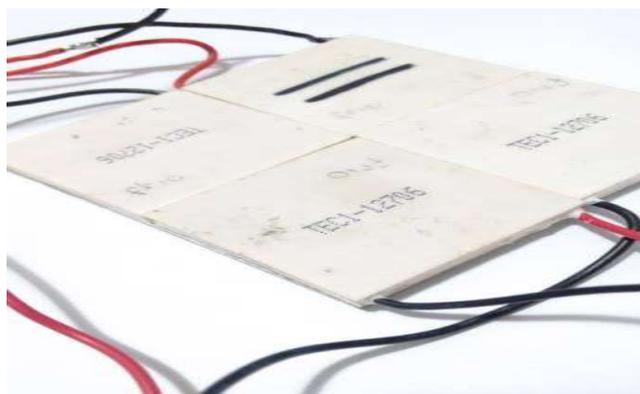


Figura 4 - Base preliminar.

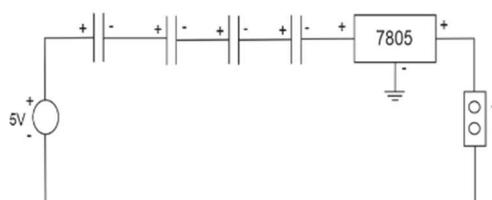


Figura 6 - Diagrama elétrico.

A base preliminar foi submetida à uma tensão de 5V, que é a tensão mínima necessária para carregar um dispositivo, e foi medido 50°C como temperatura de saída, possibilitando a conclusão de que a temperatura mínima para gerar 5V é de 50°C, como mostra a Tabela 2.

Teste	Tensão Aplicada	Temperatura de Saída
Temperatura necessária para gerar 5V	5V	50°C

Tabela 2 - Teste para determinar a temperatura de saída necessária para a geração de 5V.

Após estas etapas, aplicou-se uma temperatura de aproximadamente 75°C nas pastilhas e ao atingir 5V, o celular, que é o dispositivo eletrônico usado neste projeto como objeto de teste, foi carregado, entretanto percebeu-se que a temperatura obtida para gerar 5V era muito alta, desta forma identificou-se a necessidade de desenvolver um circuito para elevar a tensão de saída, permitindo assim gerar os mesmos 5V, porém com uma temperatura menor, de aproximadamente 60°C que foi, em média, a temperatura medida por meio de testes com líquidos quentes como chá e café. É possível entender os testes e medições de forma mais clara com a Tabela 3.

Teste	Tensão	Temperatura
Aplicação de temperatura até atingir 5V	5V	75°C
Temperatura média de líquidos quentes (chá e café)	-	60°C

Tabela 3 - Parâmetros que tornaram necessário o desenvolvimento de um circuito elevador de tensão.

RESULTADOS

Foi desenvolvido um circuito de acordo com o diagrama elétrico mostrado na Figura 6, no qual foi implementado um regulador de tensão (CI 7805) para que a tensão de saída fosse mantida estável, e um conector USB fêmea usado para conectar o aparelho celular.

O circuito tem como principal elemento o CI MAX756 que ao receber uma tensão baixa na entrada converte a mesma em uma tensão maior, variando entre 3.3V e 5V. Este circuito é conhecido como Step Up ou circuito de conversão Boost.

O circuito da Figura 7 é composto por: 1. Capacitor cerâmico de 100 μ F, utilizado para filtrar a tensão de entrada; 2. CI MAX756, utilizado para gerar um pulso; 3. Indutor de 22 μ H e Diodo 1N5817, recebe o pulso do CI MAX756 e intensifica a tensão realizando a conversão da tensão; 4. Capacitor cerâmico de 100 μ F e eletrolítico de 1 μ F, utilizados para manter a tensão convertida na saída.

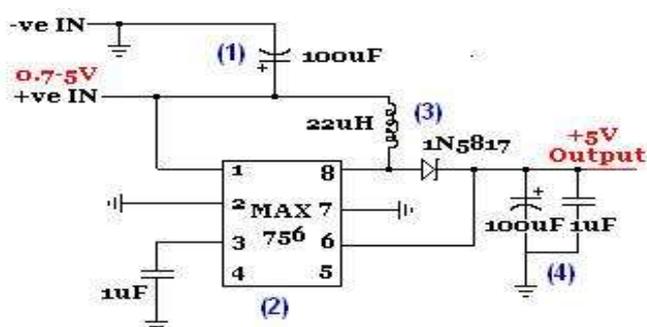


Figura 7 - Circuito Elevador de Tensão

Fonte: <http://www.reuk.co.uk/DC-Voltage-Multiplier-Circuit-Plans.htm> - acessado em 16 de agosto de 2015.

O aplicativo é separado em duas partes: desempenho do GePER e eficiência da carga. Sobre o desempenho do GePER, o aplicativo apresenta gráficos de correlação entre as variáveis recebidas via comunicação serial, como mostrado na Figura 8.



Figura 8 - Gráfico de correlação.

Já a eficiência da carga apresenta informações como o tempo que levará para o celular ser carregado com o GePER e a porcentagem de carga que ele será capaz de ceder ao celular, como mostrado na Figura 9.

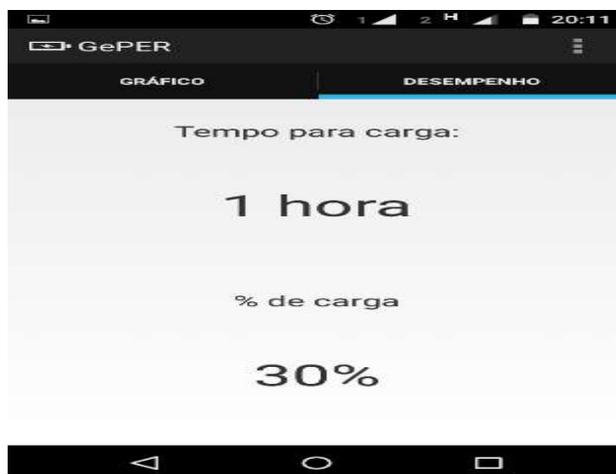


Figura 9 - Eficiência da carga.

DISCUSSÃO

Inicialmente, identificou-se qual o lado quente e frio cada pastilha. Ao aplicar à temperatura no lado onde encontra-se a temperatura mais elevada da pastilha a tensão de saída foi baixa, sendo assim aplicou-se a temperatura no lado frio e observou-se que houve uma elevação na tensão de saída.

As pastilhas foram fixadas com o lado quente em contato com a placa de alumínio, para que a placa dissipasse o calor gerado pela própria pastilha.

Para identificar qual seria a temperatura ideal para se alcançar uma tensão mínima de 5V, aplicou-se uma temperatura de 30°C em uma única pastilha e a tensão obtida foi de 1,75V sendo inferior a tensão mínima necessária de 5V. A partir deste resultado, submeteu-se as pastilhas a uma tensão de 5V e verificou-se que a temperatura de saída era de 50°C, desta forma observou-se que seria necessário pelo menos uma temperatura de 50°C para atingir a tensão mínima de 5V.

Conectou-se um regulador de tensão a saída das pastilhas, já com a base preliminar montada, para que tensão fornecida fosse constante.

Ao submeter as pastilhas a uma temperatura de 75°C foram gerados 5V de tensão, como esta temperatura estava elevada levando em consideração a temperatura média de 60°C, medida em líquidos como chá e café, fez-se necessário desenvolver um circuito para elevar a tensão de saída com uma temperatura de 50°C, que foi a temperatura gerada quando a base preliminar foi submetida à uma tensão de 5V.

Com o circuito elevador de tensão, os 5V de tensão foram atingidos aplicando uma temperatura de 55°C.

Teste	Tensão	Temperatura
Tensão gerada com uma pastilha	1,75V	30°C
Aplicação de temperatura até atingir 5V	5V	75°C
Temperatura com o circuito elevador de tensão	5V	55°C

Tabela 4 – Valores de tensão e temperatura medidos durante testes.

Com todos estes dados gerados pelo GePER apresentados na Tabela 4, identificou-se a possibilidade do desenvolvimento de um aplicativo para ler estas informações e exibir ao usuário do GePER informações relevantes para análise de tempo e eficiência da carga que o GePER possibilita.

CONCLUSÃO

O GePER possibilitaria a produção de energia renovável ao passo que transforma a energia térmica em energia elétrica, utilizando um recurso naturalmente reabastecido, de forma que não provoque impactos no meio ambiente.

Constitui desta forma, um dispositivo adequado para a utilização no novo contexto mundial, visto que a escassez de recursos energéticos leva a busca por energias alternativas.

REFERÊNCIAS

Dispositivo de Efeito Peltier. Disponível em:

<http://www.msps.eng.br/electrn/peltier_110.shtml>. Acesso em: 10 mar.2015.

Eletricidade e Magnetismo Básico. – Efeito Peltier. Disponível em:

<http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/termo/efeito_peltier>. Acesso em: 10 mar.2015.

The Renewable Energy Website – Disponível em: <<http://www.reuk.co.uk/DC-Voltage-Multiplier-Circuit-Plans.htm>>. Acesso em: 06 jul.2015.

Maxim integrated Disponível em:

<<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX756-MAX757.pdf>>. Acesso em: 16 ago.2015.

Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson – Disponível em:

<<http://www.revista.ufpe.br/politica/hoje/index.php/politica/article/viewFile/6/6>>.

Acesso em: 16 ago.2015.

CARDOSO, FÁTIMA. Efeito Estufa – **Por que a Terra morre de calor**. Terceiro Nome. V.4, 2006.

ABSTRACT: With the growing demand for the importance of planning actions and discussing best practices for environmental issues, there is an increasing need to find alternative solutions for energy generation. In light of this need, GePER (Portable Renewable Energy Generator) was developed to meet current needs, converting thermal energy into electrical energy in a simple way and with almost no environmental impact. This conversion generates a low voltage capable of charging electronic devices. GePER converts energies from peltier pellets and a voltage boost circuit, and has an application that measures the efficiency of the variables generated by it, using the Pearson correlation coefficient for the construction of the graphs.

KEYWORDS: Energy, Renewable, Environment, Sustainability, Portable.

CAPÍTULO XI

INDÚSTRIA 4.0. CONCEITOS, ASPECTOS E IMPACTOS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

**Adriano José Sorbille de Souza
Aracelli Martins de Freitas Fioravante
Igor Alexandre Fioravante
Jorge Luiz Rosa
Rosinei Batista Ribeiro
Rosenil Honorato Melo**

INDÚSTRIA 4.0. CONCEITOS, ASPECTOS E IMPACTOS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Adriano José Sorbile de Souza

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

UNIFATEA-Universidade Tereza D´Ávila-Lorena-SP

Aracelli Martins de Freitas Fioravante

ETEC Prof. José Sant´Ana de Castro-Cruzeiro-SP

Igor Alexandre Fioravante

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

Jorge Luiz Rosa

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

UNIFATEA-Universidade Tereza D´Ávila-Lorena-SP

Rosinei Batista Ribeiro

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

UNIFATEA-Universidade Tereza D´Ávila-Lorena-SP

UNIFEI-Itajubá-MG

Rosenil Honorato Melo

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

RESUMO: O desenvolvimento e o crescimento tecnológico ao longo das revoluções podem resultar em avanços inesperados. A descoberta de novos conceitos e tecnologias permitem evoluções significativas em um curto espaço de tempo. O presente trabalho pretende demonstrar e discutir a importância da indústria 4.0 no contexto atual, bem como seus conceitos, aspectos e requisitos na integração e controle da atividade industrial. O método utilizado foi um levantamento bibliográfico por meio de pesquisas em sites, livros e artigos relacionados ao tema, nos quais autores descreveram como o conceito de fábricas inteligentes conecta sensores e equipamentos em rede, possibilitando a fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas cybers-físicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial. O objetivo principal do trabalho é descrever o que é a Indústria 4.0, apresentando as tecnologias existentes e os principais desafios que se aplicam à sua concretização, evidenciando seus impactos econômicos e sociais.

PALAVRAS-CHAVE: Revolução Industrial; Automação; Avanço Tecnológico; Indústria 4.0.

1. INTRODUÇÃO

Desde os princípios da humanidade o homem busca desenvolver métodos e tecnologias para melhorar seu modo de sobreviver e facilitar o seu trabalho.

De acordo com Venturelli (2016), a história da evolução industrial passa por períodos de Revolução, onde advém da mecanização da produção com uso da água e do vapor para produção em massa, linhas de montagem e uso da eletricidade, seguindo para a Revolução digital, era dos eletrônicos, tecnologia da informação e automação industrial

até a 4ª Revolução Industrial, também denominada de Indústria 4.0, onde conta com a integração das tecnologias, sistemas físicos informatizados e integrados.

Pode-se dizer que, nesse novo contexto, tudo que está presente em uma indústria e em seu modelo operacional é conectado digitalmente. Onde as pessoas participam apenas realizando a supervisão do trabalho feito pelas máquinas. Proporcionando, assim, uma cadeia de valor altamente integrada. Nota-se que, como as revoluções anteriores se destacaram pelas inovações tecnológicas, a grande inovação da quarta revolução é a interconectividade (SILVA, 2016).

A Internet Industrial une máquinas inteligentes, na busca por uma indústria perfeita e bem consolidada, com o objetivo de manter seu alto nível frente aos seus concorrentes, buscando praticidade, além de métodos e técnicas que aumentem seu lucro, reduzindo seus gastos, contribuindo para o aumento da sua produtividade e conseqüentemente as tornando mais competitivas.

Este trabalho visa abordar uma nova tendência que vem sendo popularizada em todo o mundo: a Indústria 4.0. A nova revolução industrial é impulsionada pelo uso da internet das coisas, big data, entre outros requisitos, essas tecnologias não são utilizadas para criar novos itens, mas sim para exercer funções que antes eram executadas por humanos de forma manual, promovendo uma interconexão entre células de produção, os sistemas passam a trocar informações entre si, de forma autônoma, tomando decisões de produção, custo, contingência, segurança, através de um modelo de inteligência artificial.

2. CONCEITOS E PRINCÍPIOS DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Ao longo dos séculos o modo de produzir foi evoluindo a cada criação e utilização adequada da matéria prima que foram incorporadas no sistema de produção. Com essa série de novas tecnologias que mudaram de forma veloz a vida do homem e o processo produtivo, pode-se chamá-la de Revolução Industrial. Na Figura 1 a seguir demonstra-se de maneira sucinta as evoluções da 1ª à 4ª, também apontada como Indústria 4.0.

Figura 1: Evolução das revoluções industriais



Fonte: Grilletti, 2017

A quarta revolução industrial é a evolução das outras três anteriores, isso é proporcionado pelo fato dos grandes avanços tecnológicos que ocorreram em um espaço de tempo muito curto e isso faz que o desenvolvimento se estenda e gere cada vez mais novidades e mudanças na tecnologia.

Buscando recuperar a participação no valor agregado da indústria global, em 2011 na Feira de Hannover (Alemanha), um novo conceito surgiu, como parte da estratégia do governo alemão para o desenvolvimento de alta tecnologia para a manufatura do país. Nasceu assim o termo Indústria 4.0 (FIRJAN, 2016).

Segundo a chanceler da Alemanha, Angela Merkel da European Parliament (2015), o conceito da Indústria 4.0 pode ser definido como “a transformação completa de toda a esfera da produção industrial através da fusão da tecnologia digital e da internet com a indústria convencional”.

Apesar da origem alemã, o conceito se expandiu para outros países do mundo sob diversas iniciativas de governos como uma tendência tecnológica mundial.

O termo Indústria 4.0 vem sendo disseminado mundialmente. Também conhecida como a 4ª Revolução Industrial, já que, assim como as três primeiras revoluções na manufatura mundial, é marcada pelo conjunto de mudanças nos processos de manufatura, design, produto, operações e sistemas relacionados à produção, aumentando o valor na cadeia organizacional e em todo o ciclo de vida do produto. O 4.0 deriva da quarta versão, onde os mundos virtuais e físicos se fundem através da internet.

Em outras palavras, “tudo dentro e ao redor de uma planta operacional (fornecedores, distribuidores, unidades fabris, e até o produto) são conectados digitalmente, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada” (EUROPEAN PARLIAMENT, 2015).

3. COMPONENTES-CHAVES DA INDÚSTRIA 4.0

Segundo Hermann, Pentek e Otto (2015), existem quatro componentes-chave (esboçados no Quadro 1) para a formação da Indústria 4.0:

Quadro 1: Componentes-chaves da Indústria 4.0

<p>I) Cyber Physical Systems - CPS São sistemas que permitem a conexão de operações reais com infraestruturas e computação e comunicação automatizada.¹⁷ Em outras palavras, são sistemas que permitem a fusão dos mundos físico e virtual, através de computadores embarcados e redes que controlam os processos físicos gerando respostas instantâneas. Compõem os CPS: uma unidade de controle, que comanda os sensores e atuadores (responsáveis pela interação com o mundo físico) tecnologias de identificação (ex. identificação por radiofrequência – RFID¹⁸), mecanismos de armazenamento e análise de dados.</p>
<p>II) Internet das Coisas (Internet of Things – IoT) É a rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada para comunicar, sentir ou interagir com ambientes internos e externos. Permite que as "coisas¹⁹ interajam umas com outras e que tomada de decisões sejam feitas. A internet das coisas é a base da Indústria 4.0.</p>
<p>III) Internet of Services (IoS) Quando a rede da IoT funciona perfeitamente, os dados processados e analisados em conjunto fornecerão um novo patamar de agregação de valor. Novos serviços serão introduzidos ou existentes serão melhorados; a oferta por diferentes fornecedores e diversos canais produzirão uma nova dinâmica de distribuição e valor. Quando integrados, serão mais fáceis e simples de serem entendidos, já que a experiência como um todo se torna mais tangível. Quando isolados, serão mais complexos e mais difíceis de serem tangibilizados. Presume-se que, com o desenvolvimento da Indústria 4.0 este conceito será expandido de uma única fábrica para toda a sua rede de produção e consumo.</p>
<p>IV) Fábricas Inteligentes (Smart Factories) Nas fábricas inteligentes, os CPS serão empregados nos sistemas produtivos gerando significativos ganhos de eficiência, tempo, recursos e custos, se comparado às fábricas tradicionais.²⁰ Os produtos, máquinas e linhas de montagem comunicarão entre si, trabalharão em conjunto e se monitorarão, independente do local, com informações trocadas de forma instantânea. É necessário um alto nível de automação.²¹</p>

Fonte: HERMAN, PENTEK E OTTO, 2015

Como exemplo: fábricas inteligentes, sem barulho e nem faíscas, braços mecânicos levantam peças de forma sincronizada e encaixam cada uma no seu exato lugar (Figura 2). Boa parte dos funcionários acompanha tudo à distância, por telas de computadores. A harmoniosa interação dos seres humanos com robôs, a chamada indústria 4.0, começa a dar forma a uma nova era no mundo

Conforme é informado por Colossi e Hangai (2015), na cidade alemã de Wolfsburg (a 180 quilômetros a oeste de Berlim), que abriga a maior fábrica de automóveis da Europa, é possível constatar como será o futuro das linhas de produção inteligentes. A sede mundial da Volkswagen tem mais de 50 mil funcionários em um complexo gigantesco, onde são produzidos dois carros por minuto.

Figura 2: Exemplo de fábrica inteligente



Fonte: Colussi e Hangai, 2015

4. IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0

Nesse novo modelo de indústria falar de impactos é o mesmo que falar em mudança, melhorias, deve ser considerado como alto a descentralização que esse modelo irá causar. Segundo Silveira ([2016?]). Os trabalhos manuais e repetitivos estão sendo escassos, porém com o desenvolvimento nas pesquisas e muitas demandas, surgiram oportunidades para funcionários tecnicamente capacitados, para trabalhar com as variedades que compõem uma Fábrica Inteligente (Figura 3).

Figura 3: Adaptação da mão de obra humana aos avanços da Indústria 4.0



Fonte: Silva, 2017

Outro ponto que será abalado pela quarta revolução industrial será a pesquisa e desenvolvimento nos campos de segurança em T.I. Confiabilidade da produção e interação

máquina-máquina (SILVEIRA, [2016]).

As máquinas vão conseguir corrigir seus defeitos através de informações obtidas por si mesmas, isso irá ajudar na maior produtividade e se tornarão mais eficazes e eficientes, recursos como algo central para a produtividade terão uma maior eficiência. Flexibilidade que tende a acontecer com as linhas de produção também é algo muito notável.

Os impactos irão muito além de ganhos na produção e diminuição dos desperdícios, a produtividade no “chão de fábrica” será algo impressionante nunca visto antes. Sabendo-se que no mercado a rapidez é algo essencial, a indústria 4.0 vem desenvolvendo soluções e aprimoramentos para que novos produtos estejam disponíveis no mercado com um menor prazo.

Um dos maiores impactos causados pela indústria 4.0 será uma mudança que afetará o mercado como um todo. Consiste na criação de novos modelos de negócios.

Em um mercado cada vez mais exigente, muitas empresas já procuram integrar ao produto necessidades e preferências específicas de cada cliente (SILVEIRA, [2016?]).

O mundo está sempre em constante mudança, novas ideias, e técnicas, porém com a capacidade de integrar-se em cadeias globais de valor que difundem uma melhor comunicação, podendo ser da relação com os clientes, fornecedores, ciclo de produção e a distribuição do produto final.

5. METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo bibliográfico, uma vez que tem como objetivo predominante à compreensão da Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), explorando e aprofundando o conhecimento sobre o tema a partir de publicações acadêmicas e de aplicações práticas do modelo. Todavia, também tem características descritivas, o artigo foi construído em pesquisas baseadas no levantamento e coleta de dados, revisões bibliográficas e autores da área.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O caminho para a Indústria 4.0 consiste em um processo evolutivo que apresenta diversos desafios, onde a questão do desenvolvimento tecnológico é o aspecto que requer uma maior atenção e discussão para o alcance desta realidade industrial vislumbrada.

Esse novo conceito de fábrica tem um enorme potencial. Atualmente ela lidera a tendência de desenvolvimento das indústrias em direção ao futuro e tem o compromisso de enfrentar os desafios que o mundo vive atualmente, como a escassez e eficiência dos recursos de energia. Os desperdícios evidenciados nas indústrias atualmente, como por exemplo, as paradas nos finais de semana e feriados, poderão ser evitadas neste conceito de fábricas inteligentes uma vez que as máquinas podem trabalhar por si só, controladas remotamente.

A Indústria 4.0, ainda é mais um conceito do que uma realidade, mas está sendo motivada por três grandes mudanças no mundo industrial produtivo:

- Avanço exponencial da capacidade dos computadores;
- Imensa quantidade de informação digitalizada;
- Novas estratégias de inovação (pessoas, pesquisa e tecnologia).

Ainda pode-se listar alguns benefícios previstos devido a evolução dos sistemas produtivos industriais que envolvem a Indústria 4.0:

Redução de custos, economia de energia, aumento da segurança, conservação ambiental, redução de erros, fim do desperdício, transparência nos negócios, aumento da qualidade de vida e personalização e escala sem precedentes

7. CONCLUSÃO

Esse fenômeno trará consigo grandes benefícios para a realidade industrial. Dentre os já citados, ainda estão o aumento nas demandas de pesquisa e desenvolvimento e oportunidades de formação multidisciplinar. Além da possibilidade de aperfeiçoamento dos processos produtivos. Tudo por meio do uso de tecnologias avançadas e com um grau maior de complexidade e sofisticação.

Conclui-se que a Indústria 4.0 é um novo conceito que seguramente será uma realidade, mudará a forma como se é tratado hoje com a produção de bens de consumo e materiais, tendo uma melhor distribuição de riquezas e um planeta mais sustentável.

REFERÊNCIAS

HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. **Design Principles for Industrie 4.0** Scenarios: A Literature Review. 2015. Disponível em: <http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2017.

COLUSSI, Joana; HANGAI, Luís. **Homens e máquinas, lado a lado, em fábricas inteligentes:** Interação de seres humanos com robôs nas linhas de montagem começa a dar forma à nova era produtiva no mundo. ZH Notícias, [S.l.], 02 mai. 2016.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0** Digitalisation for productivity and growth. Setembro de 2015. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2017.

FIRJAN. Panorama de Inovação. **Indústria 4.0: Internet das coisas**. Disponível em <<http://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0.html>> Indústria 4.0: Internet das coisas>. Acesso em 15 de set. 2017.

GRILLETI, L. **Internet das coisas, manufatura aditiva, produção autônoma: tudo isso deixou de ser tendência do futuro para se tornar diferencial dos negócios.** Conheça as oportunidades da Indústria 4.0. Endeavor Brasil. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>>. Acesso em 20 de set. 2017.

SILVA, D. **Indústria 4.0: A revolução dos dados na sua indústria.** Logique Inteligência em Sistemas. Disponível em: <<http://www.logiquesistemas.com.br/blog/industria-4-0/>>. Acesso em 18 de set. 2017.

SILVEIRA, C. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo.** Citi systems. Sorocaba, [2016?]. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0>>. Acesso em: 08 out. 2017.

VENTURELLI, M. **Indústria 4.0: uma Visão da Automação Industrial.** Automação industrial, [S.l., 2016?]. Disponível em: <<http://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-daautomacaoindustrial/>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

ABSTRACT: Development and technological growth throughout the revolutions can result in unexpected advances. The discovery of new concepts and technologies allow significant developments in a short time. The present work aims to demonstrate and discuss the importance of industry 4.0 in the current context, as well as its concepts, aspects and requirements in integrating and controlling industrial activity. The method used was a bibliographical survey through research on websites, books and articles related to the theme, in which authors described how the concept of intelligent factories connects sensors and networked equipment, enabling the fusion of the real world with the Virtual, creating so-called cyber-physical systems and enabling the job of artificial intelligence. The main objective of the work is to describe what the 4.0 industry is, presenting the existing technologies and the main challenges that apply to its achievement, highlighting its economic and social impacts.

KEYWORDS: Industrial Revolution; Automation; Technological Advancement; Industry 4.0.

CAPÍTULO XII

INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE FIBRAS NA DUREZA E RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE COMPÓSITOS HIPS/BAGAÇO DE CANA PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE PET SHOP

**Glauce Cassaro Pereira
Gilmara Brandão Pereira
Cirlene Fourquet Bandeira
Sérgio Roberto Montoro**

INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE FIBRAS NA DUREZA E RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE COMPÓSITOS HIPS/BAGAÇO DE CANA PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE PET SHOP

Glauce Cassaro Pereira

Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda(UniFOA), Discente do Mestrado Profissional em Materiais (MEMAT)

Volta Redonda – Rio de Janeiro

Gilmara Brandão Pereira

Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda(UniFOA), Discente do Mestrado Profissional em Materiais (MEMAT)

Volta Redonda – Rio de Janeiro

Cirlene Fourquet Bandeira

Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda(UniFOA), Docente do Mestrado Profissional em Materiais (MEMAT)

Volta Redonda – Rio de Janeiro

Sérgio Roberto Montoro

Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda(UniFOA), Docente do Mestrado Profissional em Materiais (MEMAT)

Volta Redonda – Rio de Janeiro

(Este artigo se encontra nos Anais do XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – UNIVAP - 2016)

RESUMO: Nos últimos anos houve um grande avanço tecnológico no desenvolvimento de materiais compósitos reforçados com fibras naturais. Esse aumento do interesse das indústrias e grupos de pesquisa em desenvolver e utilizar materiais feitos a partir de matérias primas renováveis se deu principalmente pelo grande apelo mundial para a utilização de produtos naturais e pela preservação do meio ambiente. O presente trabalho visou a caracterização de compósitos reforçados com bagaço de cana em matriz de poliestireno de alto impacto (HIPS), tendo como objetivo uma possível substituição dos materiais utilizados atualmente na indústria de produtos para pet shop. Foram caracterizadas três famílias de compósitos, nas proporções de 10, 20 e 30% (m/m). Os resultados da dureza Shore A indicaram que a adição da fibra de bagaço ao HIPS não acarretou alterações nos valores da dureza nos compósitos quando comparados ao HIPS puro. E os resultados de resistência ao impacto foi possível constatar que a adição da fibra de bagaço ao HIPS acarretou uma diminuição na resistência ao impacto, quando comparados ao HIPS puro.

PALAVRAS-CHAVE: Compósitos, HIPS, Bagaço de cana, Resistência ao impacto, Dureza Shore A.

1. INTRODUÇÃO

O interesse por produtos com menor impacto ambiental vem crescendo nos últimos

anos e com isso favorecendo o desenvolvimento de novas tecnologias. Sendo assim, os materiais plásticos sintéticos têm sido alvo de estudos, pela dificuldade na sua reciclagem, por não serem biodegradáveis, e por gerarem grande acúmulo deste tipo de material em lixões, depósitos, e na própria natureza (MARINELLI et al, 2008).

No intuito de garantir a preservação ambiental, no que diz respeito a compósitos poliméricos, várias pesquisas e trabalhos já foram e estão sendo realizados, favorecendo um melhor padrão de vida da sociedade em geral. As Fibras Naturais, vem se destacando nas pesquisas nesta área, por atenderem a busca por aplicação de modificadores naturais (BALZER, 2007).

Joshi et al. (2004), compararam o ciclo de vida de dois compósitos, um com fibras de vidros e o outro com diferentes fibras naturais, e a conclusão foi que as fibras naturais são ambientalmente superior em se tratando de aspectos ambientais. Para se obter o mesmo desempenho que os compósitos com fibras de vidro, é necessária uma maior quantidade de fibras naturais, e esse fato pode se relacionar à redução da poluição associada à quantidade de polímero. No final do ciclo de vida esse material pode ser incinerado, favorecendo o fornecimento de energia e de créditos de carbono.

Dentre as fibras naturais que podem ser utilizadas para esta aplicação estão: rami, juta, fibra de coco, sisal, fibra de bagaço de cana-de-açúcar, entre outras (PAULA, 2011).

O bagaço de cana é o subproduto produzido em maior escala na agroindústria brasileira, com sobras anuais estimadas em torno de 90 milhões de toneladas (base seca). Estudos realizados demonstram que, com a metade da produção anual de bagaço, é possível atender a demanda energética das usinas açucareiras e com a outra metade restante pode ser empregada em mais de quarenta formas de aplicações (PAIVA et al, 1999).

2. METODOLOGIA

Os compósitos de HIPS/fibra de bagaço de cana de açúcar foram gentilmente cedidos pela UNESP de Guaratinguetá/SP, onde foi utilizada uma matriz polimérica composta de um poliestireno de alto impacto, o HIPS 825, com reforço de fibras de bagaço de cana de açúcar. Foram fornecidas três famílias de compósitos: HIPS/10% fibras de bagaço tratadas (BT-10); HIPS/20% fibras de bagaço tratadas (BT-20) e HIPS/30% fibras de bagaço tratadas (BT-30).

Foram realizadas análises de dureza para a determinação da dureza Shore A do HIPS puro e das amostras dos compósitos. Utilizou-se um durômetro portátil, marca CV Instrument Limited, modelo CV Shore Durometers – Analogue (Figura 8), locado no Laboratório de Metrologia da empresa Maxion Structural Components - Unidade de Cruzeiro – São Paulo. A temperatura do ensaio foi de 20°C e o resultado da análise foi obtido a partir da média de três leituras realizadas pelo equipamento na mesma amostra.

Os ensaios de impacto foram realizados em uma máquina Canti Lever XJU-22 do tipo Izod, disponível no Laboratório de Ensaios Mecânicos da Universidade de São Paulo (EEL/USP/Área II). Foram analisados cinco corpos de prova, com dimensões de acordo

com a norma ASTM D 6110 – 06, CDP's com 12 mm de largura, 55 mm de comprimento e 3mm de espessura, usando a máquina de impacto com capacidade de 5,5 J. Foram avaliadas a energia absorvida ao impacto e a resistência.

3. RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados de dureza Shore A e resistência ao impacto, respectivamente, do HIPS puro e dos compósitos reforçados com bagaço de cana.

Tabela 1 - Resultados de dureza Shore A do HIPS puro e dos compósitos HIPS/fibra de bagaço de cana de açúcar.

AMOSTRAS	Dureza Shore A
HIPS PURO	97,7 ± 0,8
BT-10	98,7 ± 0,6
BT-20	97,0 ± 0,6
BT-30	98,3 ± 0,5

Fonte: os autores

Tabela 2 – Resultados da resistência ao impacto do HIPS puro e dos compósitos HIPS/Fibra de Bagaço de Cana.

AMOSTRAS	Energia Absorvida (J)	Resistência ao Impacto (kJ/m ²)
HIPS PURO	1,887 ± 0,424	57,095 ± 12,917
BT-10	0,680 ± 0,063	20,682 ± 1,918
BT-20	0,376 ± 0,049	11,436 ± 1,481
BT-30	0,300 ± 0,010	9,126 ± 0,296

Fonte: os autores

4. DISCUSSÃO

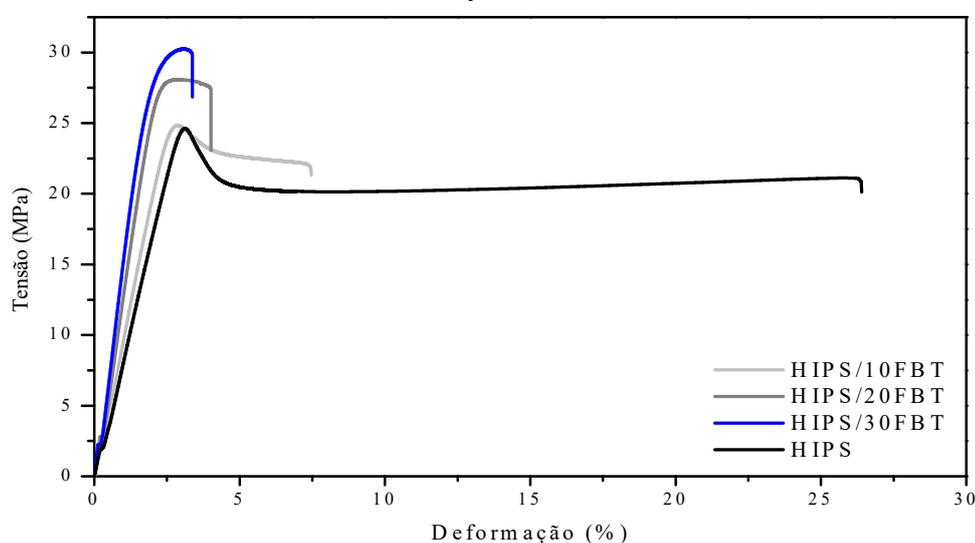
A partir das análises de dureza Shore A, verificou-se que a adição da fibra de bagaço de cana ao HIPS não acarretou alterações nos valores da dureza nos compósitos quando comparados ao HIPS puro, como foi mostrado na Tabela 1. Os valores da dureza Shore A encontrados nas amostras de HIPS e dos compósitos foi considerada muito dura, pois apresentou valores entre 90 – 100. Este resultado pode ser considerado bastante satisfatório para uma possível fabricação de materiais para o segmento de pet shop, uma vez que a inserção das fibras de bagaço de cana no HIPS não alterou de maneira significativa a dureza apresentada pelo HIPS puro. Dessa forma, o uso de compósitos reforçados com fibras de bagaço de cana poderá acarretar uma redução de 30% no consumo de HIPS puro e, conseqüentemente, uma redução no custo dos artefatos produzidos, ainda mantendo os valores de dureza do HIPS puro.

Analisando-se a resistência ao impacto dos compósitos, este apresentou pouca

resistência devido à inserção de fibra, ou seja, quanto mais fibra, menor a resistência ao impacto quando comparada com o HIPS puro. A diminuição da resistência ao impacto pode ter ocorrido devido ao fato de que o reforço promoveu uma redução da ductilidade dos compósitos, ou seja, a ductilidade corresponde à elongação total material devido à deformação plástica.

A partir dos resultados obtidos através de ensaios de tração realizados no trabalho realizado por BENINI (2011), constatou-se que a adição de fibras de bagaço de cana na matriz polimérica de HIPS quase não alterou a deformação do material até a tensão máxima (parcela referente à deformação elástica), porém provocou uma redução na deformação total do material, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Gráfico Tensão x Deformação para o HIPS e para os compósitos HIPS/fibra de bagaço de cana de açúcar.



Fonte: Adaptado de BENINI (2011).

Ainda segundo BENINI (2011), com o aumento do volume de fibras foi possível observar uma grande redução na elongação total dos compósitos, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Alongamento total do HIPS puro e dos compósitos com fibras de bagaço de cana, obtido no trabalho realizado por BENINI (2011).

AMOSTRAS	ALONGAMENTO TOTAL (%)
HIPS PURO	26,2 ± 8,1
BT-10	7,7 ± 0,8
BT-20	4,1 ± 0,4
BT-30	3,2 ± 0,2

Fonte: Adaptado de BENINI (2011).

Este fenômeno pode ser associado, segundo mencionado no trabalho de BENINI (2011) ao fato de que o reforço promoveu uma redução da ductilidade do material e,

consequentemente, acarretou a redução da resistência ao impacto, como mostrado na Tabela 2

Pode-se justificar a redução da resistência ao impacto também pela diminuição da tenacidade dos compósitos com o aumento da adição de fibras. Lembrando que a tenacidade corresponde à capacidade do material de absorver energia até sua ruptura e que pode ser representada pela área sob da curva tensão versus deformação, conforme mostrado na Figura 1.

5. CONCLUSÃO

No presente trabalho foi analisada e discutida a influência da adição do bagaço de cana de açúcar sobre as propriedades de um compósito de HIPS de matriz com essas fibras e sua possível aplicação na indústria pet, por exemplo, na produção de casas para cães.

Nas análises de dureza Shore A, verificou-se que a adição da fibra de bagaço de cana de açúcar ao HIPS não acarretou alterações significativas, ou seja, a dureza Shore A permaneceu praticamente a mesma nos compósitos quando comparados ao HIPS puro. E nas análises de resistência ao impacto, verificou-se que a adição da fibra de bagaço de cana de açúcar ao HIPS gerou uma diminuição na resistência ao impacto, quando comparados ao HIPS puro.

Desta forma, a utilização destes compósitos de fibras de bagaço de cana de açúcar com reforço em matriz de HIPS é alternativa atrativa, pois resultou em um material com diferentes propriedades dos componentes puros, constituindo uma opção para a redução de custos em aplicações industriais do ramo pet e também ajudando na preservação do meio ambiente. Sem falar que é um caráter inovador no ramo da indústria pet, pois o ramo de reciclagem nesse segmento é algo que ainda está iniciando; fato que não foram encontrados relatos na literatura. Dessa forma, a ideia será oferecer ao segmento “pet” a opção do HIPS reforçado com fibras de bagaço de cana de açúcar como uma alternativa ecológica e rentável para a confecção de artefatos para animais, como por exemplo, a construção de casinhas para cães.

Os resultados foram muito satisfatórios para a construção de casinhas para cães, conforme proposto nesse estudo, uma vez que o material da casinha (HIPS puro) comparado com o compósito proposto apresentaram características similares, principalmente no que se refere à durabilidade, valor de dureza, resistência à diferentes condições climáticas, resistência a temperaturas do meio externo, resistência à mordidas e proteção de chuva, sol e vento.

Outro fator positivo foi com relação ao custo benefício, pois com a adição de fibras, torna-se possível a redução do custo do produto, além de contribuir para o reaproveitamento de resíduos causadores atualmente de impacto ambiental. E, além disso, como na literatura não há valores/informações de referência para as propriedades dos materiais que são utilizados na confecção, por exemplo, de casinha para cães, esse trabalho vem contribuir para isso, fornecendo alguns valores de referência, como

resistência ao impacto e dureza.

REFERÊNCIAS

BALZER, P. S.; VICENTE, L. L.; BRIESEMEISTER, R.; BECKER, D.; SORDI, V.; RODOLFO JR, A. & FELTRAN, M. B. **Estudo das Propriedades Mecânicas de um Composto de PVC Modificado com Fibras de Bananeira**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 17, nº 1, p. 1-4, 2007

BENINI, K. C. C. **Desenvolvimento e caracterização de compósitos poliméricos reforçados com fibras lignocelulósicas: HIPS/fibra da casca do coco verde e bagaço de cana de açúcar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

JOSHI, S.V.; DRZAL, L. T.; MOHANTY, A. K. & ARORA, S. **Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites?** *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 35 (3), p.371-376, 2004.

MARINELLI, A. L.; MONTEIRO, M. R.; AMBRÓSIO, J. D. **Desenvolvimento de Compósitos Poliméricos com Fibras Vegetais Naturais da Biodiversidade: Uma Contribuição para a Sustentabilidade Amazônica**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 18, nº 2, p. 92-99, 2008.

PAIVA, J. M. F.; FRONLLINI, E. **Matriz Termofixa Fenólica em Compósitos Reforçados com Fibras de Bagaço de Cana-de-Açúcar**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, Abr/Jun – 1999.

PAULA, P. G. **Formulação e Caracterização de Compósitos com Fibras Vegetais e Matriz Termoplástica**. 2011. 87f. Dissertação de Pós-Graduação, UENF, Campos dos Goytacazes – RJ, 2011.

ABSTRACT: In recent years there has been a great technological advance in the development of composite materials reinforced with natural fibers. This increased interest of industries and research groups in developing and using materials made from renewable raw materials was mainly due to the great worldwide appeal for the use of natural products and the preservation of the environment. The present work aimed at the characterization of composites reinforced with sugarcane bagasse in high impact polystyrene matrix (HIPS), aiming at a possible replacement of the materials currently used in the pet shop product industry. Three families of composites were characterized in the proportions of 10, 20 and 30% (m/m). The results of Shore A hardness indicated that the addition of bagasse fiber to HIPS did not cause changes in the hardness values in the composites when compared to pure HIPS. And the results of impact resistance it was possible to verify that the addition of the bagasse fiber to the HIPS caused a decrease in the impact resistance when compared to the pure HIPS.

KEYWORDS: Composites, HIPS, Sugarcane bagasse, Impact resistance, Shore A hardness.

CAPÍTULO XIII

INFLUÊNCIA DO pH SOBRE A BIODSORÇÃO DE ÍONS Cr(VI) PELA CASCA DE BANANA NANICA

**Giovani Santana Silva
Mateus Silva Ferreira de Oliveira
Otávio Augusto da Silva
Angelo Capri Neto
Maria da Rosa Capri**

INFLUÊNCIA DO pH SOBRE A BIODSORÇÃO DE ÍONS Cr(VI) PELA CASCA DE BANANA NANICA

Giovani Santana Silva

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena
Lorena – SP

Mateus Silva Ferreira de Oliveira

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena
Lorena – SP

Otávio Augusto da Silva

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena
Lorena – SP

Angelo Capri Neto

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena
Lorena – SP

Maria da Rosa Capri

Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena
Lorena – SP

RESUMO: Neste trabalho foi estudada a influência da variação do pH (entre 2,5 e 5) na biossorção de Cr(VI) pela casca de banana nanica. A casca foi lavada com água de torneira e água destilada, seca em estufa, triturada e peneirada. Soluções contendo 45 mg L⁻¹ de Cr(VI) foram agitadas a 300 rpm com 0,2 g de casca durante 120 min. Nestas condições, a concentração de Cr foi reduzida entre 17,4% (pH = 5,0) e 60,8 % (pH = 2,5). Os resultados mostraram que a quantidade adsorvida varia significativamente com o pH do meio e que uma alta eficiência na remoção de Cr(VI) foi obtida na melhor condição (pH = 2,5).

PALAVRAS-CHAVE: pH, biossorção, casca de banana nanica, Cr(VI)

1. INTRODUÇÃO

A biossorção tem sido bastante estudada na remoção de íons metálicos de efluentes, como alternativa às técnicas tradicionais utilizadas para esse fim, que geralmente apresentam alto custo ou baixa eficiência operacional. Na biossorção, espécies metálicas tóxicas são removidas de uma solução por uma biomassa (vegetal, animal, microrganismos vivos ou mortos) através de um mecanismo que envolve a adsorção (GADD, 2009).

A adsorção corresponde à acumulação de um soluto (adsorvato) presente em um fluido sobre a superfície de um sólido (adsorvente) (FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2007). A adsorção pode ocorrer pela ação de forças de natureza não específica entre o adsorvente e o adsorvato, tais como as forças de Van der Waals, o que caracteriza a chamada

adsorção física, ou pode envolver a ligação entre grupos funcionais específicos do adsorvente e o adsorvato, correspondendo à adsorção química (FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2007).

Embora os parâmetros investigados nos estudos de adsorção variem de um trabalho para o outro, o pH sempre é considerado, sendo a sua importância no fenômeno da adsorção destacada em vários trabalhos (ESPOSITO; PAGNANELLI; VEGLIÒ, 2002; PLAZINSKI; RUDZINSKI, 2009).

O pH altera a carga superficial do sólido adsorvente e, dependendo da distribuição de carga sobre a superfície sólida, ela pode atrair preferencialmente cátions ou ânions. No entanto, a influência do pH no processo adsorptivo vai além disso. O pH pode influenciar no equilíbrio entre as espécies metálicas e na sua solubilidade, além de interferir na velocidade de reações redox, como acontece com os íons de Cr.

Os íons Cr(VI) são altamente oxidantes em baixo pH. Nesta condição, eles apresentam uma forte tendência de conversão a Cr(III), a forma mais estável de Cr (LEE, 1999).

Além de possuírem propriedades físico-químicas diferentes, o Cr(III) e o Cr(VI) também diferem quanto à reatividade bioquímica. O Cr(III) é essencial ao homem e atua no controle do metabolismo da glicose e lipídeos (ANDERSON, 1989). Por outro lado, os íons Cr(VI) são altamente tóxicos e carcinogênicos (GAD, 1989), de modo que a sua remoção do ambiente aquático é de extrema importância. Neste contexto, o uso de biomassa para a captação dessas espécies é interessante de ser explorada.

Em virtude da elevada toxicidade dos íons Cr(VI) e da importância do pH em um processo adsorptivo, o objetivo deste trabalho foi estudar a influência deste parâmetro sobre a biossorção de íons Cr(VI) pela casca de banana nanica.

2. METODOLOGIA

A influência do pH na biossorção de íons Cr(VI) pela casca de banana nanica foi estudada utilizando a seguinte metodologia:

- 1) Cascas de banana nanica foram lavadas com água de torneira e água destilada, secas em estufa a 60°C, trituradas em processador de alimentos, trituradas em liquidificador e peneiradas a 35 mesh;
- 2) Soluções 45 mg L⁻¹ de Cr(VI) foram preparadas dissolvendo o sal K₂Cr₂O₇ PA-ACS (Vetec) em soluções aquosas e os pHs ajustados em 1,0, 2,0, 2,5, 3,5 e 5,0 com H₂SO₄ PA-ACS (Synth);
- 3) 50 mL das soluções foram agitados a 300 rpm durante 120 min em frasco erlenmeyer de 125 mL com 0,2 g de casca de banana (Figura 1);
- 4) As misturas foram filtradas e o crômio total quantificado por ICP OES (Perkin-Elmer, modelo Optima 8000) (Figura 1);

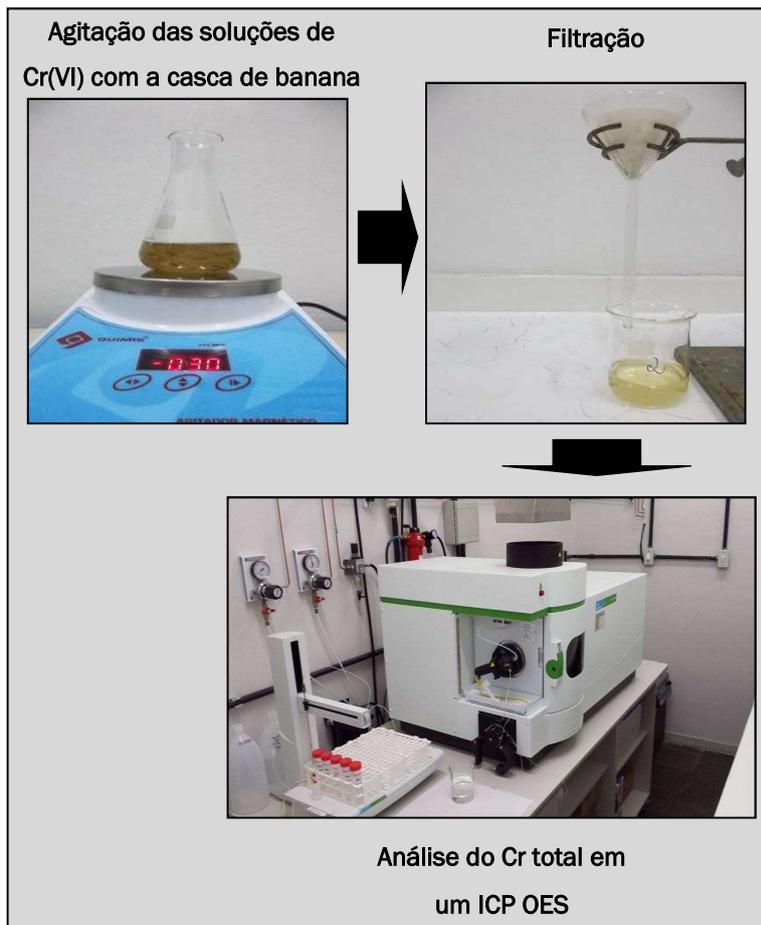


Figura 1 – Biossorção de íons Cr(VI) pela casca de banana nanica e análise do Cr total.

Todos os experimentos foram realizados em triplicata à temperatura ambiente. A porcentagem de remoção de Cr(VI) foi calculada pela determinação do Cr total das soluções antes e depois do contato com a casca utilizando a técnica de espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES), como segue:

$$\% \text{ de remoção de Cr} = 100(C_i - C_f)/C_i \quad (1)$$

Na qual, C_i e C_f são as concentrações (mg L^{-1}) de Cr antes e depois do contato entre as soluções e a casca, respectivamente. A Tabela 1 e a Figura 2 mostram, respectivamente, os parâmetros utilizados na operação do ICP OES e a curva analítica utilizada na determinação do Cr total.

Tabela 1 – Parâmetros de operação do ICP OES (Perkin-Elmer, modelo Optima 8000)

Orientação da análise	Axial
Vazão de Argônio	10 L min ⁻¹
Potência da radiofrequência	1450 W
Vazão da amostra	1,5 mL min ⁻¹

Vazão do nebulizador 0,54 L min⁻¹
Comprimento de onda 267,716 nm

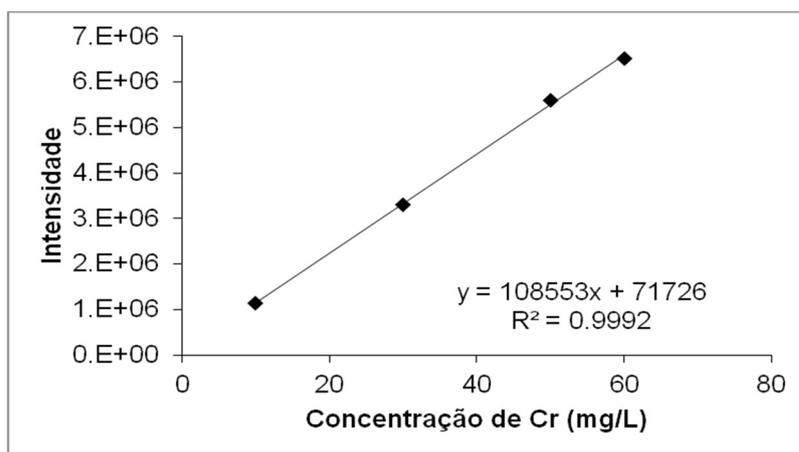


Figura 2 – Curva analítica para a determinação do Cr total.

3. RESULTADOS

A Figura 3 mostra a percentagem de bioadsorção de Cr obtida em função do pH inicial da solução. Uma representação equivalente à da Figura 3 é dada na Figura 4, na qual a remoção de Cr é ponderada pela massa da casca de banana em contato com a solução, como segue:

$$q \text{ (mg Cr/g casca)} = V(C_i - C_f)/m \quad (2)$$

Nesta equação, C_i e C_f são respectivamente, as concentrações (mg L⁻¹) de Cr antes e depois do contato da casca com as soluções, m é a massa de casca de banana, V é o volume da solução ($V = 0,050$ L) e q é a capacidade de bioadsorção de Cr (mg g⁻¹).

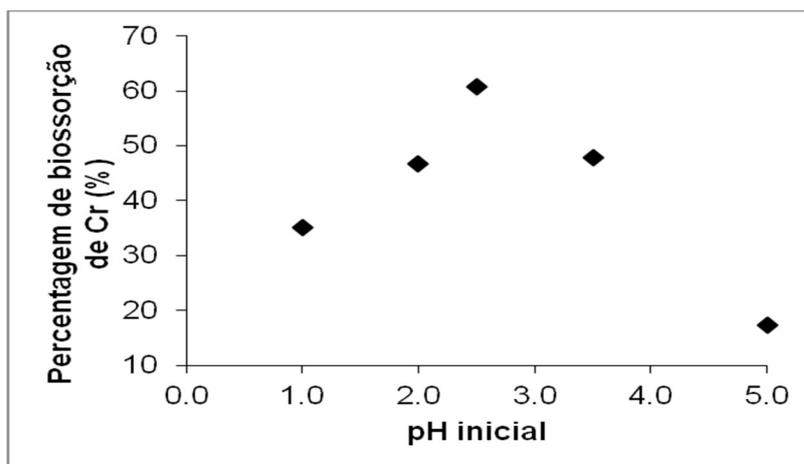


Figura 3 – Percentagem de bioadsorção de Cr em função do pH inicial da solução. Concentração inicial de Cr(VI) de 45 mg L⁻¹, 0,2 g de casca, agitação a 300 rpm por 120 min.

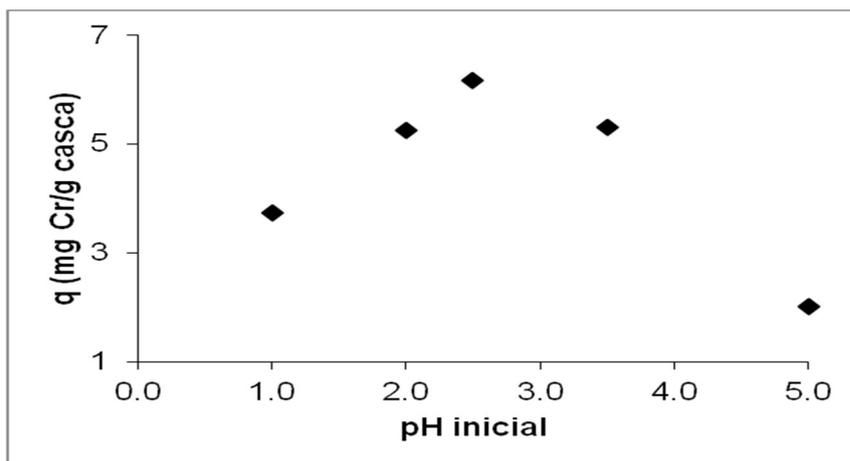


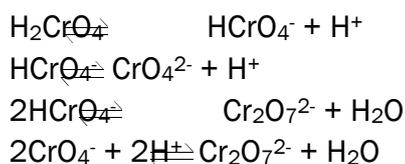
Figura 4 - Capacidade de biossorção de Cr em função do pH inicial da solução. Concentração inicial de Cr(VI) de 45 mg L⁻¹, 0,2 g de casca, agitação a 300 rpm por 120 min.

4. DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra que os íons Cr(VI) são preferencialmente adsorvidos em meio ácido, com biossorção máxima de 60,8 % em pH 2,5. Assim como a remoção máxima de Cr (60,8 %), a capacidade máxima de biossorção de 6,18 mg g⁻¹ também foi obtida em pH 2,5, como mostra a Figura 4.

Uma vez que a remoção máxima e a capacidade de biossorção máxima ocorreram em pH 2,5, este é o melhor pH para a captação dos íons Cr(VI) pela casca de banana nanica.

Nas soluções de 45 mg L⁻¹ de Cr(VI) preparadas em pH 2,5, os íons HCrO₄⁻ e Cr₂O₇²⁻ existem em equilíbrio, sendo o HCrO₄⁻, o íon predominante (KOTAS; STASICKA, 2000). Os equilíbrios químicos abaixo (SENA et al., 2001) mostram que a interconversão entre as espécies de Cr(VI) depende do pH:



Em meio ácido, a superfície do biossorvente é protonada, apresentando uma forte tendência em atrair ânions. Nestas condições, os íons Cr(VI) são atraídos pela superfície da casca, principalmente na forma de íons HCrO₄⁻, e conseqüentemente, são biossorvidos (PARK, D.; PARK, J.; YUN, 2006; YANG; CHEN, 2008).

Embora os íons HCrO₄⁻ sejam atraídos e adsorvidos pela superfície do substrato, alguns trabalhos mostraram que a captação de Cr(VI) ocorre por um mecanismo de biossorção e biorredução, de modo que íons Cr(III) são formados e também são biossorvidos (PARK, D.; PARK, J.; YUN, 2006; YANG; CHEN, 2008). Inclusive, a biorredução dos íons Cr(VI) em meio ácido também foi verificada na presença da casca de banana

nanica (SILVA; CAPRI; CAPRI NETO, 2013).

Uma vez que a adsorção resulta de forças não compensadas na superfície de um sólido adsorvente, é evidente que o pH é um dos principais parâmetros a influenciar nesse fenômeno, em virtude do seu efeito sobre a carga superficial do substrato.

Aumentando-se o pH a partir de 2,5, a adsorção diminui, caindo bruscamente em pH 5,0 ($2,01 \text{ mg g}^{-1}$). Uma vez que a adsorção é favorecida em meio ácido, é natural que, aumentando-se o pH, ela seja reduzida. Em meio alcalino, os íons OH^- podem inibir a biossorção dos íons Cr(VI) , reduzindo a sua remoção pela casca. No entanto, nas condições de pH estudadas neste trabalho, não é provável que essa inibição ocorra, pois o maior pH estudado aqui foi o de 5,0.

A redução da biossorção dos íons Cr(VI) também pode ocorrer pela presença de outros íons competidores, além dos íons OH^- (WENG; SHARMA; CHU, 2008 – inibição por ClO_4^- ; HAN et al., 2008 – inibição por $\text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$). Embora a inibição da adsorção de Cr(VI) pelos íons SO_4^{2-} tenha sido relatada na literatura (HU; LO; CHEN, 2005; HAN et al., 2008), o efeito desses íons, provenientes do H_2SO_4 , não foi investigado neste trabalho.

Soluções branco foram preparadas nos cinco pH estudados e agitadas com a casca de banana sob as mesmas condições que as soluções de Cr(VI) . A análise de Cr resultou em sinais abaixo do limite de detecção (cerca de $10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$). Isso mostra que não há Cr presente na casca antes da biossorção que poderia interferir nos resultados apresentados nas Figuras 3 e 4, pois todas as soluções analisadas no estudo do pH possuíam concentração de Cr da ordem de mg L^{-1} .

5. CONCLUSÃO

Comparando os resultados máximo (60,8 %) e mínimo (17,4 %) de biossorção obtidos em pH 2,5 e 5,0, respectivamente, concluímos que este parâmetro influencia significativamente na biossorção dos íons Cr(VI) , sendo 2,5, o melhor pH para a biossorção desses íons pela casca de banana nanica. A quantidade de cromo adsorvido na melhor condição mostra a viabilidade deste método para aplicações práticas.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. A. **Essentiality of chromium in humans**. Science of the Total Environment, v. 86, n. 1-2, p. 75-81, 1989.

ESPOSITO, A.; PAGNANELLI, F.; VEGLIÒ, F. **pH-related equilibria models for biosorption in single metal systems**. Chemical Engineering Science, v. 57, p.307-313, 2002.

FIGUEIREDO, J. L.; RIBEIRO, F. R. **Catálise Heterogênea**. 2a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.

GAD, S. C. **ACUTE AND CHRONIC SYSTEMIC CHROMIUM TOXICITY**. Science of the Total Environment, v. 86, n. 1-2, p. 149-157, 1989.

GADD, G. M. **Biosorption: critical review of scientific rationale, environmental importance and significance for pollution treatment**. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, v. 84, p.13-28, 2009.

HAN, X. et al. **Effects of anion species and concentration on the removal of Cr(VI) by a microalgal isolate, *Chlorella miniata***. Journal of Hazardous Materials, v. 158, p. 615-620, 2008;

HU, J.; LO, I. M. C.; CHEN, G. **Fast Removal and Recovery of Cr(VI) Using Surface-Modified Jacobsite ($MnFe_2O_4$) Nanoparticles**. Langmuir, v. 21, p. 11173-11179, 2005.

KOTAS, J.; STASICKA, Z. **Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation**. Environmental Pollution, v. 107, n. 3, p. 263-283, 2000.

LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 5a ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1999.

PARK, D., PARK, J. M., YUN, Y. S. **Mechanisms of the removal of hexavalent chromium by biomaterials or biomaterial-based activated carbons**. Journal of Hazardous Materials, v. B137, p. 1254-1257, 2006.

PLAZINSKI, W; RUDZINSKI, W. **Modeling the Effect of pH on Kinetics of Heavy Metal Ion Biosorption. A Theoretical Approach Based on the Statistical Rate Theory**. Langmuir, v. 25, p. 298-304, 2009.

SENA et al. **Aplicação de métodos quimiométricos na especiação de Cr(VI) em solução aquosa**. Química Nova, v. 24, p. 331-338, 2001.

SILVA, G. S.; CAPRI, M. R.; CAPRI NETO, A. **Uma Experiência prática num curso de engenharia**. In.: COBENGE, 41, 2013, Gramado. Sessões Dirigidas.

WENG, C. H.; SHARMA, Y. C.; CHU, S. H. **Adsorption of Cr(VI) from aqueous solutions by spent activated Clay**. Journal of Hazardous Materials, v. 155, p.65-75, 2008.

YANG, L.; CHEN, J. P. **Biosorption of hexavalent chromium onto raw and chemically modified *Sargassum sp.*** Bioresource technology, v. 99, p. 297-307, 2008.

ABSTRACT: In this work was studied the effect of the pH (between 2,5 and 5) on the Cr(VI) removal from aqueous solutions using banana nanica peel as biosorbent material. The

peels were washed with tap water and distilled water, dried in the oven, crushed and sifted. Solutions containing 45 mg L^{-1} Cr(VI) were shaken at 300 rpm with 0,2 g of peel during 120 min. Under these conditions, the Cr concentration was reduced between 17,4 % (pH = 5,0) and 60,8 % (pH = 2,5). The results have showed that the adsorbed amount varies significantly with the pH and that a high Cr(VI) removal efficiency was achieved in the best condition (pH = 2,5).

KEYWORDS: pH, biosorption, banana nanica peel, Cr(VI).

CAPÍTULO XIV

MENSURAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DE UM PROCESSO PRODUTIVO EM UM AMBIENTE LEAN

**Andreza Aparecida da Silva
Gabriella Aparecida Ferraz Albino
Dalton Garcia Borges de Souza**

MENSURAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DE UM PROCESSO PRODUTIVO EM UM AMBIENTE LEAN

Andreza Aparecida da Silva

Centro Universitário de Itajubá - FEPI

Itajubá - MG

Gabriella Aparecida Ferraz Albino

Centro Universitário de Itajubá - FEPI

Itajubá - MG

Dalton Garcia Borges de Souza

Centro Universitário de Itajubá - FEPI

Itajubá - MG

RESUMO: O Lean Manufacturing é uma metodologia comumente empregada e indispensável às organizações que buscam empoderar seus resultados, pois aumenta a capacidade de criação de valor ao cliente ao permitir maior flexibilidade e agilidade do processo produtivo. O presente estudo de caso descreve o método utilizado para mensurar os desperdícios que afetam a performance de uma multinacional do setor eletrônico, bem como propor ferramentas capazes de eliminar e/ou reduzir as principais atividades que não agregam valor ao fluxo. Com base nos dados coletados através da cronoanálise, geraram-se gráficos que apontaram o percentual de perda, possibilitando classificar os desperdícios capazes de impactar negativamente toda a cadeia de valor.

PALAVRAS-CHAVE: Lean Manufacturing; Mensuração; Cronoanálise; Desperdícios.

1. INTRODUÇÃO

A desaceleração da economia, o aumento da competição e o desafio de atingir níveis elevados de produtividade e qualidade tem motivado as empresas a buscarem métodos que otimizem seu processo, reduzindo custos e a variabilidade.

De acordo com Rodrigues Junior, Santos e Ferreira (2010), a economia brasileira fora fortemente afetada pela crise sistêmica mundial, desvalorizando a moeda e estagnando o mercado financeiro. Muitas organizações ajustaram suas operações à nova realidade para não sucumbirem à crise.

Diante deste cenário, a metodologia Lean Manufacturing vem corroborar para a redução de custos através de melhorias. Para tanto, esta filosofia desenvolvida pela Toyota contempla algumas ferramentas que suportam e contribuem para a identificação e eliminação dos desperdícios do processo, aumentando o valor agregado do sistema produtivo, tornando-o enxuto.

O sistema de produção enxuta se mostra superior ao sistema de produção em massa, por ser mais eficiente e demandar menos recursos materiais e humanos. Também por oferecer, combinando a produção artesanal com a em massa, maiores variedades,

qualidade, produtividade e menores ciclos produtivos (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Ohno (1997) acrescenta que o Sistema Toyota de Produção - Lean Manufacturing - evoluiu da necessidade, pois o mercado pós-guerra, sob baixa demanda, estabeleceu certas restrições, como a produção de pequenas quantidades de muitas variedades. Então, para suprir tais exigências, seu objetivo tem sido conquistar elevada eficiência através da eliminação completa dos desperdícios.

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso realizado em uma multinacional fabricante de produtos eletrônicos localizada no sul de Minas Gerais, com o objetivo de mensurar, através da cronoanálise, os desperdícios embutidos no processo de acordo com a metodologia Lean Manufacturing e propor melhorias capazes de aumentar a performance operacional.

Os seguintes parágrafos apresentam a fundamentação teórica sobre a filosofia Lean, metodologia de pesquisa empregada, análise dos resultados, conclusão e bibliografia.

2. LEAN MANUFACTURING

O Lean é uma filosofia de gestão embasada em objetivos claramente definidos e orientados à criação de valor para o cliente, inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção. É um conjunto amplo de técnicas que, quando combinadas e amadurecidas, permite reduzir e/ou eliminar os desperdícios, tornando a empresa mais enxuta, flexível e mais ágil (WILSON, 2009).

Ohno (1997) afirma que o Sistema Toyota de Produção visa à eliminação total de desperdício, à prática rígida da sincronização da produção e à flutuação nivelada do processo, no qual o tamanho dos lotes é reduzido e o fluxo de grandes quantidades no processo é evitado.

Womack e Jones (2004) afirmam que a mentalidade enxuta é a mais poderosa ferramenta disponível para criar valor e, ao mesmo tempo, eliminar o desperdício em qualquer empresa.

2.1. DESPERDÍCIOS

O objetivo maior do Lean é a eliminação total de desperdício, que pode ser definido como qualquer atividade que acrescenta custo ou tempo ao processo sem agregar valor ao cliente, mesmo que seja embutido no custo total (TAPPING; SHUKER, 2002).

Quando se trata de desperdícios, o termo japonês Muda é utilizado, mas dois outros M's também são importantes para um processo enxuto – Mura (desnívelamento) e Muri (sobrecarga), e todos estes encaixam-se como um sistema, devendo ser considerados na abordagem da eliminação das atividades não agregadoras de valor (LIKER, 2005).

Hines e Taylor (2000) afirmam que há três tipos de atividades em uma organização

quando define-se desperdício, conforme mostra a Tabela 1:

Tabela 1 – Classificação das atividades conforme agregação de valor ao cliente no setor automotivo

Tipos de Atividades	Classificação
Atividades que agregam valor	São aquelas que, aos olhos do cliente final, fazem o produto ou serviço ter mais valor, representando somente 5% do total da cadeia de valor.
Atividades que não agregam valor	São atividades que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso e não são necessárias sob quaisquer circunstâncias. Tais desperdícios devem ser identificados e eliminados do processo, já que representam 60% do total da cadeia de valor.
Atividades que não agregam valor, mas são necessárias	São aquelas que, aos olhos do cliente final, não tornam o produto ou serviço mais valioso, mas são necessárias, pois se retiradas do processo alteram a configuração deste. Tais atividades representam 35% do total da cadeia de valor.

Fonte: Adaptado de Hines e Taylor (2000).

Ohno (1997) e Shingo (1996) detalharam, em conjunto, os sete desperdícios e seus desdobramentos teóricos e práticos, relacionando-os ao conceito do mecanismo da função produção. Mas há um oitavo desperdício a ser considerado na análise de um processo: a porosidade. Tal desperdício, muitas vezes ignorado, trata da taxa de ociosidade existente em um sistema e está condicionada à deliberação do trabalhador (SOUZA et al., 2016).

O pensamento enxuto é um poderoso antídoto ao desperdício, pois especifica o valor e organiza as ações agregadoras de valor sequencialmente e sem interrupções, de forma a tornar o processo mais eficaz. É considerado enxuto porque racionaliza os recursos envolvidos no processo, atendendo às expectativas dos clientes, e oferece resposta imediata sobre as atividades desempenhadas para agregar valor (WOMACK; JONES, 2004).

Com base nas taxas de agregação de valor mensuradas no setor automotivo, a Figura 1 mostra as atividades que agregam valor, as que não agregam valor, mas são necessárias e, finalmente, as não agregadoras de valor, representadas pelos oito desperdícios - superprodução, transporte, superprocessamento, defeito e estoque relacionados ao processo, e movimentação, espera e porosidade, à operação.



Figura 1 – Classificação das atividades do setor automotivo e os oito desperdícios. Fonte: Adaptado de Ohno (1997), Hines e Taylor (2000) e Souza et al. (2016).

2.1.1. POROSIDADE

Neste estudo, consideraremos a abordagem de Taylor (1995) para definir a ociosidade dos trabalhadores, complementando o entendimento da porosidade. Taylor (1995) observou que a maioria dos trabalhadores que são forçados a executar tarefas repetitivas tendem a trabalhar no ritmo do trabalhador mais lento e ficam impunes. Este ritmo lento de trabalho tem sido observado em muitas indústrias e de vários países, sendo denominado de indolência. Esta indolência procede de duas causas:

- a) Natural, que parte do instinto e tendência dos homens de executar o trabalho propositalmente devagar;
- b) Sistemática, ocasionada pela interação entre os trabalhadores, que reduzem propositalmente a produção em cerca de um terço da que seria normal, para evitar a redução das tarifas de salários pela gerência.

Ainda de acordo com Taylor (1995), há três causas determinantes da indolência no trabalho, que são:

- a) O pensamento errôneo dos trabalhadores que acreditavam que o maior rendimento do homem e da máquina teria como resultado o desemprego de grande número de operários;
- b) O sistema deficiente comumente empregado que favorecia a ociosidade no trabalho;
- c) Falta de padronização dos métodos de trabalho.

Shingo (1996) explica que uma empresa somente conseguirá resultados financeiros ótimos quando buscar o aumento do lucro através da redução de seus custos e eliminação de desperdícios, mesmo os que se tornaram parte natural do trabalho e que já não são mais notados.

Ohno (1997) complementa, afirmando que, a eficiência do sistema é de fato otimizada quando há valor agregado em todo o processo produtivo com produção de zero desperdício.

3. SETOR ELETRÔNICO

As áreas da indústria eletroeletrônica podem ser divididas em dois grupos baseados no nível tecnológico dos produtos, processos produtivos e na competitividade da organização, sendo que no primeiro grupo estão os bens da área elétrica e no segundo, os bens da área eletrônica. Na área eletrônica enquadram-se as áreas de automação industrial, componentes eletrônicos, informática, manufatura em eletrônica, sistemas eletroeletrônicos prediais, telecomunicações e bens de consumo eletrônicos (ABINEE, 2005).

Conforme o Diagnóstico e Propostas elaboradas pelos Metalúrgicos da CUT (2012), o setor eletroeletrônico brasileiro consiste em um aglomerado de atividades econômicas com diferentes finalidades, passando de componentes, automação industrial, bens de consumo e chegando até equipamento médicos.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE (2012), o setor da eletrônica contribui para o aumento da eficiência energética, produtiva, da flexibilidade e sustentabilidade organizacional de todos os ramos, aumentando anualmente sua presença em diversos produtos final e em toda cadeia de valor, inclusive no ramo de bens de capital.

4. TEMPOS E MÉTODOS

O estudo de movimentos e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho, tendo o objetivo de desenvolver o método com o menor custo, padronizar o método, determinar o tempo do ciclo sendo executado por pessoa qualificada e treinada e treinar o trabalhador quanto ao método adotado. O método mais comum de medir o trabalho humano é a cronometragem, apesar de tempos elementares, tempos sintéticos e amostragem do trabalho serem também usados na determinação dos tempos-padrão (BARNES, 2001).

4.1. CRONOANÁLISE

Os tempos do processo produtivo são obtidos através da cronometragem e analisados de forma mais sistemática, passando a ser chamada de cronoanálise.

Martins e Laugeni (2014) explicam que a cronometragem é um dos métodos mais empregados na indústria para medir o trabalho e que o tipo do fluxo do material, tipo de processo, tecnologia empregada e características da atividade analisada afetam a eficiência, bem como os tempos padrões de produção.

Reis, Naumann e Scortegagna (2015) afirmam que, talvez, a avaliação do ritmo do operador seja a parte mais importante e difícil da cronoanálise, por ser determinada pelo cronoanalista de forma subjetiva.

Para mensurar os desperdícios foi empregada a cronoanálise, que originou-se do estudo de tempos e métodos, permitindo definir parâmetros que resultam na racionalização industrial. Para a realização da cronoanálise, é necessária a decomposição da operação e a distinção dos elementos homem-máquina em ciclos que contemplem a execução completa dos componentes de uma operação por um operário, com início e fim definidos, em um ritmo normal sob supervisão (FELLIPE et al., 2012).

A cronoanálise além de viabilizar a redução de custos e o desenvolvimento de padrões e métodos para melhorar a eficácia do processo produtivo, também auxilia na determinação dos tempos de execução da tarefa, contribuindo para a redução de fadiga e eliminação da ociosidade (REIS; NAUMANN; SCORTEGAGNA, 2015).

5. MÉTODO DE PESQUISA

Utilizou-se para a elaboração deste trabalho o método de estudo de caso descritivo, visando analisar os fatores relacionados ao processo, compreender e expor os resultados obtidos.

O estudo de caso trata de uma investigação empírica que investiga um fenômeno dentro do contexto da vida real com limites não definidos claramente, tendo como objetivo a descrição do comportamento de variáveis envolvidas em uma pesquisa. Tal estudo não busca estabelecer relações de causa e efeito, mas descrever a realidade, podendo ser utilizado para formulações de hipóteses e no desenvolvimento de novas teorias (MARTINS; MELLO; TURRIONI, 2013).

Yin (2009) afirma que o estudo de caso é um método de pesquisa empregado em diversas situações para contribuir para o conhecimento de indivíduos ou grupos, o qual surge do intuito de entender os fenômenos sociais complexos. Permite aos investigadores manter as características holísticas e significativas da realidade, tais como comportamento de pequenos grupos, gestão de processos e organizacionais, performance, entre outros.

A mensuração dos desperdícios fora realizada em uma empresa manufatureira de produtos eletrônicos localizada no sul de Minas Gerais. Apesar do nome da empresa não ser divulgado, o estudo de caso foi executado com conhecimento e autorização da gerência, recebendo apoio na obtenção de dados e informações relevantes.

5.1. COLETA DE DADOS

O objeto de estudo trata de uma linha de produção composta por 3 operadores e com capacidade produtiva de 14 peças por hora. O expediente da empresa analisada é composto de 8,25 horas de trabalho, contemplando 1,75 horas de pausa (1,5 horas para almoço e uma pausa de 15 minutos destinada ao café da tarde). As coletas dos tempos foram realizadas em dias e horários distintos, observando diferentes operadores.

Por se tratarem de elementos compreendidos entre um intervalo de tempo, utilizou-se de dados quantitativos contínuos para estimar o tamanho da amostra das observações necessárias para o estudo, empregando para tanto a ferramenta Minitab®.

A população envolvida no cálculo para a amostra é representada pelas horas da jornada de trabalho da linha estudada. O termo população trata do conjunto de valores de variáveis numéricas ou categóricas, que se referem à coleção de medidas de todos os elementos de um universo sobre o qual se deseja tirar conclusões ou tomar decisões (HINES et al., 2006).

Segundo Agranonik, Hirakata (2011) e Reis (2016), é usual retirar uma pequena amostra com tamanho arbitrário quando a variância populacional da variável é desconhecida, de forma que seus resultados servirão somente para auxiliar no cálculo do tamanho da amostra. Partindo deste princípio, retirou-se 15 amostras para o estudo piloto, tendo como referência o valor agregado de cada amostra, as quais viabilizaram a definição do desvio padrão estimado e, finalmente, o tamanho da amostra para validação dos dados que se pretende analisar.

Tabela 2 – Desvio padrão e definição do tamanho da amostra.

Estatística Descritiva: Valor agregado	
Variável	Valor agregado
Média	14,93
Desvio padrão	5,17
Tamanho Amostral por Estimação	
Método	
Parâmetro	Média
Distribuição	Normal
Desvio Padrão	5,17 (estimado)
Nível de Confiança	95%
Intervalo de Confiança	Bilateral
Resultados	
Margem de Erro	2
Tamanho Amostral	29

Fonte: Autores.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos da análise realizada para dimensionar o tamanho da amostra para o estudo. Segundo George et al. (2005), se o tamanho mínimo estimado da amostra for inferior a 30, deve-se considerar 30 como o tamanho da amostra. Para o cálculo estimado do desvio padrão e tamanho amostral foi considerado um nível de confiança de 95%, uma vez que este valor é comumente utilizado em estudos científicos. Também adotou-se uma margem de erro de 2, a qual representa a variação de 2 minutos para mais ou para menos no tempo de valor agregado considerado ideal.

A seleção dos horários e operadores a serem observados foi aleatorizada por meio de sorteio, o qual considerou a produção de um lote de 7 peças acabadas que totalizam 30 minutos. Tendo em vista o tamanho da amostra necessária para o estudo, 30 cenários foram considerados para o sorteio ao longo de 2 semanas, totalizando 15 horas

analisadas. As variáveis a serem observadas foram sorteadas e ao final da primeira rodada estas eram reconsideradas, de forma que 2 amostras compreendessem o mesmo cenário.

Os tempos coletados foram apontados em uma planilha, na qual estes foram classificados conforme a taxa de agregação de valor ao processo, conforme mostra a Figura 2.

Amostras	Data	Horário	AV	NAV - N	NAV								
					E(W)	D	M	SPD	SPC	T	E(I)	P	
1													
2													
...													
29													
30													
Total													

Figura 2 – Planilha de coleta de dados das atividades conforme taxa de agregação de valor e distinção dos tempos de desperdícios. Fonte: Autores.

5.2. MENSURAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

A análise deste estudo totalizou 15 horas de trabalho para que fosse possível obter as amostras necessárias e avaliar a geração de desperdícios.

Para o desenvolvimento deste estudo não foi considerado o estoque, pois este não interfere na rotina de trabalho e inseriu-se a porosidade, classificada como o oitavo desperdício, traduzindo o tempo no qual o trabalhador está ocioso, mesmo quando há atividades a serem executadas.

A fim de facilitar o entendimento e estudo das atividades não agregadoras de valor foi desenvolvida a Tabela 4, a qual apresenta a origem dos desperdícios na empresa estudada, conforme modelo proposto por Souza et al. (2016).

Tabela 4 – As principais causas dos desperdícios e a descrição das atividades geradoras.

Desperdício	Atividades geradoras do desperdício	Descrição
Espera	Material e partes de operações procedentes.	Ao realizar a instalação do software.
	Manutenção / tempo de setup.	Ao realizar teste.
	Ferramentas.	Ao iniciar processo - ligar computador.
	Fila para operações adicionais.	Espera pelo processo anterior.
Defeito	Componentes, materiais, submontagens ou produtos que não possuem a qualidade requerida.	Equipamento danificado/software.
	Defeitos internos na produção.	Peça defeituosa.
	Defeitos com fornecedores.	Defeito gerado na linha.

Movimentação	Movimentos dos operadores para alcançar, pegar materiais.	Alcançar materiais, componentes.
Transporte	Movimento excessivo de peças, matérias, peças e produtos.	Buscar caixa bin com componentes.
	Movimentação para armazenamento. Tirar e colocar o material/produto/peça.	Buscar caixas de papelão. Levar produtos acabados para palete.
Superprocessamento	Superdimensionamento do processo, máquinas e equipamentos.	Realização de conferências após embalagem (abrir e conferir conteúdo).
	Precisão desnecessária do produto ou do processo, não compatível com a real necessidade do cliente.	Excesso de limpeza do componente.
Superprodução	Produzir mais que o solicitado pelo cliente.	Montar caixas antes da necessidade de uso.
	Produzir antes do solicitado pelo cliente.	Manufaturar mais produtos que o planejado.
Estoque	Estoque excessivo de matéria-prima, produtos semiacabados e produtos acabados comparados com a demanda do cliente.	Excesso de caixas montadas.
	Filas.	Material entre processos (WIP).
	Estoque entre operações.	Produto acabado.
Porosidade	Trata da taxa de ociosidade existente, condicionada à deliberação do trabalhador.	Conversas paralelas entre montadores e abastecedores. Mexer no celular, acessar rede social, enviar mensagens.

Fonte: Autores.

6. RESULTADOS E ANÁLISES

A Figura 3 apresenta a porcentagem das atividades analisadas, segregadas em três grandes categorias, conforme definição de Hines e Taylor (2000). Os tempos analisados para representar tais categorias constam no Anexo A. Observa-se que, diferentemente do proposto por Hines e Taylor (2000), as atividades agregadoras de valor somam 40,8%, as não agregadoras, mas necessárias, 14,2% e, finalmente, as que não agregam valor – desperdícios – 45%. Quanto ao emprego das ferramentas Lean, o estudo mostrou uma discrepância entre os resultados obtidos e os referenciados, evidenciando que a empresa estudada, mesmo em fase de implementação do processo enxuto e apresentando inúmeras oportunidades de melhoria, ainda revela maior taxa de agregação de valor.

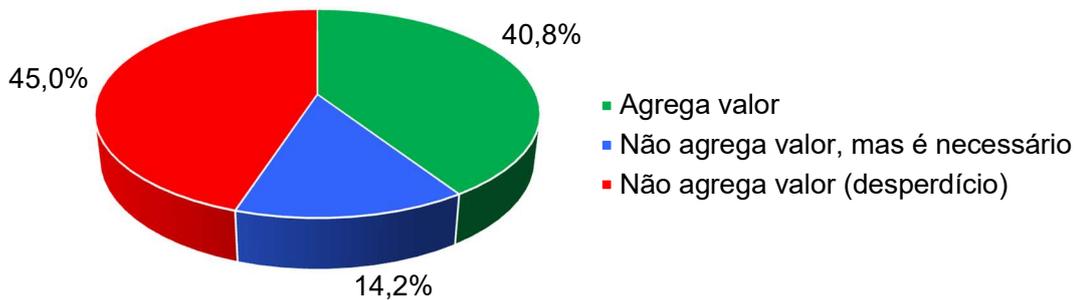


Figura 3 – Representação percentual das atividades agregadoras de valor, não agregadoras, mas necessárias e desperdícios. Fonte: Autores.

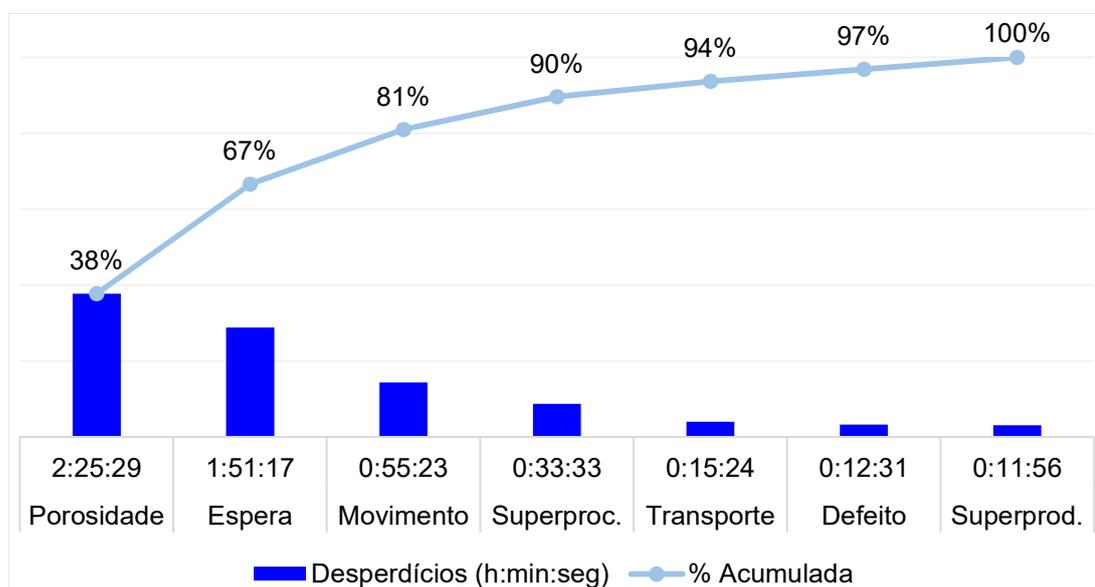


Figura 4 – Gráfico de Pareto: representação dos desperdícios mensurados. Fonte: Autores.

A Figura 4 apresenta o gráfico de Pareto resultante dos dados estocásticos obtidos do Anexo A, o qual confronta os elementos das categorias de desperdícios dos ciclos analisados. É possível observar que as médias com maiores ocorrências são porosidade e espera, que representam cerca de 2/3 do total dos desperdícios apontados, enquanto os com menor representatividade são defeito e superprodução.

De posse destas informações, sugere-se a implementação de ferramentas da metodologia do Lean Manufacturing para mitigar os desperdícios existentes nos processos produtivos apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Aplicação das ferramentas do pensamento enxuto para mitigar desperdícios.

Desperdícios	Ferramentas
Espera	Mapeamento do fluxo de valor
	Manutenção produtiva total (TPM)
	Melhoria na relação cliente-fornecedor / redução do número de fornecedores
	Trabalhar de acordo com o takt-time / produção sincronizada
	Recebimento / fornecimento just in time

Transporte	Mapeamento do fluxo de valor Tecnologia de grupo Trabalho em fluxo contínuo (one piece flow) / redução tamanho de lote Manutenção produtiva total (TPM)
Movimentação	Mapeamento do fluxo de valor 5S Trabalho em fluxo contínuo (one piece flow) / redução tamanho de lote
Superprocessamento	Mapeamento do fluxo de valor 5S
Estoque	Mapeamento do fluxo de valor Trabalho em fluxo contínuo (one piece flow) / redução tamanho de lote
Superprodução	Mapeamento do fluxo de valor 5S Trabalho em fluxo contínuo (one piece flow) / redução tamanho de lote
Defeito	Mapeamento do fluxo de valor Ferramenta do controle da qualidade Zero defeito Ferramentas poka yoke
Porosidade	Mapeamento do fluxo de valor Trabalho padronizado

Fonte: Adaptado de Salgado et al. (2009).

É válido ressaltar que a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor é aplicável na eliminação de todos os desperdícios, uma vez que mapeia o valor em um fluxo e identifica oportunidades de melhorias para otimizar o processo.

7. CONCLUSÃO

A metodologia Lean Manufacturing representa uma quebra nos paradigmas das organizações, exigindo mudança comportamental e sistêmica de todos os recursos envolvidos no processo. A identificação e eliminação dos desperdícios viabilizam melhorias na performance da empresa, atendendo às expectativas dos clientes e garantindo sua permanência no mercado.

Este estudo buscou identificar e mensurar os desperdícios existentes no processo de manufatura de produtos eletrônicos, bem como as ferramentas Lean que podem auxiliar na sua mitigação. Observou-se que porosidade e espera representam o maior percentual das atividades que não agregam valor ao fluxo, devendo ser priorizadas

durante a implementação das melhorias que se fazem necessárias.

Como recomendação para continuidade deste estudo, sugere-se avaliar os resultados obtidos após a aplicação das ferramentas propostas, de modo a evidenciar a eficácia das técnicas utilizadas no processo enxuto para aumento do valor agregado.

REFERÊNCIAS

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Indústria no Brasil: Desafios para a indústria eletroeletrônica**. Brasília. 2005. Disponível em: <http://dc.itamaraty.gov.br/imagens-e-textos/Industria08-DesafiosEletroeletronica.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2016.

_____. **A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade**. São Paulo. 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/programas/imagens/abinee20.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2016.

AGRANONIK, M., HIRAKATA, V. N.. **Cálculo de tamanho de amostra: proporções**. Porto Alegre, Revista HCPA. 2011; 31 (3): 382 - 388.

BARNES, R. M., **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo, Edgard Blucher, 2001. 648 p.

CNM/CUT - Confederação Nacional dos Metalúrgicos. **A indústria de eletroeletrônicos no Brasil - Diagnóstico e propostas elaboradas pelos metalúrgicos da CUT**. São Paulo. 2012. Disponível em: <http://www.cnmcut.org.br/midias/arquivo/184-diagnostico-eletroeletronico.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2016.

FELLIPE, A. D., CUSTODIO, M. R., DOLZAN N., TEIXEIRA, E. S. M., **Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil**, IX SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2012.

GEORGE, M. L., ROWLANDS, D., PRICE, M., MAXEY, J.. **The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity**. McGraw-Hill. NY. 2005. 282 p.

HINES, P.; TAYLOR, D.. **Going Lean**. Lean Enterprise Research Centre: Cardiff, UK. 2000. 52 p.

HINES, W. W., MONTGOMERY, D. C., GOLDSMAN, D., BORROR, C. M. **Probabilidade e Estatística na Engenharia**, 4ª edição. LTC, 2006. 588 p.

JUNIOR, W. M. R., SANTOS, M. C., FERREIRA, J. L. D., **Impacto da crise financeira de 2008/2009 nos principais bancos de capital aberto no Brasil.** V EPCT – Encontro de Produção Científica e Tecnológica. Campo Mourão, PR. 2010.

LIKER, J. K.. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2005. 320 p.

MARTINS, P. G., LAUGENI, F.. **Administração da Produção**, 3ª edição. Saraiva, 06/2014. VitalSource Bookshelf Online.

MARTINS, R. A.O, MELLO, C. P., TURRIONI, J. B.. **Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção.** Atlas, 2013. 224 p.

OHNO, T.. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

REIS, C.C.C., NAUMANN, E. A., SCORTEGAGNA, C. **Aplicação dos estudo de tempos em uma prestadora de serviços na busca do aumento da produtividade.** XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ceará, 2015.

REIS, M. M. **Inferência Estatística – Estimação de Parâmetros.** Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap9.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

SALGADO, E. G., MELLO, C. H. P., SILVA, C. E. S., OLIVEIRA, E. S., ALMEIDA, D. A.. **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos.** Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 3, p. 344-356, jul.-set. 2009.

SHINGO, S.. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 281 p.

SILVA, A. V., COIMBRA, R. R. C. **Manual de Tempos e Métodos.** São Paulo: Hemus, 1980. SOUZA, D. G. B., NETO, L. C., QUEIROZ, J. A., VEIRA, D. R., **Waste measurement project of an aeronautic assembly line.** The Journal of Modern Project Management. 2016.

TAPPING, D; SHUKER, T. **Value Stream Management: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements.** Productivity Press. New York, 2002. 169p.

TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica.** São Paulo: Atlas. 1995. 112 p.

WILSON, L.. **How to Implement Lean Manufacturing.** New York: McGraw-Hill Professional, 2009. 336 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 408 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D.. **A máquina que mudou o mundo**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 332 p.

YIN, R. K. **Case study research**: design and methods. 4th ed. California: SAGE Publications, Inc. 2009. 96 p.

ABSTRACT: Lean Manufacturing is a methodology commonly employed and indispensable to organizations that seek to improve their results, since it increases the capacity of creating value to the client by allowing greater flexibility and agility of the productive process. The present case study describes the method used to measure the wastes that affect the performance of a multinational in the electronic sector, as well as propose tools capable of eliminating and /or reducing the main activities that do not add value to the flow. Based on the data collected through the chronoanalysis, graphs were generated that indicated the percentage of loss, allowing to classify the wastes that could negatively impact the entire value chain.

KEYWORDS: Lean Manufacturing; Measurement; Chronoanalysis; Waste.

ANEXO

Anexo A – Tomada de tempos das atividades para determinar o tipo de atividade

Amostras	Data	Horário	AV	NAV - N	NAV						
					E	D	M	SPD	SPC	T	P
1	04/jul	15:07	14:02	00:00	09:08	00:35	02:41	02:02	00:00	00:00	00:40
2	04/jul	15:36	13:43	02:39	04:19	01:53	04:59	01:49	00:24	00:00	00:14
3	05/jul	16:05	14:35	01:48	05:52	00:00	02:38	02:01	02:01	00:20	00:45
4	05/jul	08:58	11:33	00:00	03:16	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	15:11
5	06/jul	08:58	09:00	00:29	15:14	00:00	00:33	01:06	00:00	00:00	03:38
6	06/jul	09:35	21:25	01:00	00:40	00:00	02:17	00:00	00:00	00:00	04:38
7	07/jul	09:35	08:38	00:00	03:12	00:00	01:42	00:00	01:10	00:00	15:18
8	07/jul	09:35	12:05	00:00	00:00	00:00	00:10	00:00	00:00	00:13	17:32
9	08/jul	10:05	11:30	02:11	03:55	01:13	03:19	00:00	00:00	00:00	07:52
10	08/jul	10:05	18:57	00:20	00:00	02:15	05:48	02:06	00:00	00:34	00:00
11	11/jul	10:05	23:16	00:00	00:00	02:37	04:07	00:00	00:00	00:00	00:00
12	11/jul	10:37	12:35	10:19	01:53	00:00	04:13	00:00	00:57	00:00	00:03
13	12/jul	10:37	23:11	00:00	00:13	00:00	00:00	00:00	00:00	01:34	03:02
14	12/jul	10:37	11:57	12:00	00:00	00:00	01:11	00:00	00:00	00:00	04:52
15	13/jul	15:16	18:27	00:00	00:00	00:00	00:53	00:00	00:00	00:28	10:12
16	13/jul	15:07	06:10	18:58	02:30	00:00	01:56	00:00	00:00	00:26	00:00
17	14/jul	15:36	18:53	05:08	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	05:59
18	14/jul	16:05	06:22	11:51	05:49	00:00	02:53	00:00	00:00	01:21	01:44
19	15/jul	08:58	23:53	01:20	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:27	01:20
20	15/jul	08:58	20:03	00:17	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	01:54	07:46
21	18/jul	09:35	04:30	08:55	11:34	00:00	01:55	00:42	00:00	00:31	01:46
22	18/jul	09:35	09:52	12:00	06:05	00:00	01:51	00:00	00:00	00:00	00:12
23	19/jul	09:35	17:12	06:57	00:00	00:00	03:16	00:00	00:00	00:00	02:35
24	19/jul	10:05	06:12	05:54	03:48	03:00	01:58	00:00	00:00	00:44	08:24
25	20/jul	10:05	12:04	00:40	04:00	00:00	03:29	00:00	00:00	00:00	08:57
26	20/jul	10:05	16:33	05:14	00:00	00:00	01:09	00:00	00:00	00:17	06:47
27	21/jul	10:37	05:16	02:39	14:47	00:00	00:50	01:18	00:00	01:10	04:00
28	21/jul	10:37	02:03	07:38	01:19	00:58	01:35	00:00	11:25	02:42	02:20
29	22/jul	10:37	06:13	06:37	02:43	00:00	00:00	00:00	11:44	02:43	00:00
30	22/jul	15:16	10:34	02:52	01:00	00:00	00:00	00:00	05:52	00:00	09:42
Total			06:07	02:07	01:51	00:12	00:55	00:11	00:33	00:15	02:45

AV – Agrega valor.

NAV-N – Não agrega valor, mas é necessário.

NAV – Não agrega valor.

E – Espera

D – Defeito

M – Movimentação

SPD – Superprodução

SPC – Superprocessamento

T – Transporte

P - Porosidade

CAPÍTULO XV

PROCONVE-7, PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR, FASE-7

**Adriano José Sorbille de Souza
Aracelli Martins de Freitas Fioravante
Igor Alexandre Fioravante
Jorge Luiz Rosa
Rosinei Batista Ribeiro
Rosenil Honorato Melo**

PROCONVE-7, PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR, FASE-7

Adriano José Sorbile de Souza

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

UNIFATEA-Universidade Tereza D´Ávila-Lorena-SP

Aracelli Martins de Freitas Fioravante

ETEC Prof. José Sant´Ana de Castro-Cruzeiro-SP

Igor Alexandre Fioravante

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

Jorge Luiz Rosa

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

UNIFATEA-Universidade Tereza D´Ávila-Lorena-SP

Rosinei Batista Ribeiro

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

UNIFATEA-Universidade Tereza D´Ávila-Lorena-SP

UNIFEI-Itajubá-MG

Rosenil Honorato Melo

FATEC Waldomiro May-Cruzeiro-SP

RESUMO: Ao longo dos tempos o meio ambiente vem passando por constantes modificações oriundas da ação antrópica, que em geral trazem impactos negativos, tais como o aquecimento global e efeito estufa, que aumentam a temperatura média do Planeta. Esses fenômenos são ocasionados principalmente pela emissão de gases CO₂, presentes na fumaça dos escapamentos dos automóveis e nas emissões provenientes do setor industrial. O presente artigo traz informações e esclarecimentos sobre o PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), criado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. O programa surgiu desde 1986, desde então vem modificando suas fases, cada vez com limites menores de emissão de poluentes. A fase P7 em questão requer uma tecnologia mais sofisticada nos motores: Sistema de redução catalítica seletiva (SCR) para o escape de gases, com uso do ARLA 32 no sistema catalítico e Sistema de recirculação de gases de escapamento (EGR) como opção ao sistema SCR. Além dessa tecnologia dos motores, os veículos contarão com uma ferramenta eletrônica, conhecida como OBD sigla em inglês para sistema de diagnóstico de bordo, que identifica eletronicamente a ausência da ureia. Para que essas inovações tenham seu correto funcionamento, torna-se necessário a utilização de óleo diesel com baixo teor de enxofre (S-10).

PALAVRAS-CHAVE: Proconve; SCR; EGR; Arla 32; ODB.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a deterioração da qualidade do ar do país levou o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a criar, em 1986, o Programa de Controle da

Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE). Instituído pela Resolução nº 18/86, o PROCONVE tem por objetivo reduzir as emissões de poluentes de veículos novos, por meio da implantação progressiva de fases que, gradativamente, obrigam a indústria automobilística a reduzir as emissões de poluentes nos veículos que serão colocados no mercado.

A fase do PROCONVE P7 (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores) entrou em vigor em janeiro de 2012. É uma legislação similar à europeia EURO 5. Para serem atendidos, os novos limites de emissões dessa fase P7 exigem, além de modificações nos motores, novos sistemas de pós-tratamento dos gases de escapamento e diesel com reduzido teor e enxofre (ANFAVEA, 2012).

A fase P7 do PROCONVE e o impacto no Setor de Transporte é fruto de um trabalho que busca disseminar informações sobre as novas metas de emissões de poluentes para ônibus e caminhões. A nova legislação P7 traz redução ainda maiores de óxido de nitrogênio (NOx) e das emissões de material particulado (MP) em relação à fase anterior P5, tendo em vista que a P6 não vigorou.

A Poluição Atmosférica é causada devido a um desequilíbrio provido de causas artificiais decorrentes da ação do homem que polui o ar mediante a liberação de vários tipos de poluentes como a queima de combustíveis por veículos a motor. A redução de emissão desses poluentes na atmosfera traz ganhos significativos para o meio ambiente, inclusive para a saúde humana, pois o ar puro é indispensável à vida humana, além do qual se este estiver poluído causa danos à flora e à fauna e ao meio ambiente em geral (MURASSAWA, 2011).

O presente artigo trata dos objetivos do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores e de que forma ele vem ajustado na legislação ambiental, assim como a eficácia dessa proposta de consolidar economia e ecologia.

2. BREVE HISTÓRICO DO PROCONVE

Segundo Miranda (2011), em meados da década de 1970, os caminhões e ônibus no Brasil passaram a usar massivamente o Diesel como combustível ao invés da gasolina, uma vez que as necessidades de torque e potência são muito diferentes para veículos de carga e automóveis de passeio. Nesta época, as montadoras utilizavam os limites de emissão de poluentes de seus países de origem, já que não havia este tipo de legislação em nosso país.

Para combater essa situação, em 1986, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), criou o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, que tinha por objetivo implantar uma série de leis reguladoras e metas para montadoras automotivas com o intuito de reduzir as emissões de poluentes pelos automóveis, e conseqüentemente, minimizar os impactos ambientais, por eles causados (SCHOLL, 2009).

Para veículos pesados, que de acordo com o próprio CONAMA são aqueles que possuem PBT (peso bruto total) superior a 3.587 kg, a primeira restrição surgiu em 1987,

com a fase um do programa, atingindo apenas os ônibus urbanos e, no ano seguinte, a frota total.

Nesta fase, os limites eram relativamente altos, já que os modelos a venda no Brasil ainda eram ineficientes, fato piorado pelo combustível de baixa qualidade e com alto teor de enxofre, que acabou por dificultar ainda mais a tarefa de enquadrar os motores nesta legislação (MIRANDA, 2011).

Ainda de acordo com o autor citado acima, as fases seguintes também foram implantadas de maneira gradual, obviamente valendo somente para a frota nova e, a cada versão, os limites ficam menores, obrigando a adoção de soluções tecnológicas diferentes pelas montadoras.

A partir de 1º de janeiro de 2012, entrou em vigor a fase 7 do PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), o P-7, uma norma ambiental aprovada pela resolução 403 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Por força de lei, fabricantes de caminhões e ônibus são obrigados a instalar sistemas que reduzam a emissão de poluentes em seus veículos.

2.1. LIMITES DE POLUENTES

Miranda (2011) esclarece que, a combustão do Diesel resulta, além de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (HC), presentes na queima de qualquer combustível derivado de petróleo, o material particulado (MP), também chamado de fuligem que é basicamente carbono puro resultante da falta de oxigênio suficiente para reagir na mistura com o combustível. Este particulado tende a ficar suspenso no ar e ser inspirado pelos seres humanos e outros animais durante a respiração.

Na tabela 1 abaixo, é possível visualizar quais os limites de emissão de cada uma das fases do programa, sendo possível perceber que o limite de emissão de CO foi de 11,2 g/kWh no PROCONVE 2 (P2) para 1,5 g/kWh no P7, enquanto o limite de MP foi reduzido de 0,7 no P2 para 0,02 g/kWh no P7.

Tabela 1: Limites de Poluentes

LIMITES DAS EMISSÕES PARA VEÍCULOS PESADOS A DIESEL (g/kWh)								
PROCONVE	EURO	CO	HC	NOx	MP	Vigência	NORMA (Conama)	Teor de Enxofre
Fase I (P1)	Sem espec.	14,00*	3,50*	18,00*	-	1989 a 1993	Res. 18/86	-
Fase II (P2)	Euro 0	11,20	2,45	14,40	0,60*	1994 a 1995	Res. 08/93	3.000 a 10.000 ppm
Fase III (P3)	Euro 1	4,90	1,23	9,00	0,40 ou 0,70 ⁽¹⁾	1996 a 1999	Res. 08/93	3.000 a 10.000 ppm
Fase IV (P4)	Euro 2	4,00	1,10	7,00	0,15	2000 a 2005	Res. 08/93	3.000 a 10.000 ppm
Fase V (P5)	Euro 3	2,10	0,66	5,00	0,10 ou 0,13 ⁽²⁾	2006 a 2008	Res. 315/02	500 a 2.000 ppm
Fase VI (P6)	Euro 4	1,50	0,46	3,50	0,02	2009 a 2012 ⁽³⁾	Res. 315/02	50 ppm
Fase VII (P7)	Euro 5	1,50	0,46	2,00	0,02	a partir de 2012	Res. 403/08	10 ppm

Fonte: Confederação Nacional do Transporte, (2011)

2.2 TECNOLOGIAS APLICADAS

Waddington (2010), explica a diferença das duas opções de sistemas de pós-tratamento: o SCR e o EGR.

- O SRC, sigla de Seletive Catalitic Reduction, ou redução catalítica seletiva, exige um segundo componente na equação, o ARLA 32, que age no tratamento dos gases de escape. Funciona da seguinte maneira: a substância é injetada no escapamento do veículo e, ao reagir com o óxido de nitrogênio, resulta na emissão de água em forma de vapor e nitrogênio em estado gasoso. Além de reduzir as emissões de NOx em 60%, assegura a redução de 80% nas emissões de material particulado.

- O EGR, Exhaust Gases Recirculation, ou sistema de recirculação de gases de exaustão, por sua vez, dispensa o uso do aditivo ARLA 32. Mas, em contrapartida, exige maior capacidade de resfriamento dos gases liberados pelo sistema de escape. Ou seja: um sistema de arrefecimento mais eficiente e, portanto, maior e mais caro. As duas tecnologias apresentam vantagens, dependendo da aplicação do veículo. Cada fabricante selecionou a mais adequada para seus produtos e definiu sua estratégia levando em conta, principalmente, os custos e as condições operacionais dos veículos (ANFAVEA, 2012).

2.3 COMBUSTÍVEL COMO FATOR DECISIVO

Para atender aos novos limites de emissões, são utilizados sistemas de pós-tratamento sensíveis ao enxofre. Portanto, se faz necessária a utilização de diesel com menor teor de enxofre, inicialmente quando o programa começou a vigorar a ANFAVEA permitiu o abastecimento com o Diesel S50 (50 partes por milhão – ppm) e,

posteriormente, a partir de 2013, o S10 (ANFAVEA, 2012).

O novo diesel com baixo teor de enxofre pode ser usado nos veículos mais antigos e também com vantagens, tais como: redução das emissões de material particulado, menor desgaste dos anéis e cilindros, com aumento da vida útil, e menor deterioração do óleo lubrificante.

Ainda de acordo com a ANFAVEA (2012), um veículo p7 deve ser devidamente abastecido com diesel S10, caso contrário provocará aumento das emissões, entupimento do catalisador e filtro, formação de depósitos, carbonização do motor, aumento do consumo de combustível, redução da vida útil do veículo, entre outros problemas. Apenas em situações de emergência, e raras, os motores P7 podem funcionar com o diesel antigo, mas isso deve ser evitado ao máximo e o veículo deve ser reabastecido com o diesel novo (S10) o mais rápido possível. Segundo a Webtranspo (2012), desde 1º de janeiro de 2012, a venda do diesel S50 que possui um menor teor de enxofre, tornou-se obrigatória no território nacional e, esse teor de enxofre foi aceito devido ao período de transição, porém, somente a partir de 2013 o diesel S10 pôde ser comercializado, a Petrobrás diz que, não só atendeu ao Programa, como também se antecipou na substituição do S50 para o S10.

No início quando a fase do PROCONVE P7 entrou em vigor de todas as regiões, a que mais possuía postos com ofertas deste combustível era a Nordeste, porém, a Petrobrás afirma que hoje a disponibilidade do diesel S10 e do S-500 se dá em todos os postos de abastecimento.

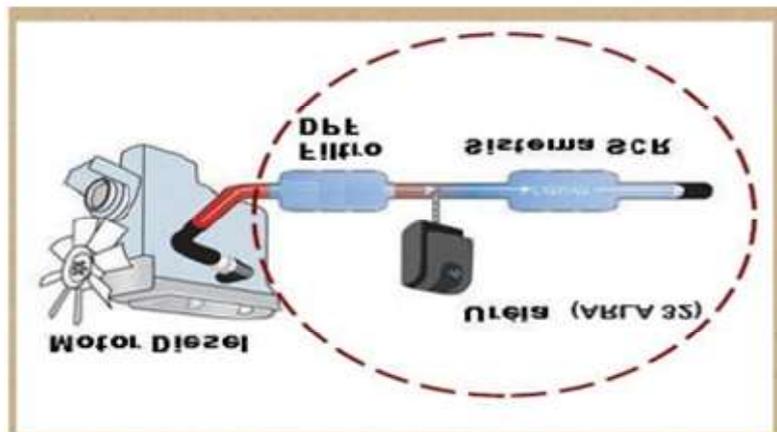
2.4 ARLA 32

De acordo com a CNT (Confederação Nacional do Transporte) os veículos da fase P7 que forem equipados com motores diesel com SCR necessariamente utilizarão o ARLA 32, que é a abreviação de Agente Redutor Líquido de óxidos de nitrogênio (NOx) Automotivo, o número 32 refere-se à concentração da solução (32,5%). Trata-se de um produto químico à base de uréia, não tóxico e extremamente seguro para manuseio e transporte. O produto não entra em contato direto com o combustível, ficando em recipiente próprio, no cofre do motor, ou em suporte externo fixado ao chassi. Após a combustão, utilizando-se do gerenciamento eletrônico do motor, a solução de uréia é pulverizada junto aos gases de escape e se combina quimicamente com o NOx para formar os não tóxicos N₂ e O₂.

O ARLA 32 é uma solução aquosa de uréia técnica, que faz o papel de tratar os gases no momento do escape. Essa solução é inofensiva ao meio ambiente, não é tóxica e está classificada na categoria dos fluidos transportáveis de baixo risco. O ARLA 32 tem um reservatório especial no veículo como demonstra a figura 1 abaixo, que deve ser abastecido periodicamente. O ARLA 32 pode ser encontrado em postos de combustível e revendedores especializados (MERCEDES BENZ, 2012).

Ainda Segundo a explicação da Mercedes Bens (2012) a ação conjunta do SCR e do ARLA 32 irá assegurar a redução de 80% nas emissões de material particulado e de 60% nas emissões de NOx, atendendo à legislação de emissões Conama P7.

Figura 1: Sistema de Pós-Tratamento



Fonte: Confederação Nacional do Transporte, (2011)

3. METODOLOGIA

Demo (1996, p.34) insere a pesquisa como atividade cotidiana considerando-a como uma atitude, um “questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático”.

Para Gil (1999, p.42), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”. Para a elaboração do presente artigo foi realizada a Pesquisa Bibliográfica, elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na Internet.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil é o único país não titulado de país desenvolvido que tem o programa de controle de emissão de poluentes por veículos, o que denota uma preocupação com as questões ambientais, especialmente em relação às emissões de gases poluentes da atmosfera.

Mesmo depois do insucesso da fase 6 do Proconve, a expectativa continua grande quanto à fase 7. Percebe-se que essa fase está amparada e monitorada pelos órgãos competentes, acompanhando desde a aplicação da norma, disponibilização dos produtos até a fiscalização do não cumprimento da resolução, essa fiscalização, infelizmente é fato, que vêm atuando para combater à adulteração do ARLA-32, inclusive fabricações caseiras. Outro fator que nos chama a atenção são os profissionais mal-intencionados que também são alvos de fiscalização, pois já é possível encontrar no mercado, profissionais que

burlam o Sistema ODB.

Pode-se afirmar que o sucesso do Proconve P-7 não depende somente dos responsáveis pela fabricação dos veículos e do reagente utilizado na tecnologia SCR, mas os ganhos tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente dependem também, muito dos condutores, donos das frotas e dos donos dos postos de combustíveis, que tem que agir com consciência e muita responsabilidade.

A CNT (2011) ressalta que, os ganhos ambientais e para a saúde humana mostraram-se bastante significativos desde a criação do PROCONVE, em 1986, tanto em relação às emissões de veículos leves quanto para as emissões de pesados. Comparando-se os limites de emissão estipulados nas fases P2, a primeira a ser compulsória, e P7, observa-se redução de 87% nos limites de CO, 81% nos limites de HC e 86% nos limites toleráveis de NOx.

Ademais, os avanços provocados nas tecnologias incorporadas aos veículos foram também significativos, importantes inclusive para a abertura à exportação da produção de veículos montados no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 2011. **Cartilha Proconve**. Diesel e emissões a nova legislação 2012. Disponível em <<http://www.anfavea.com.br/>>. Acesso em: 17 de ago. 2017.

CNT. **A fase P7 do Proconve e o impacto no setor de transporte**. – Brasília: CNT: Sest/Senat, 2011. Disponível em <www.cnt.org.br>. Acesso em: 20 ago. 2017.
DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.

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

MERCEDES-BENS. 2012. Disponível em <<http://blogcaminhao.mercedesbenz.com.br/index.php/tag/proconve-p-7/>>. Acesso em: 16 jul. 2017.

MIRANDA, M. **O que muda com a chegada do Proconve 7**. 2011. Oficina Brasil. Disponível em <<http://www.oficinabrasil.com.br/index.php/reparador-diesel/1743-o-que-muda-com-achegada-do-proconve-7>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

MURASSAWA, M. T. M. **Aquecimento Global - Ficção x Realidade**. 2011. Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/urbano/artigos_urbano/aquecimento_global_ficcao_x_realidade.html>. Acesso em: 10 jun. 2017.

SCHOLL E., OLIVEIRA F. C., SCHMITT E. G., PEROTTONI B. I. 2009. **Emissão de poluentes**

por automóveis. Disponível em

<www.ftec.com.br/empresajr/revista/autor/pdf/ivanilde.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

WADDINGTON, C. 2010. Edição 27. **Sem fumaça**. Disponível em

<<http://www.autodata.com.br/modules/transpodata.php?m=reportagens&recid=5397>>
>. Acesso em: 28 de jul. 2017.

ABSTRACT: Over time the environment has been experiencing constant modifications arising from the Anthropogenic action, which generally brings negative impacts such as global warming and greenhouse effect, which increase the average temperature of the planet. These phenomena are mainly caused by the emission of CO₂ gases, present in the exhaust fumes of cars and emissions from the industrial sector. This article brings information and clarifications on the PROCONVE (Air Pollution Control program by automotive vehicles), created by the National Council of Environment-CONAMA. The program has emerged since 1986, since it has been modifying its phases, each time with lower emission limits of pollutants. The P7 phase in question requires more sophisticated technology in the engines: selective catalytic Reduction system (SCR) for exhaust gases, using ARLA 32 in the catalytic system and exhaust gas recirculation system (EGR) as an option to the SCR system. Besides this technology of the engines, the vehicles will count with an electronic tool, known as the OBD acronym in English for the on-board diagnostic system, which electronically identifies the absence of urea. For these innovations to have their correct functioning, it becomes necessary to use low sulphur diesel oil (S-10).

KEYWORDS: PROCONVE; SCR; EGR; ARLA 32; ODB.

CAPÍTULO XVI

RELAYOUT DE UM PROCESSO FABRIL COM IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS DE PRODUÇÃO BASEADA NA PRODUÇÃO ENXUTA DE UMA EMPRESA NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM) EM PLENA REGIÃO AMAZÔNICA

**Wesley Gomes Feitosa
Welleson Feitosa Gazel
Charles Ribeiro de Brito
Edmilson Ferreira da Silva
Jorge Luiz Oliveira Regal
Doriedson Sousa Dias**

RELAYOUT DE UM PROCESSO FABRIL COM IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS DE PRODUÇÃO
BASEADA NA PRODUÇÃO ENXUTA DE UMA EMPRESA NO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS
(PIM) EM PLENA REGIÃO AMAZÔNICA

Wesley Gomes Feitosa

wesleygfeitosa@yahoo.com.br

Universidad Columbia del Paraguay (UCP-Paraguai)

Lauretae International Universities (UNINORTE-Brasil)

Welleson Feitosa Gazel

w.gazel@gmail.com

Universidade Paulista (UNIP)

Charles Ribeiro de Brito

charles.brito@uninorte.com.br

Lauretae International Universities (UNINORTE)

Edmilson Ferreira da Silva

edi.ferreira457@gmail.com

Lauretae International Universities (UNINORTE)

Jorge Luiz Oliveira Regal

j.l.oliveirabastos@hotmail.com

Lauretae International Universities (UNINORTE)

Doriedson Sousa Dias

doriedsondias@gmail.com

Lauretae International Universities (UNINORTE)

RESUMO: O presente artigo mostra a importância de um projeto de *Lean Manufacturing* por meio de implantação de células de produção (*relayout*) em uma empresa do polo industrial de Manaus – PIM, ao qual possui como problema seu processo fora dos padrões e sistemáticas em seu processo produtivo. O objetivo deste será mostrar como era a linha de produção e como ficou após o *relayout* implantado e, para tal evidência baseado nesta pesquisa e como procedimentos metodológicos: técnicas, conceitos e ferramentas capazes de auxiliar nas vertentes teorias de Taylor, Ford e Fayol para nos ajudar a ter uma visão teórica do tema correlacionado. Assim também, com a aplicabilidade direta dos métodos e ferramentas para tornar o fluxo do processo contínuo, ao qual nos possibilita ter uma visão sistêmica para analisarmos o fluxo sequencial deste projeto, e que, de tal modo, será mostrado os resultados esperados após a implantação das Células de Manufatura. Pois, comum processo enxuto, logo será notado ganhos em eficiência de Qualidade e Produtividade, redução de custo e um processo mais padronizado no chão-de-fábrica.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Manufacturing*, Células de Manufatura, Qualidade e Produtividade..

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo mostra o conceito para aplicabilidade de um Processo Enxuto baseado na implantação de *relayout* no processo fabril na empresa do polo industrial de Manaus (PIM).

Na busca por melhoria de processo, passou-se a conhecer várias ferramentas encontradas dentro do *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta), fazendo entender melhor todos os passos de como implantar um *relayout* de células de produção em uma empresa.

O uso de inúmeras ferramentas, tais como, *Just in Time* (Total Quality Control), desenvolvido por Taiich Ohno na Toyota, é uma proposta de reorganização do ambiente produtivo assentada no entendimento de que a eliminação de desperdícios, visa o melhoramento contínuo dos processos de produção, e sendo usado como metodologia de manufatura enxuta, mostram-se oportunidades baseado nos conceitos e princípios dos valores internos da organização.

Para Slack et al. (2009) este método é conhecido como Kanban, nome dado aos "cartões" utilizados para autorizar a produção e a movimentação de materiais, ao longo do processo produtivo. As regras do Kanban e o princípio da visibilidade permitem identificar rapidamente os problemas que comprometem a confiabilidade do processo produtivo, permitindo a sua imediata resolução, e também, o baixo nível de stocks e a redução dos tempos que permitem que o ciclo de produção seja curto e o fluxo veloz.

Slack et al. (2009) explica que o *Just in Time* tornou-se muito mais que uma técnica de gestão da produção, e sendo considerado como uma completa filosofia, inclui vários aspectos encontrados em gestão de materiais, gestão da qualidade, organização física dos meios produtivos, engenharia de produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.

2 O SISTEMA PRODUTIVO E O CONCEITO DE PRODUÇÃO

Segundo Mayer (1992 apud Arnt 2014) o conceito de produção varia de acordo com o ramo de atividade da empresa, pois em uma organização industrial, produção é a fabricação de um objeto material, mediante a utilização de homens, materiais e equipamentos. Em uma organização de serviços, produção é o desempenho de uma função que tenha alguma utilidade; esta função varia, desde o conserto de um automóvel até a prestação de assessoria jurídica.

Mayer (1992 apud Arnt 2014) afirma que a administração da produção está inter-relacionada com os outros setores funcionais da empresa, e não é independente da comercialização, das finanças e da administração de pessoal e, como resultado, não se pode dizer que ela começa em um determinado ponto e termina em outro.

Apesar de existirem diferentes tipos de empresas em diferentes tipos de negócios, Slack et al. (2009) acreditam que na distância predial de um hospital ou de um prédio de uma fábrica de automóveis, eles podem parecer os mesmos. A diferença se encontra

quando nos aproximamos destas duas operações para observar o surgimento de diferenças bem claras, muito bem definidas pela natureza de seus *inputs*. A mesma coisa acontece com todas as operações descritas como processos de *input*-transformação-*output*.

Segundo Silva (2009) através de vários estudos de sistemas produtivos, notou-se que, a administração forma-se através de elementos que constituem sua história erguida até os dias de hoje, e, para isso é necessário que seja considerado vários fatores inerentes a eles, tais como: os produtos, os consumidores, as matérias-primas, os processos de transformação, os trabalhadores diretos e indiretos e os sistemas formais e informais que organizam e controlam todo o processo, para que opere de maneira eficaz e bem estruturada.

2.1 HISTÓRICOS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

Segundo Batista (2007) eles estudaram os métodos de trabalho americano e os copiaram para seus processos com uma atenção particular às práticas de Henry Ford. E, com a utilização de várias ferramentas, incluiu-se nesses estudos as teorias de Deming e Juran.

Batista (2007) mediante a essas técnicas, pode-se ser mais detalhista do que isso, pois sabemos que depois do século XIX outros sistemas de produção surgiram, sendo que os modelos de produção da área automobilística foram os que mais evoluíram em todo o mundo servindo de base para o restante das sociedades.

Para Batista (2007) Ford foi o primeiro pensador enxuto por eliminar vários desperdícios de tempo e movimentação para a sua época, e por colocar à disposição da manufatura em fluxo na fábrica de Highland Park através da linha de montagem. Contudo, na realidade ele foi o fundador da produção em massa. A produção em massa segue dois princípios fundamentais.

2.2 DETERMINANDO O TEMPO DE CICLO

Uma vez feito a análise em um processo e identificando em suas atividades, o próximo passo é colher dados sobre o tempo de ciclo. O tempo de ciclo do processo é o tempo necessário à conclusão de todo o processo. A sua análise é normalmente executada através do acompanhamento do trabalho das atividades exigidas no processo, afirma RENOVATO (2010).

Deste modo, as estimativas de tempo devem ser somadas separadamente. Ou seja, cada circuito / posto de trabalho deve ser considerados como tempos em diferentes escalas, afim de se obter os tempos de processamento e tempos de não processamentos. Ainda RENOVATO (2010) explana que o último passo na documentação do tempo de ciclo é organizar as informações para apresentação gráfica.

De acordo com Zandin (1990 apud Coelho 2003) o método de medir o movimento geral de cada operação, consiste em uma técnica orientada ao movimento do objeto ao se deslocar de um referencial a outro. Ou então, restrito em apenas uma direção, no caso de contato em uma superfície. Abaixo mostra as fórmulas para se calcular os tempos de:

Capacidade de Produção - Para Peinado & Reiz (2007 apud Wilker 2007) a capacidade de produção é obtida em função de tempo de ciclo e da capacidade disponível da empresa. Vejam abaixo como aplicar as capacidade e ciclos produtivos.

Fórmula e exemplo:

Fórmula:
$$\text{Capacidade de produção} = \frac{\text{Capacidade disponível}}{\text{Tempo de Ciclo}}$$

Exemplo:
$$\text{Capacidade de produção} = \frac{480}{0,80} = 600 \text{ peças}$$

Nível de produção desejado - Ainda Peinado & Reiz (2007 apud Wilker 2007), acrescenta que se a demanda for superior 600 peças por dia, será necessário será preciso reconfigurar a linha de produção, aumentando o número de estações de trabalho, e para isso é necessário calcular qual o tempo de ciclo necessário para atender a demanda. Vejam como calcular.

Fórmula e exemplo:

Fórmula:
$$\text{Ciclo total} = \frac{\text{Capacidade disponível}}{\text{Demanda}}$$

Exemplo:
$$\text{Ciclo total} = \frac{480}{900} = 0,533 \text{ peças}$$

2.3 SISTEMA KANBAN DE CONTROLE DE PRODUÇÃO

Uma palavra que vem do termo japonês (CARTÃO), e se baseia no controle visual dos estoques de materiais. Sendo assim, entendemos que o Kanban é o método de puxar a produção e materiais a partir da necessidade ou procura, isto é, o ritmo de produção e puxada de material é determinado pelo ritmo de circulação dos Kanbans (pedidos), o qual é determinado pelo ritmo de consumo dos produtos.

De acordo com Shingeo (1996), um sistema Kanban promove melhorias sob dois aspectos, são eles:

a) Os Kanbans evidenciam situações anormais, quando eles são retidos por falhas nas máquinas e defeitos nos produtos.

b) Uma situação gradual do número de Kanban leva a redução no estoque, relativo à instabilidade da produção, desta forma destacam-se aqueles processos com capacidade subutilizada, gerando anormalidade, e as descobertas dos principais pontos que necessitam de melhorias tornando-os mais simples para sua descoberta, sendo assim, sua eficiência pode ser elevada concentrando-se nos pontos mais fracos do processo.

Desta forma, podemos afirmar que o sistema Kanban não se torna aplicável em empresas com produção sob projeto não repetitivos, onde os pedidos são infrequentes e imprevisíveis.

$$\text{Número de Kanban (N)} = \frac{\text{Estoque máximo (Q + } \alpha \text{)}}{\text{Capacidade de 1 palete (n)}}$$

Shingo (1996), afirma que no Sistema Toyota de Produção, a determinação dos valores é dada a partir de suas medidas e de seu ponto de partida, pelo uso de menores tempos de setup para que se tenha o menor valor absoluto de seu estoque e de acordo com o pedido do cliente.

3 PADRONIZAÇÃO NA PRODUÇÃO ENXUTA

A padronização ao que se refere com o termo enxuto, tornou-se fácil e de amplo conhecimento para este estudo sua aplicação, sendo que, uma vez mencionado nos capítulos anteriores e pelo fato de ver seu conceito implementado na grande maioria das empresas, podemos afirmar que, a organização no local de trabalho é o que faz com que seus operários possam entender o fluxo do trabalho que estão executando.

Sendo assim, afirmar-se que o conceito de padronizar, na Produção Enxuta, refere-se aos procedimentos precisos para o trabalho de cada um operador dentro do processo produtivo, ao qual se baseia em três elementos:

Takt-time, que é a taxa em que os produtos devem ser produzidos para atender à demanda do cliente. Segundo Pereira (2005 apud Ferro, 2005), takt-time é o tempo disponível dividido pela demanda do cliente. Veja abaixo como se faz a fórmula para descobrir o tempo disponível e a demanda do cliente por turno:

$$\text{TAKT-TIME} = \frac{\text{Tempo disponível por produto}}{\text{Demanda do cliente por produto}}$$

3.1 QUALIDADE FINAL DO PRODUTO

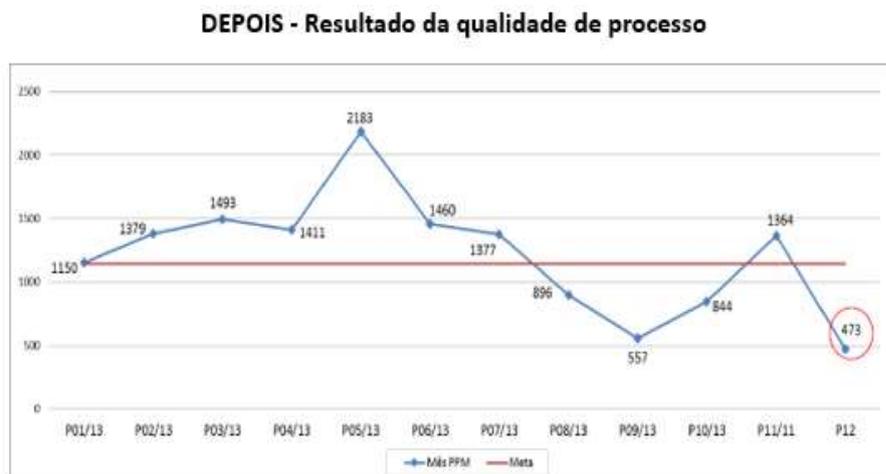
Um dos indicadores mais importante, é o Final Audit (auditoria final), pois de acordo com Montenegro (2013), este indicador faz parte de um dos objetivos a ser alcançado ao término da implantação do projeto. Os gráficos 1 e 2, mostram a evolução da qualidade final do produto, as medições foram feitas nos períodos de 2012/2013.

Gráfico 1- Desempenho de qualidade / Auditoria final de processo



Fonte: Próprio autor, 2013.

Gráfico 2- Desempenho de qualidade / auditoria final de processo

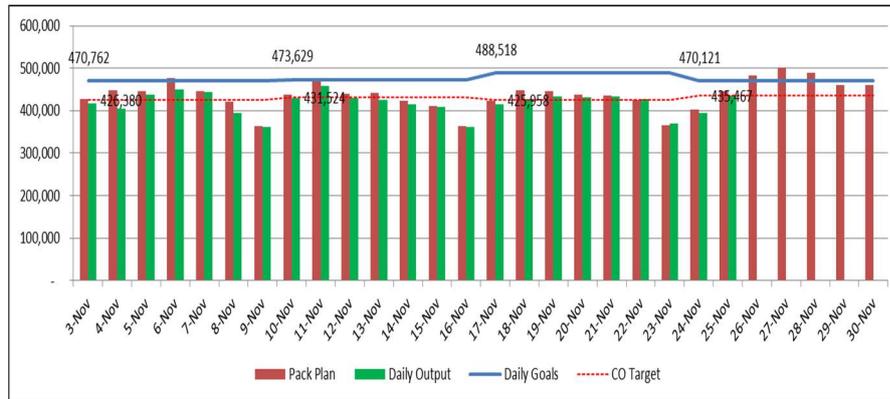


Fonte: Próprio autor, 2013.

3.2 ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DIÁRIA

O acompanhamento de produção é feito através de um quadro onde cada líder ou reserva justifica a produtividade de sua linha, para que se tenha um controle gerencial de todos os acontecimentos e ocorrências no turno de origem. O gráfico abaixo mostra alguns indicadores antes do *relay*.

Gráfico 3- Acompanhamento de produção diária - Antes



Fonte: Próprio autor, 2013.

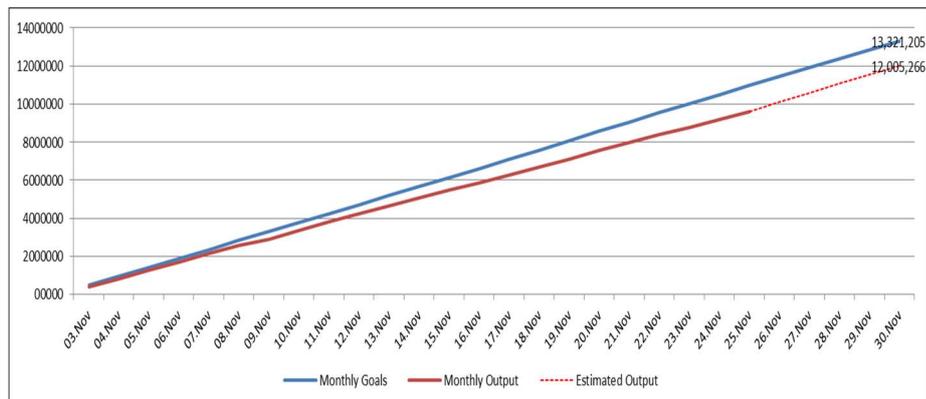
Com base nos dados mostrados, o Gerente de Produção tem uma preocupação imensa na busca de resultados em seu processo produtivo.

3.3 TARGET MENSAL DE PRODUÇÃO

Assim como mensalmente, o Gerente de Produção também faz reunião semanal para melhor estratificação dos problemas e para tomada rápida de decisão, pois, caso haja desvios inferiores a meta exigida, o mesmo, faz novamente as perguntas aos seus participantes.

O prazo de entrega dos produtos se vem ser seguido conforme o cronograma gerado pelo PCP, pois, cada área deve atender de forma eficaz o processo produtivo para que não haja perdas de produtividade. E desta forma, atendendo a entrega do produto no tempo certo.

Gráfico 4, Produção mensal baseado em Output estimado - Antes

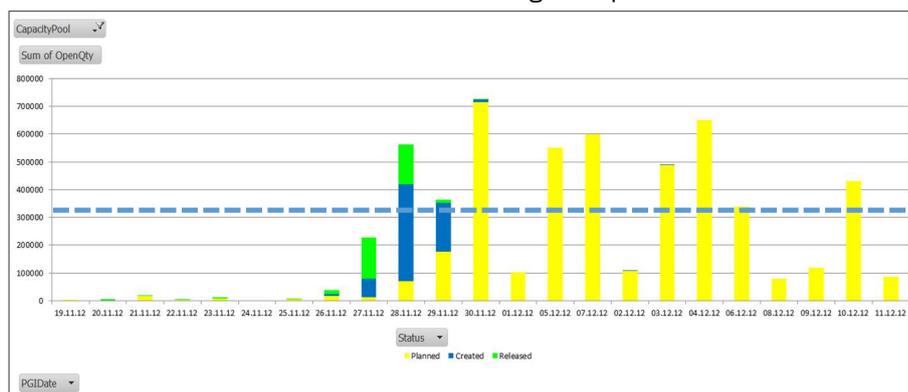


Fonte: Próprio autor, 2013.

3.4 SITUAÇÃO DAS ORDENS DE PRODUÇÃO

Para mitigar o *output* dos produtos e o plano de produção diário, o gerente de produção entra em contato constantemente com o PCP (Controle de Planos de Produção) para manter seu grupo informado positivamente ou negativamente. Isso depende da demanda solicitada pelo cliente conforme se demonstra a desempenho a seguir.

Gráfico 5- Controle mensal de entrega dos produtos – Antes

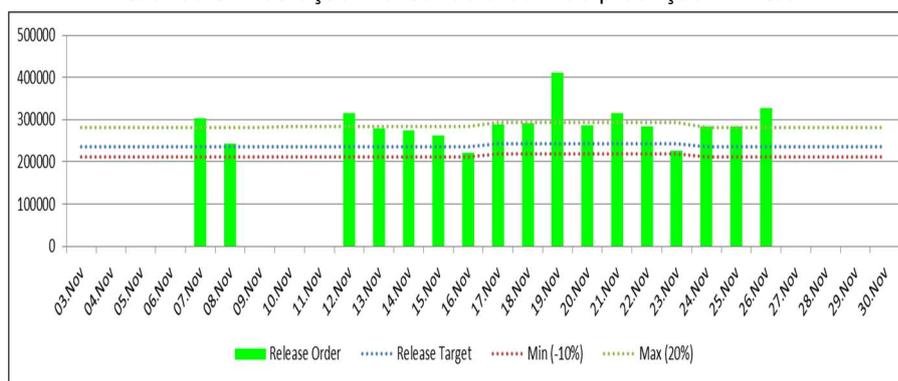


Fonte: Próprio autor, 2013.

3.5 REALISER DE ORDENS

São ordens de produção liberadas pelos assistentes de planejamento, o mesmo faz a liberação de acordo com a sequência de entrega dos produtos por cliente, com isto o sistema consegue puxar as ordens de produção e manter o fluxo do processo sem gerar nenhum impacto relacionado ao *output* dos produtos. O gráfico 6 mostra a quantidade de ordens de produção mensalmente.

Gráfico 6- Liberação mensal de ordem de produção – Antes

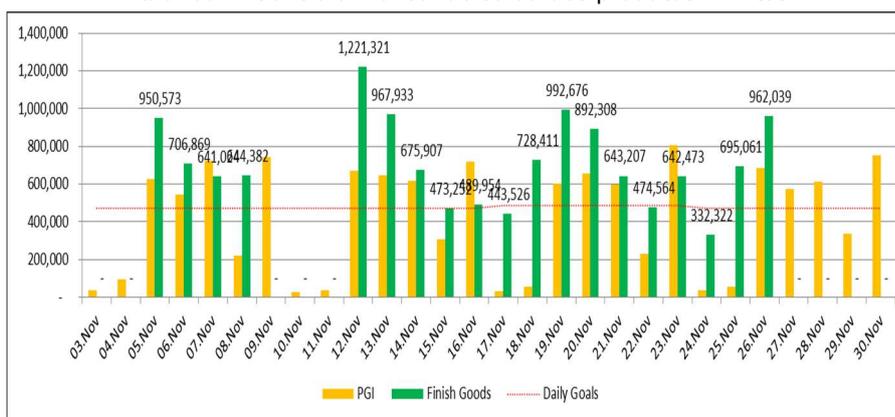


Fonte: Próprio autor, 2013.

3.6 PRODUTO ACABADO E TARGET PARA EMBARQUE

O cuidado para que o produto saia conforme o planejado é bastante tenso, pois se sabe que qualquer anormalidade dentro do processo produtivo pode ocasionar atraso na entrega do produto, desta forma, os times multifuncionais trabalham com estratégias ao redor das células de produção para evitar qualquer parada desnecessária. O gráfico 7, mostra a variabilidade dos produtos para entrega e os que correm risco para entrega ao cliente.

Gráfico 7- Controle mensal de saída dos produtos – Antes

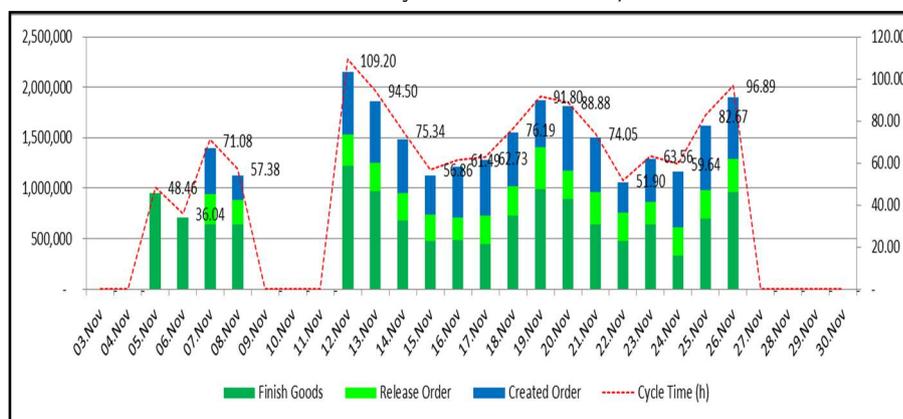


Fonte: Próprio autor, 2013.

3.7 TEMPO DO CICLO DE ORDEM E TEMPO DE ENTREGA

Faz a mensuração do tempo em que uma ordem de produção é novamente ativada, ou seja, este tempo depende da liberação do produto para o cliente final, e com isto, o produto é empurrado para que outras ordens sejam ativadas (puxadas). O gráfico 8, mostra a variação entre outros resultados já mostrados nos gráficos anterior, sendo neste usado para mensurar o balanceamento entre os resultados e quais os de maior impacto para a entrega do produto acabado.

Gráfico 8- Variação dos resultados / 2013



Fonte: Próprio autor, 2013.

Observa-se que os resultados demonstrados, podemos de imediato identificar a variabilidade do tempo de ciclo entre a quantidade de produtos entregue, quantidades de ordens de produção liberadas e a quantidade de ordens de produção criada. Sendo assim, os resultados eram bastante compromissor, devido as métricas não estarem dentro de uma linha média para o comprimento dos prazos exigidos pelo cliente final.

De acordo com Montenegro (2013) estes resultados, ocorrem devido à falta de padronização entre os setores administrativo da empresa, e a falta de comprometimento das áreas de suporte no chão-de-fábrica. Várias estratégias foram criadas para minimizar este impacto, tendo como principal a aplicação de melhorias dentro do fluxo produtivo. Incluindo o *relayout* de seu processo.

Ademais a evolução dos resultados após as melhorias implantadas, tendo como principal meta a redução do tempo de atravessamento do produto dentro do fluxo produtivo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a todos os problemas mostrados a empresa passava por dificuldades que prejudicavam seus resultados e quebravam a relação com seus clientes. Seus produtos se tornavam menos competitivos e apreciados devido à grande massa de concorrentes que lhes cercavam e ameaçavam periodicamente, visto que os prejuízos eram imensos e ameaçador devido à falta de estrutura para atender a alta demanda exigida pelo mercado.

Após melhorias dentro do fluxo produtivo, aos quais os desperdícios foram eliminados desde a cadeia de suplementos até a embalagem final do produto, podemos afirmar que a filosofia usada pelos japoneses através de Taylor com o Sistema Toyota de Produção, fez com que o produto chegasse mais rápido ao cliente após as mudanças feitas em seu processamento de tal forma que os sistemas aplicados começaram a agregar valor ao produto final.

Após implantação das novas células de produção, perceberam-se de imediato os resultados tão esperados, ao qual foi reduzido o tempo de atravessamento do produto acabado. Observou-se também, um ganho em eficiência de produtividade dentro do processo produtivo para cada produto.

REFERÊNCIAS

ARNT, KAREN, Finanças e Orçamentos. <https://prezi.com/slwdzdn8ec6p/financas-e-orcamento-tema-5/>.

BATISTA, JOSÉ .Aplicação da padronização do método de trabalho segundo uma metodologia baseada na produção enxuta. São Paulo,2007.

COELHO, RODRIGO MARCELO. Dissertação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFMG , Escola de Engenharia da UFMG .Belo Horizonte,2003.
http://www.ebah.com.br/content/ABAAA9_MAG/artigo-kanban-movimentacao

MONTENEGRO, H. **Entrevista concedida pelo Gerente de Projeto da empresa X.** Manaus, 2013.

FERRO, JOSÉ ROBERTO. **A importância do tempo takt.** Institute Lean Brasil.2005.
<http://www.lean.org.br/leanmail/45/a-importancia-do-tempo-takt.aspx>

RENOVATO,R. **Produção Enxuta Integradas à Dimensão de Análise de Custos.**ArtigoENEGEP.http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR10_0846.pdf

RENOVATO, R. **Implantando Técnicas e Conceitos da Produção Enxuta Integrada à Dimensão de Análise de Custos.** Artigo 1. São Paulo, 2010.

ROTHER. M, SHOOK, J.; **Aprendendo a enxergar: Mapeamento do Fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, v.1.3, 2003.

SHIGEO SHINGO; **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Produção;** Tradução Eduardo Schaan. 2º edição – Porto Alegre: Artmed, 1996 Ver. 2008.

SILVA, P. <http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/taylor-fayol-e-ford/36825>

SLACK, N. CHAMBERS e JOHNSTON; **Administração da Produção** - 1º Ed. 1999; 12. São Paulo, 2009.

WILKER,BRÁULIO.**Demanda,oferta e equilíbrio de mercado.**
http://producaoefinancas.blogspot.com/2010/01/demanda-oferta-e-equilibrio-de-mercado_02.html

ABSTRACT:This article shows the importance of a lean manufacturing project through production cell implantation (layout) in a company of the industrial pole in Manaus - PIM, which has to issue its process outside the box and systematic in its production process . The purpose of this is to show how was the production line and as it became after the implanted layout And to such evidence based on this research and how methodological procedures: techniques, concepts and capable of assisting tools hillsides Taylor theories, Ford and Fayol to help to have a theoretical view of the correlated theme. As well, with the direct applicability of methods and tools to make the flow of the continuous process, which enables us to have a systemic view to analyzing the sequential flow of this project, and, so, it will be shown the expected results after the implantation Manufacturing cells. So, with a lean process, will soon be noticed gains in Quality and productivity efficiency, cost reduction and a more standardized process-floor factory.

KEY WORDS: Lean Manufacturing, Manufacturing cells, Quality and Productivity.

CAPÍTULO XVII

SISTEMA DE EXECUÇÃO DE MANUFATURA – MES IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CHÃO-DE-FÁBRICA PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DE UMA EMPRESA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)

**Welleson Feitosa Gazel
Wesley Gomes Feitosa
Charles Ribeiro de Brito
Carlos Renato Montel
Marcos José Alves Pinto Junior**

SISTEMA DE EXECUÇÃO DE MANUFATURA – MES IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CHÃO-DE-FÁBRICA PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DE UMA EMPRESA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS (PIM)

Welleson Feitosa Gazel

w.gazel@gmail.com

Universidade Paulista (UNIP)

Wesley Gomes Feitosa

wesleygfeitosa@yahoo.com.br

Laureate International Universities (UNINORTE)

Universidad Columbia del Paraguay (UC)

Charles Ribeiro de Brito

charles.brito@uninorte.com.br

Laureate International Universities (UNINORTE)

Carlos Renato Montel

carlos.montel@hotmail.com

Universidade Nove de Julho (UNINOVE)

Marcos José Alves Pinto Junior

marcos_alvesjr@yahoo.com.br

Universidade Paulista (UNIP)

RESUMO: Este artigo tem como tema central a importância do sistema de chão-de-fábrica para a produção de planejamento e controle, a fim de melhorar a gestão da produção e acompanhamento do processo de produção em tempo real para uma empresa, e tem o objetivo de demonstrar a importância do sistema de execução de fabricação (MES) como um importante instrumento para melhorar o processo de produção de uma empresa, com base no estudo da implementação de um monitoramento de matérias-primas em uma empresa de software no Polo Industrial de Manaus. Quanto à metodologia, trata-se de uma pesquisa exploratória, com estudo de caso, de natureza qualitativa e quantitativa. As coletas de dados foram realizadas por meio de entrevistas e observações na empresa estudada, com pessoas diretamente ligadas a área de produção. No referencial teórico foram abordados os seguintes conceitos: Sistema de Execução de Manufatura (MES), Sistema de Gestão Empresarial (ERP), Tecnologia de Informação (TI) e Manufatura Enxuta. Durante a pesquisa foi possível verificar a mudança do controle de processo antes e depois da implantação do software. Com base na análise dos resultados concluiu-se que o uso da tecnologia de informação baseado no sistema de chão-de-fábrica pode trazer resultados significativos na otimização de processos e redução de custos contribuindo para o crescimento da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento e Controle da produção, Gestão da Produção, Tecnologia da informação.

1. INTRODUÇÃO

A competição global hoje exige das empresas rapidez na tomada de decisão, comprometimento com prazos a cliente, máxima produtividade e qualidade, redução de custos. Uma empresa voltada a produção de bens de consumo ou serviços, composta por diversas áreas interligadas que juntas são responsáveis por um produto final precisa de uma estratégia de gerenciamento que permita uma ampla visão de seu processo. Dentre todas as áreas pode-se citar o setor de produção onde são feitas as transformações de matéria prima em produto final através de montagem manual e automática, este setor tem uma importância considerável dentro da empresa, uma vez que uma grande quantidade de dados é gerada a partir de todas as etapas do processo que estão diretamente ligados à produtividade e custos.

Para alcançarem seus objetivos as empresas do polo industrial de Manaus estão tendo a necessidade de investir na sua estrutura seja por um programa de gestão e melhoria ou pela necessidade de evoluir em vista de seus concorrentes no mercado. Reduzir custos, eliminar desperdícios, melhorar a qualidade e produtividade são metas que as empresas buscam.

A necessidade de coletar e controlar todas as etapas do processo de chão-de-fábrica, as empresas estão optando pelo Sistema de Execução de Manufatura (MES) melhora o acompanhamento de seus produtos e visibilidade do processo (FORTULAN, 2006).

Com o objetivo de contribuir para a compreensão dos ganhos que podem ser obtidos com o uso do sistema MES nas empresas. Onde geralmente é usado somente o ERP- *Enterprise Resource Planning*.

Embora o *Enterprise Resource Planning* (ERP), seja um sistema formado por um conjunto de módulos voltados para as necessidades da produção, muitas vezes são ilimitados a certos tipos de informações mais precisa. Esta deficiência de integração de hardware e fluxos de informação entre gestão e chão-de-fábrica hoje está sendo preenchida por uma camada de software denominada MES (*Manufacturing Execution System*).

Serão utilizados os métodos de pesquisa em material bibliográfico, procurando estabelecer uma base conceitual com a Tecnologia da Informação (TI), ERP (*Enterprise Resource Planning*), MES (*Manufacturing Execution System*) ou Sistema de Chão-de-Fábrica e Manufatura Enxuta. Bem como um estudo de caso específico em uma empresa do ramo de eletroeletrônico do polo industrial de Manaus que para manter a confidencialidade de alguns dados da Empresa X.

2. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

O papel da Tecnologia da Informação (TI) dentro da empresa pela necessidade do mercado quanto à competitividade, pois rotinas eficazes são efetuadas com o auxílio de ferramentas da tecnologia da informação. O TI tem seu papel cada vez mais importante

na empresa para obtenção de informações que auxiliam o gestor na tomada de decisão evitando desperdício de tempo e matéria-prima. É também mais exigida como ferramenta de auxílio às suas diretrizes. Essas diretrizes são basicamente a eficácia e qualidade nos produtos e serviços ofertados (ROMPATO, 2006). “A tecnologia de informação, bem estruturada torna os usuários mais informados e poderosos, sejam eles pessoas, organização ou um país. Para a organização serve como principal combustível pelo acesso a informação (CHIAVENATO, 2000)”.

Muitas empresas estão utilizando e fazendo altos investimentos em software de integração em funções organizacionais, fazendo assim com que a informação seja compartilhada por toda a empresa (LAUDON e LAUDON, 2007).

Devido às exigências do mundo atual as empresas não sobrevivem mais sem o uso do TI como ferramenta tanto para o desempenho dos gestores organizacionais quanto para a empresa alcançar a competitividade no cenário econômico atual (PACHECO, 2000).

2.1 ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)

Surgiu na década de 90, é um modelo de gestão corporativo baseado num sistema de informação e tem como objetivo fazer a integração entre todas as áreas do setor organizacional, possibilitando a empresa a automatizar e integrar a maioria de seus processos (MARTINS e LAUGENI, 2005).

O ERP (Sistema de Gestão Empresarial), trouxe benefícios operacionais, quer pela padronização dos processos de negócio, quer pela integração das informações ao longo dos processos. Entretanto no que se refere à manufatura, e principalmente integração com o chão-de-fábrica há uma lacuna a ser preenchida. Os sistemas de planejamento apresentam um ciclo de atualização muito grande (diário), ao passo que os sistemas de chão-de-fábrica, representados pela automação e controle operam em tempo real (OLIVEIRA JÚNIOR, 2008).

Os sistemas de ERP podem representar um diferencial significativo para as empresas. Mas é preciso que saibam que esse tipo de software não resolverá todos os problemas da companhia e, muitas vezes, pode não oferecer os resultados esperados para determinadas atividades. Eles podem trazer benefícios por um lado, mas situações indesejáveis por outro. Por isso, é importante conhecer as vantagens e desvantagens dos sistemas de ERP, não só para escolher a solução mais adequada, mas também para conhecer os riscos atrelados à sua implementação (ALECRIM, 2010).

2.2 MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM – MÊS

MES (Sistemas e Execução da Produção), são soluções tecnológicas que tem o objetivo de gerenciar todas as etapas de produção. A importância destes sistemas vem da lacuna que normalmente existe entre o ERP (*Enterprise Resource Planning*) e os softwares específicos da linha de produção.

O MES pode importar dados do ERP e integrá-los com o dia-a-dia da produção, gerenciando e sincronizando as tarefas produtivas com o fluxo de materiais. Considerando que na cadeia de suprimento o maior valor agregado costuma estar na produção, faz todo sentido investir em sistemas que otimizem o fluxo, controle e qualidade do material. (PAIVA, 2008)

O MES (Sistema de Execução de Manufatura) sua função de capacidade em obter informações mais rápidas e preciso para a otimização da produção, pois o mesmo acompanha o produto desde a consolidação do pedido (ordem de fabricação) até a entrega final, o MES trabalha como um auditor do processo produtivo, organiza informações de modo a oferecer uma ferramenta de visibilidade para os níveis de decisão de uma organização, agilizando a troca de informações entre gestão e produção (OLIVEIRA JUNIOR, 2008).

Esses sistemas não apenas dirigem e implantam a produção; eles também capturam informações com o nível de detalhes necessário. Eles acompanham cada componente que vai em cada peça, bem como os passos específicos do processo que o componente percorreu. Eles registram operadores, tempos, defeitos, ciclos de retrabalho, inspeções, início e término, e qualquer outro “toque” que acontece com um produto que passa pelo chão-de-fábrica. Para operações complexas, os sistemas MES capturam todas as informações para apoiar as operações do chão-de-fábrica, grupos de gerência da qualidade, pessoal de assuntos regulamentares e TI. Os sistemas MES também transformam tais dados em informações podendo solucionar e corrigir os problemas rapidamente, prevenindo problemas futuros, apoiar um aperfeiçoamento contínuo, e alertar a gerência executiva sobre o desempenho real (BUETTNER, 2012).

2.3 MANUFATURA ENXUTA

Segundo Ohno (1997), o Sistema Toyota é um método de produção que significa colocar um fluxo no processo de manufatura. No sistema Toyota, essas máquinas são posicionadas conforme a verdadeira sequência do processo de fabricação. Com esse sistema é possível se ter um operário supervisionando várias máquinas ao invés de uma aumentando a produtividade.

Lean manufacturing, traduzível como manufatura enxuta ou manufatura esbelta, e também chamado de Sistema Toyota de Produção é uma filosofia de gestão focada na redução dos sete tipos de desperdícios (superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento e defeitos). Eliminando esses desperdícios, a qualidade melhora e o tempo e custo de produção diminuem. “A aplicação da manufatura enxuta leva a ganhos em organizações de todos os tipos, e não requer mágica, somente um forte desejo de mudar e melhorar” (PAIVA, 2008).

Filosofia produtiva essencialmente utilizada com o objetivo de eliminar ou minimizar atividades não agregadoras de valor ao produto final, a Produção Enxuta também é conhecida como TPS (*Toyota Production System* ou em português – Sistema Toyota de Produção), *Lean Manufacturing*, *Produção Lean* ou ainda *Lean Thinking*.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto aos procedimentos técnicos: caracteriza-se por ser uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso: envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o amplo e detalhado conhecimento.

O artigo foi fundamentado em uma pesquisa qualitativa, quantitativa e exploratória. As informações foram obtidas através de um estudo de caso, com análises feitas através de um questionário aberto, discussão com um grupo de pessoas ligadas a área operacional, TI e observação no local estudado. Sendo assim torna-se necessário discorrer sobre os fundamentos teóricos da metodologia científica e técnicas de pesquisa.

4. ESTUDO DE CASO - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa de eletroeletrônico do polo industrial de Manaus, onde produz monitor e TV, chamada aqui de Empresa X, pois a mesma não autorizou citar seu nome nessa pesquisa. Trata-se de uma multinacional de médio porte. Seus investimentos vão desde a implantação de sistema de gerenciamento integrado até o desenvolvimento de novos produtos, o que garante cada vez mais seu lugar entre as melhores na liderança de mercado em monitores e TVs. Outra preocupação da empresa é adequar seus processos aos métodos de *Lean* (Manufatura Enxuta).

Na montagem de seus produtos são usados componentes eletrônicos e placas de circuito impresso, esse material chega à empresa direto da matriz (China) organizados por lotes, onde é armazenado até a programação de produção, todo o controle de transferência é feito através do sistema ERP, ficando apenas o acompanhamento de monitoramento de cada peça de responsabilidade do sistema de chão-de-fábrica.

A equipe de planejamento se encarrega de programar modelo, quantidade, data etc., de acordo com o pedido do cliente. Então começa o fluxo de produção, onde do início desde a saída do estoque, passa pela preparação (*setup*), linha de montagem em máquinas automáticas e posteriormente para montagem manual e produto acabado.

Um problema encontrado neste processo era a falta de visibilidade da matéria prima por cada etapa da linha de produção até a montagem final. Há três pontos que podem ser destacados como prejudiciais para o controle desse processo: Não havia acompanhamento da matéria-prima dentro da produção, somente nas transferências entre setores Almoxarifado, Produção e IM via sistema ERP;

A quantidade de componentes alimentados pelo operador não era contabilizada e registrada, gerando um total descontrolado;

Em nenhum momento era feito algum tipo de inspeção para analisar a qualidade das peças, ou quantidade de defeitos que ocorria no processo.

O acompanhamento da matéria prima é essencial para que haja um controle desde estoque até a entrega do produto final. Na Empresa X não ocorria esse acompanhamento à matéria-prima, a mesma só era vista no sistema na transação do estoque para a produção e quando era apontado para ir para o setor seguinte.

Essa questão trouxe muito prejuízo visto que estava impactando na qualidade do produto, pois a falta de rastreamento e desconroles gerava constantes erros operacionais como troca de componentes no momento da alimentação nas máquinas outro ponto era falta de controle sobre os fechamentos de ordem de produção, pois não existia nenhuma forma sistematizada e confiável de contabilização, todo o registro era anotação manual.

Como se pode verificar não havia controle de informação com precisão e confiabilidade. Para se ter ideia todo inventário realizado na Empresa X mostrava um furo que representava um altíssimo valor e uma quantidade de peças paradas sem saldo no sistema e outras com informações falsas que nem existiam.

4.1 DESCRIÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CHÃO-DE-FÁBRICA

Tendo em vista a situação da Empresa X apresentada anteriormente, tornava-se cada vez mais necessário o investimento em um sistema que pudesse solucionar os problemas encontrados. A empresa não mais aceitaria prejuízos uma vez que isso significava perda de credibilidade em relação a seus clientes, pois devidos aos constantes erros o pedido do cliente acabava atrasando, e comprometia sua competitividade diante de seus concorrentes.

Assim, optou-se por um sistema que era utilizado em outras fábricas do mesmo grupo, sistema SFIS (*Shop Floor Integrated Program*), esse sistema funciona com a identificação de cada peça através de etiquetas de códigos de barra. Estas etiquetas são geradas por um sistema ligado ao sistema de gestão integrado da empresa. Assim cada etiqueta registra no ERP uma peça produzida, que por sua vez aponta a quantidade de matéria-prima para aquela peça. Cada etiqueta identifica o modelo e a ordem de produção do produto, outros detalhes do processo ficam armazenados localmente, somente na área específica onde está ocorrendo à montagem somente depois de apontado e levado ao sistema ERP (integração MES-ERP).

Com este sistema é possível o gestor monitorar tudo o que acontece na produção em tempo real, análise de dados rápida para tomada de decisão e programar melhorias para um processo mais limpo e eficiente gerenciando custos, pessoas, prazo e qualidade.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados da pesquisa levantados por meio de questionário. Para a análise dos resultados foi utilizada a técnica de análise e interpretação dos resultados. Foi entrevistado através de questionários um grupo de 30 pessoas que participaram diretamente e indiretamente da implantação do projeto SFIS (*Shop Floor Integrated Program*). Entre as pessoas entrevistadas estão: Líder de Produção, Operador de máquina, Supervisor de produção, Analista de sistema, Inspetor de qualidade e analista de PCP (Planejamento e Controle de Produção). Distribuídos entre os três turnos do setor de montagem automática de uma empresa do ramo de eletroeletrônico do polo industrial de

Manaus da Empresa X, representando 34% dos participantes, com o tema de pesquisa: “Com o sistema de monitoramento em tempo real, ficou mais simples e claro detectar onde estão os problemas que afetam o desempenho da empresa”.

Na pesquisa qualitativa, foi feita a análise das respostas e considerações, com o foco em dois objetivos: comparar o controle de produção antes e depois do SFIS, avaliar a implantação do SFIS na organização, sob o ponto de vista dos pesquisados. Duas fontes de dados foram utilizadas: questionário e considerações dos comentários do grupo de discussão.

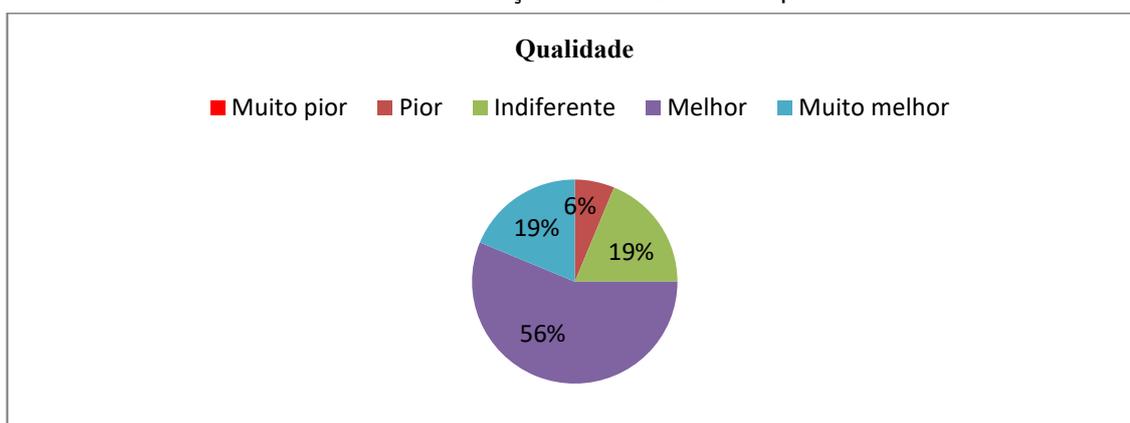
A seguir, serão apresentadas as respostas, referente à implantação do sistema de execução de manufatura, SFIS, onde antes o controle de produção era bastante crítico. Essas perguntas estão relacionadas com um dos objetivos principais desta pesquisa, que é analisar o sistema de produção antes e depois do software implantado.

O resultado das respostas leva a considerar que a ferramenta precisa ser mais divulgada no chão-de-fábrica, promover treinamentos e capacitação contínua com todos os colaboradores, a fim de intensificar e conscientizar quanto ao objetivo do mesmo.

De acordo com os dados da pesquisa e os comentários do grupo de discussão, fica evidenciado que o desempenho da empresa melhorou significativamente com o uso do sistema de execução de manufatura SFIS .

Qualidade: 56% dos pesquisados responderam que o sistema contribuiu com a melhoria da qualidade e 19% responderam que a qualidade melhorou muito. Isso significa que mais da metade tiveram uma visibilidade da qualidade do produto depois da implantação do Sistema de execução de manufatura ou sistema de chão-de-fábrica. Como mostra a Gráfico 1.

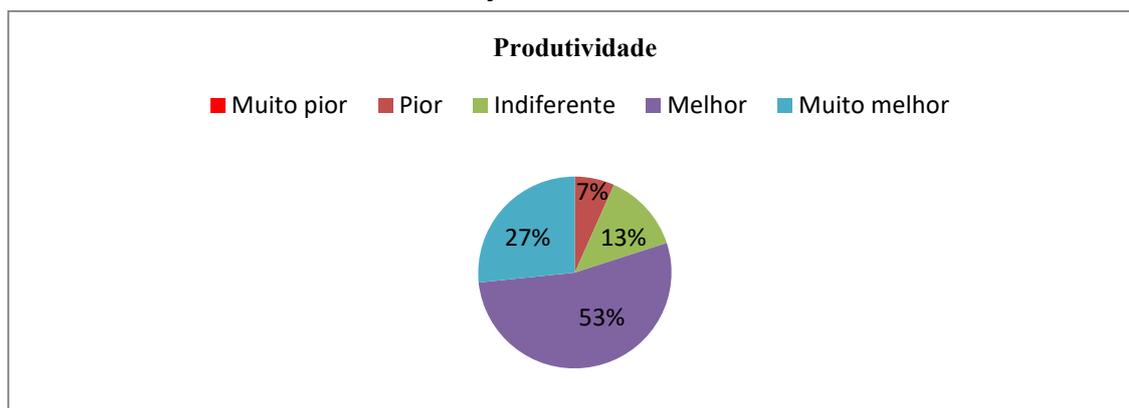
Gráfico 1: Contribuição do MES com a qualidade



Fonte: Próprio autor, 2016.

Produtividade: A pesquisa mostrou que o MES contribuiu de maneira significativa, obtendo um resultado de 53% “melhor” e 27% “muito melhor”. A visão dos pesquisados está baseado no aumento da produtividade das máquinas, devido à diminuição de paradas diversas no processo. Os 7% dos pesquisados se refere à questão do suporte técnico diferenciado entre turnos. Observa-se o resultado no Gráfico abaixo.

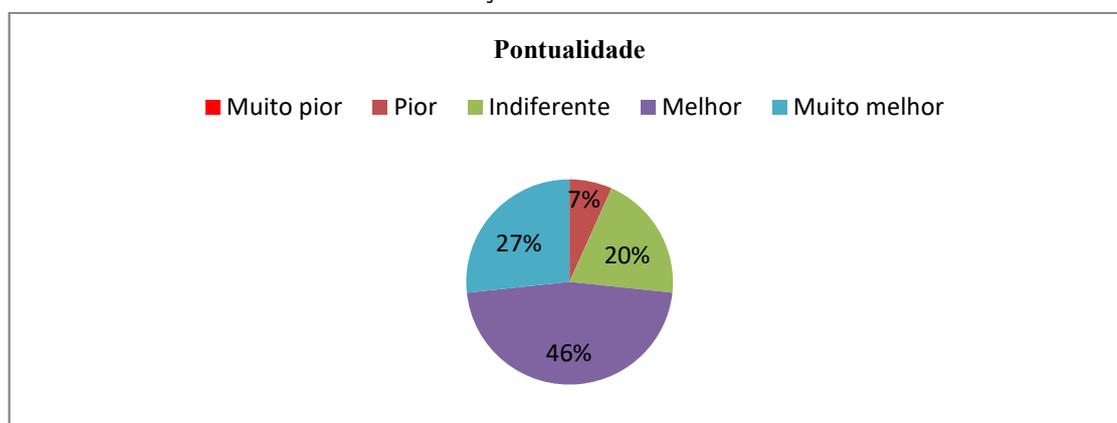
Gráfico 2: Contribuição do MES com a Produtividade



Fonte: Próprio autor, 2016.

Pontualidade: O MES contribuiu para a melhoria da pontualidade sobre prazo de entrega. Esses prazos representam a diminuição de atrasos entre um processo e outro, observou-se que teve uma redução de tempo total de processamento devido o melhor controle na produção. O grupo em discussão ainda acrescentou que também houve melhora na disciplina do operador, que ficou mais comprometido em atender o plano de produção. O gráfico 3 mostra o resultado.

Gráfico 3: Contribuição do MES com a Pontualidade



Fonte: Próprio autor, 2016.

Desperdícios no processo: A pesquisa demonstrou, (Gráfico 4), que após a implantação, o controle de material no processo melhorou gradativamente, devido o alto controle de material, principalmente de classe “A”, com isso afetando na disciplina dos operadores no processo.

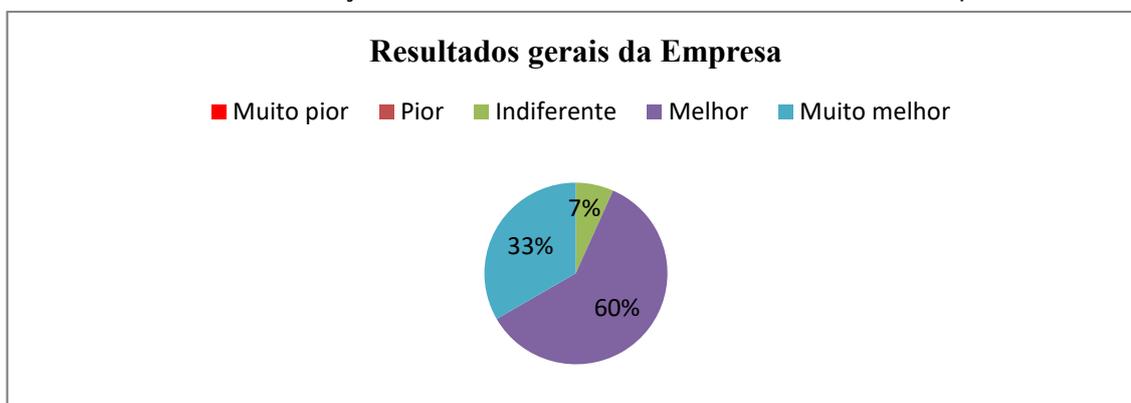
Gráfico 4: Contribuição do MES com Desperdícios no Processo



Fonte: Próprio autor, 2016.

Resultados gerais da empresa: De acordo com os resultados da pesquisa, consideram-se os efeitos positivos relacionados à diminuição de retrabalho, a facilidade de obter dados, melhoria nos prazos de entrega, redução de tempo no processo, melhor acompanhamento de material evitando desperdícios, participação de todos os envolvidos. Conclui-se que o MES elevou a empresa a uma situação mais favorável no mercado. Porém para se manter precisa dar continuidade ao processo investindo em treinamento para conscientizar todos os colaboradores da importância do sistema no processo. Resultado no Gráfico 5.

Gráfico 5: Contribuição do MES com os Resultados Gerais da Empresa



Fonte: Próprio autor, 2016.

Com base nas respostas dos questionários e comentários do grupo de discussão segue abaixo algumas situações do processo de produção antes e depois da implantação do sistema SFIS, reforçando o resultado da implantação.

Quadro 1: Pontos do processo de produção antes e depois da implantação do sistema MES

Sem o Sistema MES	Com o Sistema MES – SFIS
1. Utilização da matéria-prima não é rastreada, somente quando apontado o produto final depois da montagem.	1. Todo material é acompanhado via sistema desde a entrada no processo até o produto final.
2. Não tinha controle sistematizado nos fechamentos de ordens de produção, era contabilizado e anotado manual em livro de ata.	2. As OPs são cadastradas no sistema e rastreada desde o início da produção, facilitando o controle de fechamento.
3. Inventário era crítico, pois as informações físico/sistema não batiam.	3. Inventário, mas controlado, pois todo material é visto no sistema, sua localização e movimentação.

Fonte: Próprio autor, 2016.

Destaca-se a melhoria na qualidade do produto, pois muitos erros de alimentação foram evitados, colaboradores conscientizados, mesmo porque com o novo sistema é possível rastrear de quem foi à falha. Com isso, evitou-se retrabalho nas placas e o produto passou a ter mais credibilidade na sua qualidade. Ainda há casos de componentes alimentados errado por parte do operacional, mas com o sistema é possível rastrear de onde começou e quantas peças passaram e assim conter e retrabalhar o lote sem passar para o próximo setor da produção.

6. CONCLUSÕES

O objetivo foi analisar a importância de um sistema de chão-de-fábrica como ferramenta para o controle da produção, através de um sistema informatizado que auxiliasse os gestores a obterem informações confiáveis sobre o processo produtivo na empresa, tornando a tomada de decisão mais precisa e rápida fundamentada nas informações em tempo real.

O processo produtivo não só ganhou visibilidade no sistema, como seguiu a linha de Manufatura Enxuta o que conseqüentemente reduziu os custos do produto final. Porém vale ressaltar que de acordo com os pesquisados para que o sistema continue dando certo é necessária uma atenção maior por parte do suporte técnico em se tratando de treinamento contínuo e conscientização para todos os colaboradores.

Este é mais um indício de que o investimento em TI dentro das empresas e, mais especificamente, no chão-de-fábrica pode trazer resultados significativos na otimização de processos e redução de custos. Isso explica o grande interesse das empresas em investir nos sistemas de Tecnologia de Informação.

CAPÍTULO XVIII

SOFTWARE DE RASTREAMENTO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTS) EM AMBIENTE INDOOR INTEGRADO AO SENSOR KINECT

**Paulo Rogério Siqueira Custódio
Helosman Valente de Figueiredo
Gustavo Carlos Silva**

SOFTWARE DE RASTREAMENTO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTS) EM AMBIENTE INDOOR INTEGRADO AO SENSOR KINECT

Paulo Rogério Siqueira Custódio

Universidade do Vale do Paraíba, Faculdade de Engenharias Arquitetura e Urbanismo
São José dos Campos – São Paulo

Helosman Valente de Figueiredo

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Dep. de Eng. Eletrônica e Computação
Universidade do Vale do Paraíba, Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo -
FEAU

São José dos Campos – SP

Gustavo Carlos Silva

PROBES - Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento LTDA

São José dos Campos – SP

RESUMO: Devido a dificuldade de se obter a auto localização de VANTS (Veículos Aéreos Não Tripulados) em ambientes indoor, esse trabalho, isso porque o sistema convencional utilizado em ambientes outdoor, o GPS (Global Positioning System ou Sistema de posicionamento global) apresenta baixa acurácia nesse tipo de ambiente e isso acontece pelo fato desse sistema necessitar se comunicar com diversos satélites para ter uma alta exatidão o que não acontece nesse tipo de ambiente propõe avaliar a utilização do sensor RGB-D (*Red, Green, Blue e Depth*) Kinect, que vem sendo utilizado em aplicações em diversas áreas tais como robótica, engenharias, sistemas de segurança entre outras aplicações, para rastreamento de um veículo não tripulado dentro de um ambiente indoor através do processamento de imagem. Para realizar a identificação do veículo foram utilizadas marcações para servirem como referência onde o software de rastreio desenvolvido em Python que utiliza a biblioteca OpenCV para reconhecimento das marcações nas imagens obtidas através do sensor e a biblioteca Freenect para comunicação e extração de informações do sensor, como a profundidade. Assim então é possível determinar a posição espacial (X, Y e Z) e atitude (*Pitch, Roll e Yaw*) do veículo dentro do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Kinect, Processamento de Imagem, Rastreamento.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de veículos aéreos não tripulados cresceu muito e tende crescer ainda mais nos próximos anos. Este mercado vem ganhando espaço em diversas áreas principalmente por poder sobrevoar locais hostis e de difícil acesso pelo homem, estas áreas compreendem: a indústria militar, o setor de pesquisas acadêmicas e o setor comercial entre outras diversas áreas. Para todas estas aplicações uma necessidade imprescindível é a autonomia e a capacidade de auto localização no ambiente (Stegagno P., 2015). Para ambiente indoor existem algumas dificuldades em relação aos voos

outdoor, principalmente para se obter o posicionamento das aeronaves não tripuladas nesse tipo de ambiente. Pois em um ambiente interno, os sistemas de navegação tradicionais, como o GPS, muitas vezes são incapazes de rastrear um veículo (Mui M., et al., 2014). Pensando-se em solucionar este problema de auto localização da aeronave em ambientes indoor, este trabalho propõe avaliar a utilização do sensor *Microsoft Kinect* como ferramenta de obtenção de dados nesse tipo de ambiente, ou seja, o rastreamento do robô aéreo neste tipo de ambiente, pois com ele tem-se a possibilidade de conseguir gerar imagens tridimensionais da aeronave e do espaço onde ela se encontra, assim conseguindo detectar os movimentos e determinar o posicionamento da aeronave.

No entanto, estudos similares ao rastreamento da trajetória de robôs foram desenvolvidos e analisados em diferentes áreas de atuação. Em (Ribeiro L. C., et al., 2012) a estrutura do sistema (Kinect e notebook) foi incorporada ao robô visando a construção de veículos robotizados equipados com um sensor de visão computacional que simula desvios de obstáculos. Outra forma de sistema embutido foi desenvolvida em (Correa D. S. O., et al., 2012) onde o objetivo era desenvolver sistemas inteligentes de controle e navegação para robôs móveis autônomos. O sistema pode ser treinado para reconhecer situações adicionais e, além das tarefas de patrulhamento, pode ser aplicado a muitos outros propósitos, como explorar locais desconhecidos. Além disso, como outra área de atividade, pode ser visto no trabalho desenvolvido por (Santos M. C. P., et al., 2016) o uso de sensores RGB-D para a criação de algoritmos de navegação para UAVs baseados em waypoint em ambientes internos.

O *Microsoft Kinect* se mostra um sensor eficiente para obtenção de imagens tridimensionais como mostrado na seção de metodologia e na atualidade apresenta uma boa relação de custo quando comparado aos concorrentes como o sensor da *Asus, Xtion Pro Live* que tem um princípio de funcionamento similar, porém o preço é mais elevado. Portanto com um sensor de baixo custo dentre os sensores concorrentes e que pode ser associado com a biblioteca de visão computacional, o OpenCV, uma biblioteca compatível com diversas linguagens de programação como Python, Java, C++, C# e C. Portanto a avaliação da eficácia do *Kinect* será feita para verificar se ele consegue fornecer a altitude e as coordenadas da localização do VANT com uma precisão milimétrica.

Embora o posicionamento exterior de VANTs tenha-se beneficiado muito com o avanço de um sistema de posicionamento global (GPS), juntamente com as medidas do sistema de navegação inercial (INS), as localizações baseadas no GPS permanecem impraticáveis em ambientes fechados, devido à elevada atenuação dos sinais de GPS através de barreiras físicas, resultando em erros de posicionamento não negligenciáveis, isto é, porque o funcionamento do GPS se baseia na propagação a linha-de-vista do sinal entre o satélite e o módulo receptor de GPS para extrair a informação de posicionamento, com base numa velocidade padrão e do tempo de percurso dos sinais transmitidos (Mui M., et al., 2014).

Este trabalho facilitará os estudos no setor de pesquisas (setor onde se tem a maior quantidade de pessoas envolvidas com VANTs no Brasil, de acordo com a Figura 1 que mostra um gráfico apresentado pela revista MundoGeo empresa de comunicação geoespacial (MundoGEO 70, 15/02/2013).



Figura - 1: Relação de Envolvimento com VANTs
 Fonte: MundoGEO 70, 15/02/2013

2. Materiais

No desenvolvimento deste artigo, utilizou-se o sensor Kinect V1, sua arquitetura básica é composta de uma câmera RGB capaz de gravar imagens de 640x480 pixels em uma taxa de 30 quadros por segundo, um projetor de IR e uma câmera IR que detecta a luz refletida pelo projetor (Han, J., 2013). Na Figura 2 é possível observar como os principais componentes são distribuídos no sensor.

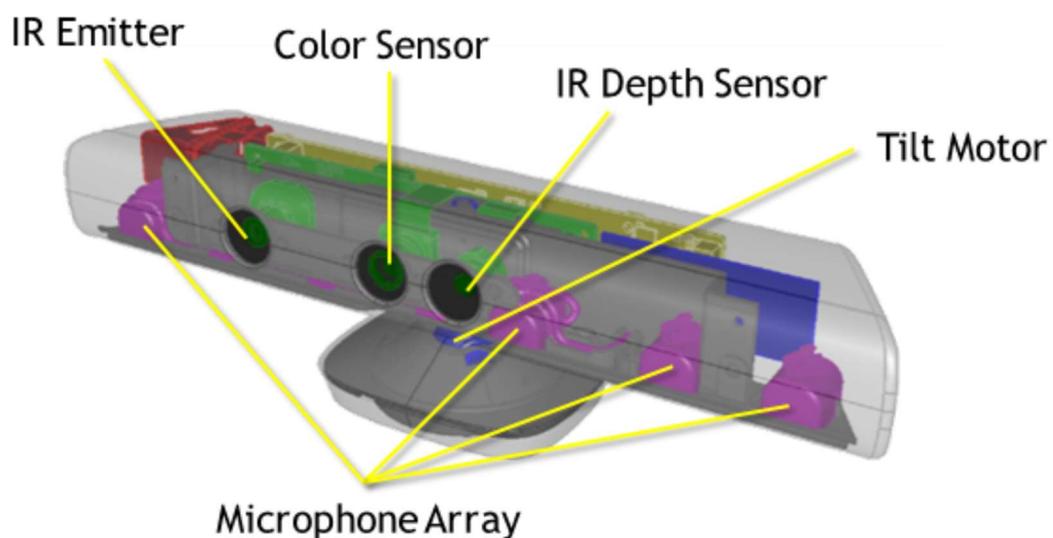


Figura 2 - Componentes Kinect.
 Fonte: OpenKinect, 2010

Dos componentes do kinect, os mais importantes neste projeto são a câmera e o conjunto IR, a câmera RGB usada para rastrear um ponto colorido específico e a

combinação de câmera IR e projetor IR para determinar a profundidade dos pixels da imagem.

Foi escolhido a utilização de um computador com um sistema operacional Linux, versão Ubuntu 15.10. As bibliotecas de software utilizadas foram o OpenCV, responsável pelo processamento de imagens e o OpenKinect responsável pela comunicação com o sensor. Ambas as bibliotecas são compatíveis com a linguagem de programação Python, que foi usada no desenvolvimento do software de rastreamento.

3. MÉTODOS

Para o desenvolvimento do software de rastreamento de VANTs foi idealizado uma arquitetura básica do software (Figura 3) e a partir dela foram realizados alguns estudos e experimentos até chegar no rastreamento da aeronave, primeiramente foram rastreadas marcações circulares que serviram de referência para identificar o robô, depois foi feito um estudo sobre o sensor e determinação de sua acurácia. Nos próximos tópicos serão detalhadas cada uma dessas etapas.

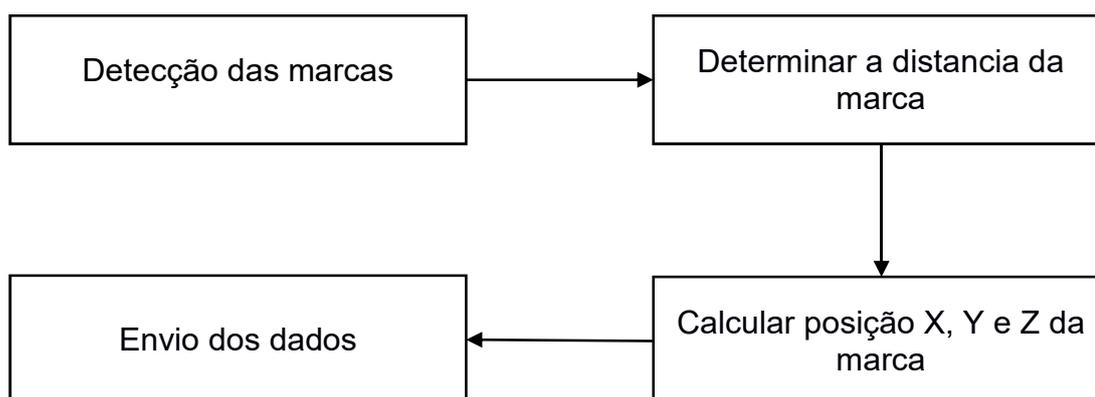


Figura 3: Arquitetura básica software de rastreamento

Fonte: Autor 2017

a. RASTREAMENTO DE MARCAÇÕES

O primeiro estágio de desenvolvimento foi escrever o código para obter dados de sensor, a biblioteca OpenKinect fornece funções que possibilitam o controle do sensor e aquisição de seus dados. No projeto era necessário a aquisição dos dados da câmera RGB e da câmera IR, como foi dito, a câmera RGB fornece uma imagem com 640x480 pixels e a câmera IR fornece uma matriz 640x480 com valores de 0 a 2047 (valores de 11 bits) (OpenKinect, 2010).

Com os dados obtidos a partir do sensor, foi necessário o desenvolvimento de um algoritmo para detectar um objeto específico na imagem, uma vez que foi anexado uma esfera de cor sólida no UAV para mostrar sua posição. O processo de detecção da esfera

foi feita a partir da aquisição da imagem RGB, o algoritmo desenvolvido pode ser visualizado no fluxograma na Figura 4, onde é feito a conversão do formato de cor RGB para HSV (tonalidade, saturação e valor), porque no domínio HSV os componentes das cores são separados da intensidade, facilitando a detecção de objetos [Cucchiara]. Da imagem HSV, foram extraídas 3 matrizes, cada uma delas representa um componente da imagem original H, S e V, com isso foi feita uma seleção de valores de cada matriz em um intervalo cada cor a ser detectada, gerando uma imagem preta e branca para cada componente, por exemplo: assumindo que o intervalo V está entre 50 e 70, na imagem gerada os pixels que não estão nesse intervalo são pretos e os pixels nesta faixa são brancos. A partir desses três imagens correspondentes a cada componente (H, S e V), foi aplicado a operação lógica AND entre as imagens resultando em uma imagem com área correspondente da esfera na cor branca. Em seguida, foram aplicados os filtros dilate e gaussianBlur com o objetivo de reduzir o ruído imagem. Na imagem resultante foi aplicada a detecção de círculos que retorna os pontos X e Y do centro do círculo detectado, como o único círculo resultando na imagem será o correspondente a uma esfera, neste caso este os pontos X e Y representam a marca UAV na imagem. As funções utilizadas para converter a imagem, os filtros e a detecção do círculo foram fornecidas pela biblioteca OpenCV.

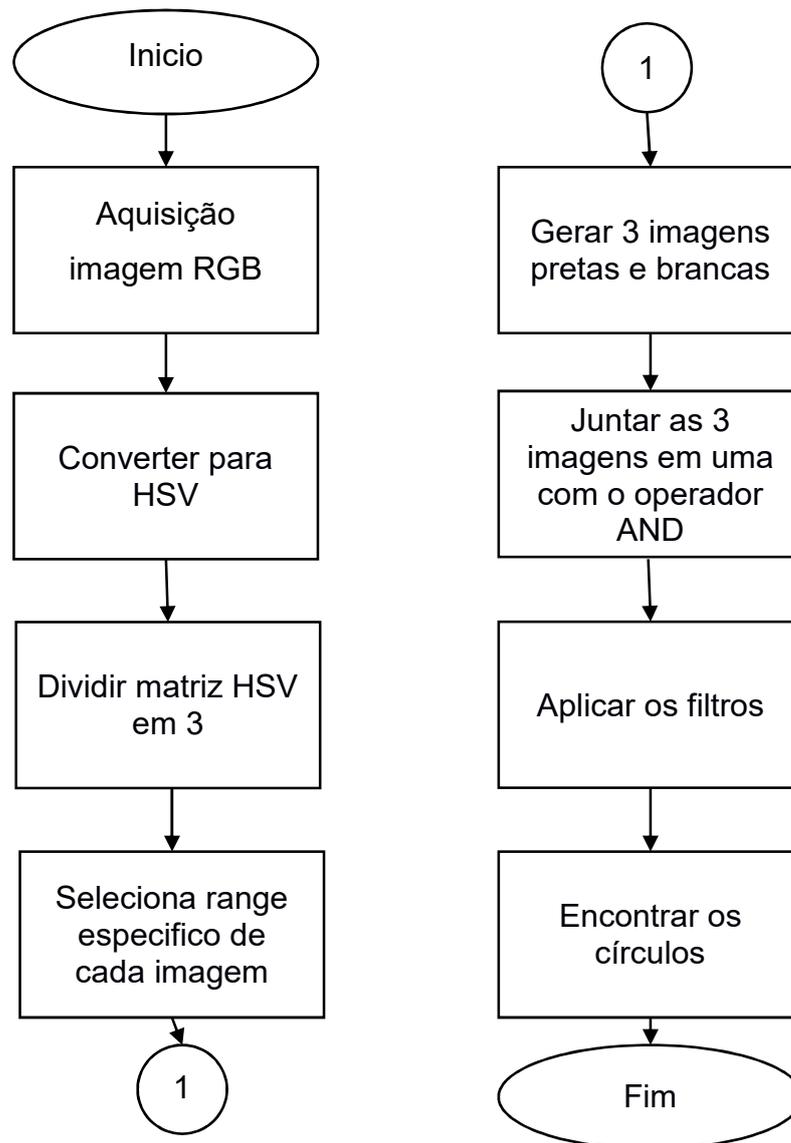


Figure 4 – Fluxograma de detecção de objeto
 Fonte: Autor 2017.

b. Acurácia Kinect

Com a posição do objeto obtida, pode-se realizar o processamento da imagem de profundidade, basicamente o sensor retorna uma matriz 640x480 com valores que variam de 0 a 2047, a proximidade de determinado objeto é inversamente proporcional aos valores da câmera de proximidade. A documentação da biblioteca OpenKinect descreve uma equação (1) para a obtenção da distância real a partir dos dados de profundidade, essa equação leva em consideração dados relativos ao foco e posicionamento da câmera e pode ser visualizada a seguir (OPEN KINECT, 2010).

$$distCM = 12.36 * \tan\left(\frac{valProx}{2842.5} + 1.863\right) \quad (1)$$

Para determinar a distância do objeto foi criado um ambiente de testes como se observa na Figura 5, o ambiente consiste em uma régua com espaçamentos de 10 cm posicionada a 50 cm do sensor, distância mínima aferida pelo sensor.



Figura 5: Ambiente de teste.
Fonte: Autor 2017.



Figura 6: Visão do sensor e determinação da distância do objeto em cm.
Fonte: Autor 2017.

Na Figura 6 pode-se observar a marcação vermelha no centro do objeto que é usada como referência para determinação da distância, que está escrita ao lado da marcação em centímetros. Na Tabela 1 são mostrados os dados obtidos para quatorze distâncias diferentes, para cada uma foram realizadas 100 medidas.

Distância Real (cm)	Valor Min. (cm)	Valor Max. (cm)	Max-Min (cm)	Valor médio (cm)
50	50,76	51,15	0,39	50,92
60	60,60	60,93	0,33	60,81
70	70,41	71,00	0,59	70,60
80	80,15	80,52	0,38	80,28
90	89,77	90,48	0,71	90,14
100	99,89	100,47	0,58	100,39
150	149,21	149,85	0,64	149,22
200	198,31	199,44	1,13	199,42
250	247,43	250,87	3,44	249,11
260	258,27	260,18	1,91	258,56
280	276,61	281,04	4,43	278,55
300	295,24	297,74	2,50	297,59
310	308,21	313,72	5,51	311,31
350	347,95	351,43	3,48	350,91

Tabela 1: Dados obtidos através do Sensor Kinect.

Fonte: Autor 2017.

Com a coleta dos dados foi possível determinar a precisão do sensor utilizando a média de cada medida comparada com a medida real. A Figura 7 apresenta um gráfico que mostra duas retas, uma com as medidas reais e outra com os valores médios. Assim foi possível determinar a precisão do sensor Kinect. Analisando os dados dos valores máximos e mínimos das medidas também foi possível determinar o erro para cada ponto. Desta forma foi possível analisar que a acurácia do sensor possui um erro milimétrico até uma distância de 2,5m.

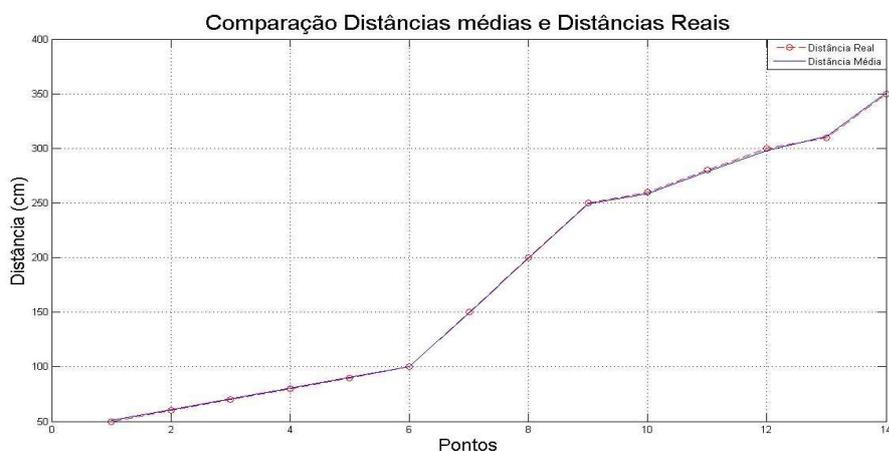


Figura 7: Gráfico de Distâncias (Real x Medida).

Fonte: Autor 2017.

4. Resultados

Nesta seção serão apresentados os resultados dos testes realizados utilizando o software de rastreamento para robôs terrestres (bidimensional) e robôs aéreos (tridimensional).

a. Teste com robô Terrestre

Com o software já reconhecendo a marcação e retornando com acurácia desejada a distância do ponto foi desenvolvido um ambiente de testes como o da Figura 8 para rastrear um robô terrestre através de duas macacões circulares colocadas na parte superior do mesmo e uma terceira que serviu para o robô saber para onde ir autonomamente. Através da identificação de círculos foi possível definir a posição dos marcos no ambiente.

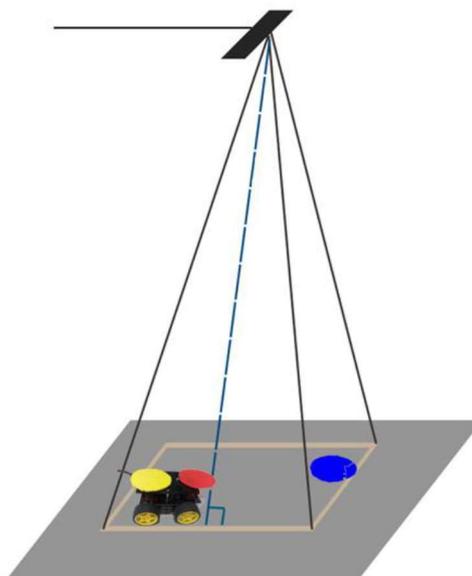


Figura 8: Ambiente de testes
Fonte: Autor 2017

Para determinar as posições reais de cada ponto nos eixos X e Y em cm, então a posição (0,0) foi definida como os dois pixels centrais da imagem e foram utilizadas as equações (2) e (3) onde “X” é a distancias em centímetros no eixo X, “Y” é a distância em centímetros no eixo Y, “z” e a distância do pixel em relação ao sensor, “i” e “j” são os pontos do pixel e “w” a largura da imagem e “h” a altura (Schnipke, E., 2015).

$$X = \left(i + \left(\frac{w}{2} \right) \right) * (z - 10) * 0.0021 \quad (2)$$

$$Y = \left(j + \left(\frac{h}{2} \right) \right) * (z - 10) * 0.0021 \quad (3)$$

Após a determinação da posição tridimensional do robô foi feito um teste onde o software de rastreamento identifica os três marcos no ambiente e envia via comando serial para o robô que autonomamente calculava para onde deve ir, com o teste foi possível ver o comportamento real do veículo autônomo (Figura 9) e como deveria ser seu comportamento (Figura 10), observando as imagens verifica-se que embora o robô chegue ao marco de referência ele não segue exatamente a rota que deveria seguir.

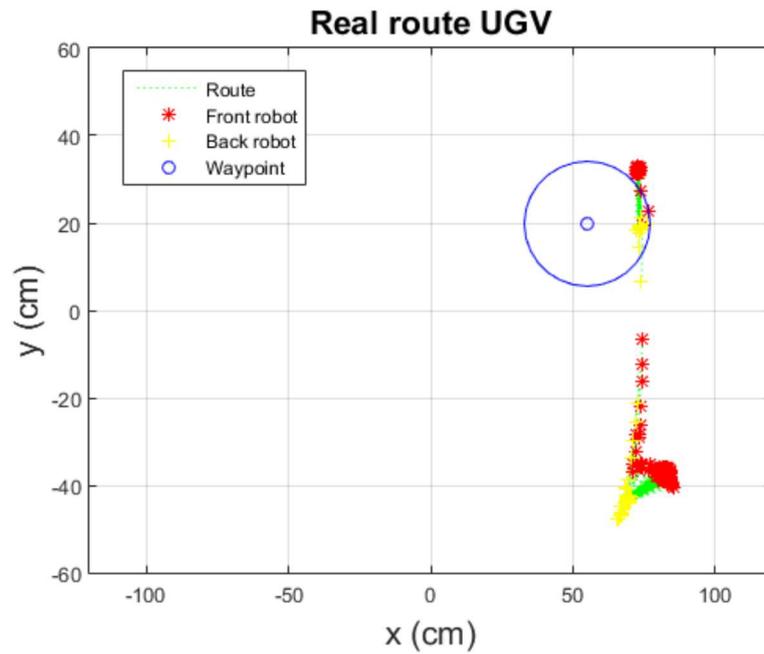


Figura 9: Rota que o robô seguiu.
Fonte: Autor 2017

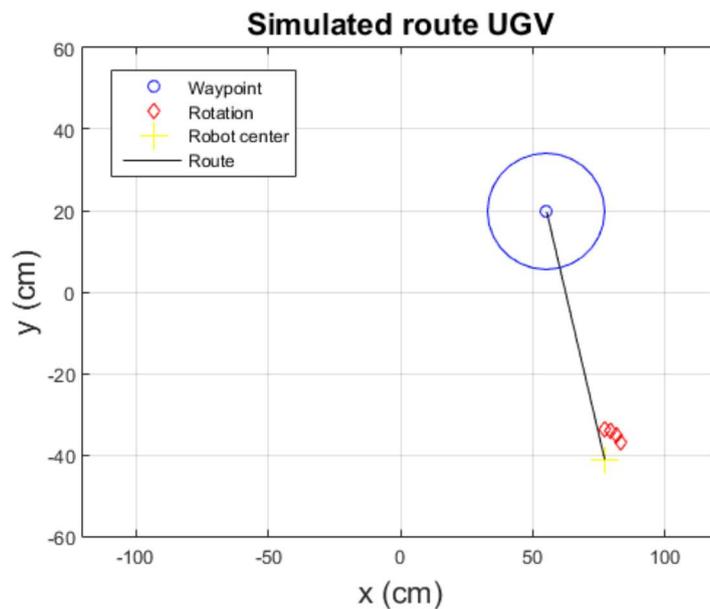


Figura 10: Rota que o robô deveria seguir.
Fonte: Autor 2017

b. Teste com robô Aéreo

Depois dos testes com o robô terrestre foram realizados testes com uma aeronave onde foi realizado um voo (Figura 11) com um VANT de pequeno porte que tinha junto de si uma marcação vermelha esférica qual o software de rastreamento identifica e retorna sua posição.

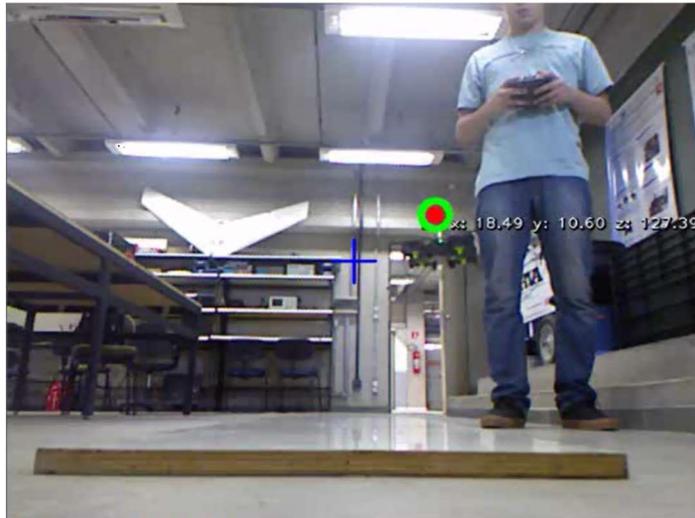


Figura 11: Voo aeronave e rastreamento
Fonte: Autor 2017

O software armazenou as posições da aeronave assim foi possível determinar e traçar sua rota como mostra a Figura 12. Então é possível verificar como o VANT se comportou durante o voo. Na imagem da rota do veículo as regiões onde apresenta maior intensidade de pontos são os lugares onde ela permaneceu por maior tempo.

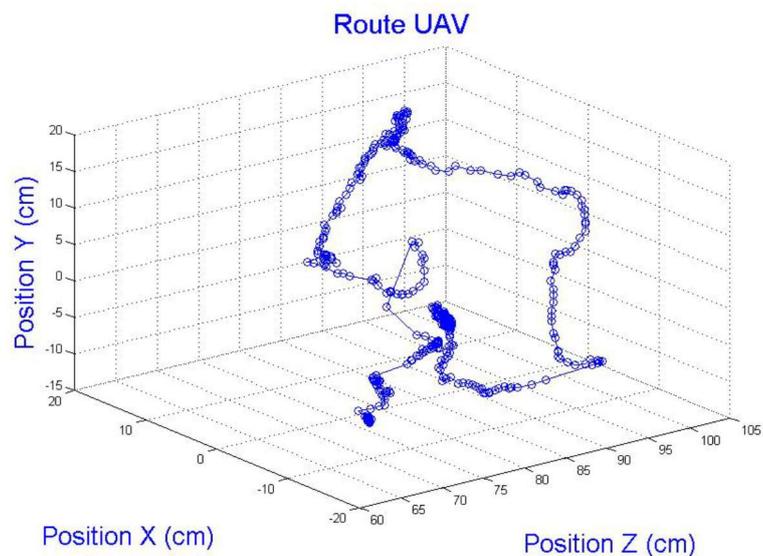


Figura 12: Rota do voo da aeronave
Fonte: Autor 2017.

5. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos com o software de rastreamento é possível dizer que ele atingiu seus objetivos e mostrou ter um bom desempenho para a função de rastrear um VANT em um ambiente interno com baixa densidade de obstáculos, ou seja retornando sua posição com acurácia milimétrica que era o resultado esperado com o trabalho, porém podem ser feitas melhorias na parte da identificação dos pontos, pois ela ficou muito suscetível a variação de luminosidade.

A utilização desse sistema vai se tornar viável de acordo com a acurácia desejada na aplicação em que se deseja inserir o sistema, o sistema é recomendado para rastreamento de aeronaves estáveis, de baixa velocidade e em um ambiente com iluminação uniforme. A plataforma desenvolvida também é um bom estudo para iniciação com técnicas de processamento de imagem para rastreamento, seja bidimensional ou tridimensional.

REFERÊNCIAS

Schnipke, E., *et al.*; **Autonomous Navigation of UAV through GPS-Denied Indoor Environment with Obstacles**, *AIAA Infotech @ Aerosp.*, no. Janeiro, pp. 1–7, 2015.

Han, J., Shao, L., Xu, D., Shotton, J.; **Enhanced computer vision with Microsoft Kinect sensor: A review**, *IEEE Trans. Cybern.*, vol. 43, no. 5, pp. 1318-1334, Out. 2013. doi:10.1109/TCYB.2013.2265378

Ribeiro, L. C., Farias, A. B., Max, E. e Amaral, A.; **Experimental Baseado Em Visão Computacional Utilizando Kinect**, no. 2002, pp. 2–6, 2012.

Stegagno, P.; **Indoor localization of UAVs, 2015**, Max-Planck-Gesellschaft, 2015. Disponível em: <<http://www.kyb.tuebingen.mpg.de/research/dep/bu/hri/indoor-localization-of-uavs.html>>. Acesso em :26 maio, 2015.

Santos, M. C. P., Sarcinelli-Filho, M. e Carelli, R.; **Indoor waypoint UAV navigation using a RGB-D system**, 2015 Work. Res. Educ. Dev. Unmanned Aer. Syst. RED-UAS 2015, pp. 84–91, 2016.

Correa, D. S. O., Sciotti, D. F., Prado, M. G., Sales, D. O., Wolf, D. F. e Osorio, F. S.; **Mobile Robots Navigation in Indoor Environments Using Kinect Sensor**, 2012 Second Brazilian Conf. Crit. Embed. Syst., pp. 36–41, 2012.

OPEN KINECT; **Open Kinect Project**. Disponível em: https://openkinect.org/wiki/Main_Page. Acesso em: 20 ago. 2016.

MundoGeo; **Por dentro do mercado de VANTs.** Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2013/02/15/pesquisa-2/>>. Acesso em: 22 de maio, 2015.

Mui, M.; Chintalapally, A.; **The Rising Demand for Indoor Localization of UAVs**, 2014. Accenture Technology Labs, [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://www.accenture.com/us-en/blogs/technology-blog/FullBiography.aspx?name=About%20the%20Author>>. Acesso em: 25 maio, 2015.

Sobre os autores

Adriano José Sorbile de Souza Mestre em Bioengenharia pela UNIVAP-São José dos Campos-SP, Especialista em Informática UFLA-Universidade Federal de Lavras-MG. Especialista em Administração e Gestão Financeira pela UNIFATEA-Lorena- SP, Bacharel em Desenho Industrial UNIFATEA-Lorena- SP. Docente no Programa de Pós-Graduação em Design, Tecnologia e Inovação - Mestrado Profissional e no curso de Arquitetura e Urbanismo na UNIFATEA- Lorena-SP, Docente do curso Técnico da ETEC-Guaratinguetá- SP, Docente na Universidade UniFOA-Volta Redonda-RJ.

Airton Coutinho Neto Pelissari Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo; MBA Projeto, Execução e Controle de Engenharia Elétrica; E-mail para contato: airton.pelissari@matrixse.com.br

Alessandro Correa Mendes Atualmente é pesquisador no Laboratório LASER/IP&D (Laboratório Avançado de Sistemas Embarcados e Robótica) onde desenvolve equipamentos médicos hospitalares, próteses robóticas e no LRVA/FEAU (Laboratório de Robótica e Veículos Autônomos) onde trabalha com robótica aérea desenvolvendo sistemas embarcados, aviônicos, telemetria e aplicações com multirrotores na Universidade do Vale do Paraíba. Mestrado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) na área de sistemas embarcados e controles aplicados à VANTs de asa rotativa, possui experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Engenharia Eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistemas Microcontrolados/Microprocessados Embarcados.

Ana Paula Alves Bleck Duque Professora da Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC) Graduação em Letras (Português-Inglês) pela Universidade de Taubaté (Unitau) Mestrado em Linguística Aplicada pela Universidade de Taubaté (Unitau)

Ana Paula de Carvalho Faria Graduação em Engenharia Química, Universidade Severino Sombra, Vassouras – RJ

Andreza Aparecida da Silva Engenheira de Produção pelo Centro de Itajubá - FEPI (2016). Foi bolsista de iniciação científica pela FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais) e possui artigos científicos publicados em eventos, tais como: 69º Congresso Anual da ABM - International e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas; VI Congresso de Iniciação Científica do Centro Universitário de Itajubá (FEPI); VI Encontro Fluminense de Engenharia de Produção - ENFEPro (Universidade Federal Fluminense); XXIII Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP (UNESP); XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica - INIC (UNIVAP); XII e XIII Encontros de Iniciação Científica da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), tendo sido contemplada com Menção Honrosa, representando a grande área de Engenharias. E-mail para contato: andrezasilvap@hotmail.com

Angelo Capri Neto Professor da Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena - EEL-USP. Possui graduação em Química pela Universidade Estadual de Campinas, mestrado em Química pela Universidade Estadual de Campinas, doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas. e-mail para contato: capri@usp.br

Angelo Cesar Tozi Christo Professor da Faculdade Multivix/IESES – Campus Castelo - ES; Graduação em Matemática pelo Centro Universitário São Camilo - ES; Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF); Grupo de pesquisa: Administração/Engenharias. E-mail para contato: actchristo@hotmail.com

Antonio Celso Perini Talhate Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela Faculdade Novo Milênio; Mestrado em Ciências da Educação pela Universidad del Norte; Grupo de pesquisa: Grupo de Pesquisa em Sistemas Eletromecânicos – GPSEM; Bolsista Produtividade em Pesquisa pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).

Aracelli Martins de Freitas Fioravante Especialista em Mecânica pela FATEC-São Paulo-SP, Graduada em Tecnologia da Produção Industrial pela FATEC-Taquaritinga- SP, Habilitação Plena em Processamento de Dados pela ETEC-Taquaritinga- SP. Docente do Curso Técnico em Mecânica da Escola Técnica ETEC-CRUZEIRO José Sant´Ana de Castro do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Bruno Coelho Graduação em Engenharia Elétrica pela UFV - Universidade Federal de Viçosa . Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Facam - Faculdade Cândido Mendes. E-mail para contato: brunocoelho@gmail.com

Carlos Eduardo Gomes Ribeiro Professor da Universidade Instituto Federal do Espírito Santo; Graduação em Tecnologia em Metalurgia e Materiais pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo; Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual Norte Fluminense; Doutorado Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual Norte Fluminense; Grupo de pesquisa: Materiais, meio ambiente e Processos de Fabricação.

Carlos Renato Montel Graduação em Gestão Da Produção (2003) na Universidade de Mogi das Cruzes – Pós Graduação Lato Sensu em Engenharia de Produção com ênfase em Administração da Produção (2010) na Universidade Cruzeiro do Sul. Aluno regular, Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Nove de Julho com início em 2017 - Experiência profissional em Usinagem, Métodos e Processos na Metalúrgica Indianópolis; Administração da Produção, Logística, Segurança, Qualidade, Custos, Gerenciamento de Projetos e Manutenção na Cummins do Brasil.

Charles Ribeiro de Brito Possui Mestrado em Eng° de Produção - UFAM. Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Fau/UNL- Manaus. Engenheiro de Segurança do Trabalho - IFAM - Instituto Federal do Amazonas. Especialista em Engenharia de Produção - Gestão de

Organizações - Operações & Serviços - UFAM. É Diretor da Superintendência do Registro Imobiliário Avaliações e Perícias - SRIAP - Procuradoria Geral do Município de Manaus - PGM. Professor de Ensino Superior da Laureate International Universities - UNINORTE, e Coordenador do curso de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho da Laureate International Universities - UNINORTE. Sócio da Atrês Projects - Empresa de Projetos na área de Arquitetura e Engenharia e Montagem Industrial.

Cirlene Fourquet Bandeira Professora do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) Membro do corpo docente do Programa de Mestrado Profissional em Materiais do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) Graduação em Engenharia Química pela UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro Mestrado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FEG/UNESP) Doutorado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FEG/UNESP) E-mail para contato: cirlenefourquet@yahoo.com.br ; cirlene.bandeira@foa.org.br

Cristiane de Souza Siqueira Pereira Professora Adjunta do curso de Engenharia Química e do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais da Universidade Severino Sombra. Doutorado em Tecnologia em Processos Químicos e Bioquímicos pela Escola de Química da UFRJ. Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e graduação em Química Industrial pela Universidade Severino Sombra.

Dalton Garcia Borges de Souza Engenheiro (2014), Mestre (2016) e aluno de Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), com período sanduíche em 2014 pela Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) durante a graduação, e em 2017 pela Politecnico di Milano (POLIMI) durante o doutorado. Atua nas áreas de gestão de projetos, pesquisa operacional e sistemas produtivos, com ênfase em gestão de portfólio de projetos, métodos multi-critério para tomada de decisão e manufatura enxuta.

Edmundo Rodrigues Junior Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES); Membro do corpo docente da Coordenadoria de Informática do IFES - Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Física pela Universidade Federal de Viçosa ; Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG); Doutorado em Ciências Naturais pela Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF); Grupo de pesquisa: Ensino de Ciências. E-mail: edmundor@ifes.edu.br

Fernanda Souza Silva Técnica de Laboratório/Eletromecânica do Instituto Federal do Espírito Santo; Membro do corpo docente do colegiado da Engenharia na Multivix-Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Engenharia de Petróleo e Gás pela UNES-Faculdade do Espírito Santo; Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual Norte Fluminense; Doutorado em andamento em Engenharia e

Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual Norte Fluminense; Grupo de pesquisa: Desenvolvimento de Materiais Alternativos- IFES. E-mail para contato: fernandas@ifes.edu.br

Gabriel Antônio Taquêti Silva Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes); Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes); Grupo de pesquisa: Grupo de Pesquisa em Sistemas Eletromecânicos – GPSEM; Bolsista Produtividade em Pesquisa pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES); E-mail para contato: gabriel.silva@ifes.edu.br

Gabriella Aparecida Ferraz Albino Engenheira de Produção pelo Centro Universitário de Itajubá - FEPI (2016). Possui artigos científicos publicados em eventos da área de engenharia de produção, tais como: VI Congresso de Iniciação Científica do Centro Universitário de Itajubá (FEPI); XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica - INIC (UNIVAP); XII e XIII Encontros de Iniciação Científica da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), tendo sido contemplada com Menção Honrosa, representando a grande área de Engenharias.

Gabryel Silva Ramos Graduando em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal do Espírito Santo; Grupo de pesquisa: Grupo de Física Teórica e Aplicada – GFTA–IFES; Bolsista de iniciação tecnológica da FAPES - Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo; E-mail para contato: gabryelsr@gmail.com.

Gilmar de Souza Dias Professor no Instituto Federal do Espírito Santo – IFES; Graduação em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; Mestrado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; Doutorado em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF; Pós Doutorado em Física pela Universidade de Alberta – UA, Canada; Grupo de pesquisa: Líder do Grupo de Física Teórica e Aplicada – GFTA–IFES; E-mail para contato: gilmar@ifes.edu.br.

Giovani Santana Silva Graduado em Engenharia Industrial Química pela Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena – EEL – USP. e-mail para contato: giosantsilva@yahoo.com.br

Gustavo Carlos da Silva Graduação em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal de São Paulo; Mestrando em Engenharia Biomédica pela Universidade Brasil; E-mail para contato: gustavo_carlos@ymail.com

Helosman Valente de Figueiredo Professor da Universidade do Vale do Paraíba; Graduação em 2009 pela Universidade do Estado do Amazonas; Mestrado em 2012 pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica; E-mail para contato: helosman@gmail.com.

Igor Alexandre Fioravante Mestre em Design Industrial, Tecnologia e Inovação pelo Centro Universitário Teresa D´Ávila-Unifatea- Lorena-SP, Pós-Graduado em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade São Luís, Especialista em Mecânica pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Graduado em Produção Industrial pela FATEC-Taquaritinga- SP e Habilitação Específica para Magistério-pelo CEFAM-Taquaritinga- SP. Coordenador e Docente do Curso Técnico em Mecânica da Escola Técnica ETEC-CRUZEIRO José Sant´Ana de Castro do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Docente no curso Superior de Tecnologia da Produção e Coordenador de Estágio na Faculdade de Tecnologia de Cruzeiro FATEC-CRUZEIRO- SP.

Israel Cardoso Professor do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia; Mestrado em Matemática pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro; E-mail para contato: israelc@ifes.edu.br

Jamilli Mattos Costa Leite Graduação em Engenharia Química, Universidade Severino Sombra, Vassouras – RJ

Jonas dos Santos Pacheco Professor Assistente III na Universidade Severino Sombra. Mestrado Profissional em Ciências Ambientais. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Graduação em Engenharia Ambiental e Engenharia Elétrica.

Jorge Luiz Rosa Doutor e Mestre em Engenharia Mecânica com ênfase em materiais pela Universidade Estadual Paulista - UNESP-FEG, Especialização em Engenharia da Qualidade pela Universidade de São Paulo - EEL/USP e Graduado em Tecnologia Mecânica pelo Instituto de Ensino Superior de Cruzeiro - IESC. Docente Pleno na Faculdade de Tecnologia FATEC-Pindamonhangada- SP e Docente no curso de Engenharia de Produção UNISAL-Lorena- SP.

Josilene Arbache Silva Graduação em Engenharia Química, Universidade Severino Sombra, Vassouras - RJ

Juliane Ozório Lacorte Graduação em Tecnologia Mecânica – Processos de Soldagem e Tecnologia em Processos; Metalúrgicos, pela Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC).

Karla Dubberstein Tozetti Professor do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; Grupos de Pesquisa: Materiais, meio ambiente e Processos de Fabricação; Sistemas Mecânicos; Implementação multidisciplinar de tecnologias avançadas nas escolas de ensino básico, técnico e tecnológico.

Karlo Fernandes Rocha Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Matemática pela Universidade Federal do Espírito

Santo; Mestrado em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo; E-mail para contato: karlor@ifes.edu.br

Lucas Barcelos Mendes Graduando em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal do Espírito Santo; Grupo de pesquisa: Grupo de Física Teórica e Aplicada – GFTA-IFES; Bolsista de iniciação tecnológica da FAPES - Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo; E-mail para contato: barcelosmendes_lucas@hotmail.com.

Luiz Diego Vidal Santos Profissional de Educação Física e trabalha como Analista fiscal do Conselho Regional de Educação Física de Sergipe. Trabalhou como professor lecionando as disciplinas de Biologia e Educação Física para os ensinos Fundamental e Médio no município de Jeremoabo/BA. Trabalhou com grupo de idosos como professor de hidroginástica e como professor de educação física para a Prefeitura de Heliópolis/BA. Foi coordenador pedagógico do programa Segundo Tempo na Prefeitura Municipal de Heliópolis. Graduando de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Sergipe. Aluno pesquisador no programa PIBIC com o tema "Ajuste de Algoritmos para Análise da Correlação entre valores de MI e Umidade do Solo". Monitor da disciplina mecanização agrícola. Principais áreas de interesse são: Ergonomia, Treinamento Funcional, biospeckle, solos, processamento de sinais e internet das coisas aplicada a agronomia, Programação Mobile.

Marcelino Pereira do Nascimento Professor Assistente Doutor e Pesquisador da Universidade Estadual Paulista - Campus de Guaratinguetá (FEG-UNESP); Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista – Campus de Guaratinguetá (FEG-UNESP); Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista – Campus de Guaratinguetá (FEG-UNESP); Especialidade: fadiga; Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista – Campus de Guaratinguetá (FEG-UNESP); Especialidade: processos de soldagem; Pós Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista – Campus de Guaratinguetá (FEG-UNESP); Especialidades: análises de tensões e processos de soldagem; Pós Doutorado em Engenharia Naval e Oceânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP); Bolsista produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora, vigente pelo CNPq.

Maria Cristina Carrupt Ferreira Borges Professora da Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC); Graduação em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal Fluminense, campus de Volta Redonda (EEIMVR - UFF); Mestrado em andamento pela Universidade Estadual Paulista - Campus de Guaratinguetá (FEG – UNESP)

Maria da Rosa Capri Professora da Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena - EEL-USP. Possui graduação em Bacharelado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina, graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestrado em Química (Química Analítica) pela Universidade de São Paulo, doutorado em Química (Química Analítica) pela Universidade de São Paulo. e-mail para contato: mariarosa@usp.br

Mateus Silva Ferreira de Oliveira Graduando em Engenharia de Materiais pela Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena – EEL – USP. e-mail para contato: mateussilva@alunos.eel.usp.br

Mayara Lisboa Santos Pós graduanda em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Universidade Estácio de Sá, graduada em Química Industria pela Universidade Severino Sombra - Vassouras RJ, Técnica Ambiental pelo Colégio Estadual Rondônia - Volta Redonda RJ.

Nilson Alves da Silva Professor do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES; Mestrado Profissional em Educação em Matemática e em Ciências; Grupo de pesquisa: GEPEME - Grupo de Pesquisa em Matemática e Educação Estatística Bolsista Produtividade em Pesquisa pela Fundação FAPES - Fundo de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo; E-mail para contato: nilson.silva@ifes.edu.br

Otávio Augusto da Silva Graduando em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena – EEL – USP. e-mail para contato: otavio96silva@gmail.com

Paulo Rogério Siqueira Custódio Técnico em Eletrônica pelo Colégio Técnico UNIVAP – Villa Branca; Graduando em Engenharia Elétrica/Eletrônica pela Universidade do Vale do Paraíba; Grupo de pesquisa: LRVA (Laboratório de Robótica e Veículos Autônomos) e PITER (Processamento de Imagens em Tempo Real); Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo IEAv – Instituto de Estudos Avançados; E-mail para contato: paulo55866@gmail.com.

Priscila Vitorino Avelar Engenharia da Computação, 2016 - Universidade do Vale do Paraíba (Univap) Técnico em Informática, 2010 - Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes (CTI Univap). Embraer - SA: Analista de Planejamento (abr/2014 até o momento) Dash Tecnologia de Sistemas - Ltda: Desenvolvedora de software (jun/2011 até abr/2014)

Rafael Michalsky Campinhos Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES); Membro do corpo docente da Coordenadoria de Eletromecânica do IFES- Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal Fluminense; Mestrado em Eletrônica de Potência pela Universidade Federal do Rio de Janeiro; Grupo de pesquisa: Grupo de Pesquisa em Sistemas Eletromecânicos – GPSEM.

Raphael Furtado Coelho Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Física pela Universidade Federal de Juiz de Fora - MG; Grupos de pesquisa: Ensino de Física e Educação; Física Aplicada; E-mail para contato: rcoelho@ifes.edu.br

Rejane Nunes Costa Engenharia Elétrica, 2016- Universidade do Vale do Paraíba (Univap) Técnico em Eletromecânica, 2010 - Escola Senai - Santos Dummont Embraer - SA: Analista de Suprimentos (nov/2014 até o momento) Experiência em Gestão de Projetos e Gestão de Planejamento

Roberto Carlos Farias de Oliveira Professor do Instituto Federal do Espírito Santo; Graduação em Letras/Literatura pela FAFI - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Madre; Gertrudes de São José; Mestrado em Ciências da Educação pela Universidade Universidade del Norte (UNINORTE) -PY; Grupo de pesquisa: Letras em Trânsito: Línguas, Literaturas, Culturas e suas tecnologias. E-mail para contato: rcfoliveira@ifes.edu.br

Rogério Vicentine Professor da Universidade; (IFES Cachoeiro de Itapemirim ES); Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em X da Universidade X; Graduação em Matemática pela Madre Universidade São Camilo; Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais pela Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacases- UENF; Grupo de pesquisa: Materiais, meio ambiente e Processos de Fabricação – IFES

Rosenil Honorato Melo Mestre em Design Industrial, Tecnologia e Inovação pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila-Unifatea de Lorena-SP, Licenciado em Administração pela FATEC-São Paulo-SP, Especialista em Logística-FACIC- Cruzeiro-SP, Graduado em Administração pela FIC-Cruzeiro- SP. Docente na ETEC Cruzeiro-SP e ETEC-Lorena- SP, Docente do Curso Superior de Tecnologia da Gestão da Produção Industrial-FATEC-Cruzeiro-SP.

Rosinei Batista Ribeiro Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2 Pós-Doutorado e Doutorado em Engenharia Mecânica pela FEG-UNESP, Mestrado em Engenharia Mecânica pela FEG-UNESP, Graduado em Engenharia Química Industrial pela FAENQUIL. Pró-Reitor de Pesquisa e Docente Permanente no Programa de Pós- Graduação Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e Inovação - PPG- DTI do Centro Universitário Teresa D`Ávila-UNIFATEA- Lorena-SP. Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial-FATEC- Cruzeiro-SP. Docente no Programa de Pós-graduação - Mestrado Profissional em Engenharia de Materiais e no Programa de Pós-Graduação - Mestrado Acadêmico em Desenvolvimento, Tecnologias, Sociedade-UNIFEI- Itajubá.

Saulo da Silva Berilli Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES); Membro do corpo docente da Coordenadoria de Eletromecânica do IFES Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Espírito Santo; Mestrado Produção Vegetal pela Universidade Estadual Norte Fluminense; Grupo de pesquisa: Grupo de Pesquisa em Sistemas Eletromecânicos – GPSEM

Sayd Farage David Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em Engenharia

Metalúrgica pelo Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes); Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pelo Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes); Grupo de pesquisa: Modelos Numéricos para Otimização dos Reatores Siderúrgicos; E-mail para contato: saydfd@ifes.edu.br

Sérgio Roberto Montoro Professor do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) e da Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC) Membro do corpo docente e do Colegiado do Programa de Mestrado Profissional em Materiais do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) Graduação em Engenharia Química pela Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo (EEL/USP) Mestrado em Engenharia de Materiais pela Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo (EEL/USP) Doutorado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FEG/UNESP) E-mail para contato: montoro.sergio@gmail.com ; sergio.montoro@foa.org.br ; sergio.montoro@fatec.sp.gov.br

Wagner Santos Clementino de Jesus Possui graduação em Licenciatura com (Ênfase em Ciências Exatas), tendo desenvolvido Software para Acompanhamento da Psicogênese da Língua Escrita pela Universidade do Vale do Paraíba, Especialista em Computação Aplicada (Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual) – Universidade do Vale do Paraíba, Mestrado em Engenharia Biomédica (Área Bioengenharia) pela Universidade do Vale do Paraíba, Desenvolvimento de um Software para Estimulação em Zona Reflexa Podal Usando LASER de Baixa Potência. Doutorando em Engenharia Biomédica Universidade do Vale do Paraíba área de atuação Sistemas Computacionais, Professor do curso de Engenharia da Computação. Com Experiência nas áreas de Sistemas Distribuídos, Computação Aplicada.

Wandercleyson Marchiori Scheidegger Graduando em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal do Espírito Santo; Grupo de pesquisa: Grupo de Física Teórica e Aplicada – GFTA–IFES; Bolsista de iniciação tecnológica do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; E-mail para contato: wmscheidegger@gmail.com

Welington Antonio Galvão Canzian Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Multivix/IESES – Campus Cachoeiro de Itapemirim - ES; E-mail para contato: welcan.canzian@hotmail.com

Welleson Feitosa Gazel Graduação em Administração (2006), Licenciatura em Pedagogia (2017), MBA em Logística Empresarial (2009), MBA em Gestão e Docência no Ensino Superior (2013) e MBA em Gerenciamento de Projetos (2017), Especialista em Administração de Empresas (2016), Mestre em Engenharia da Produção (2014), Mestre em Administração de Empresas (2017). Doutorando em Engenharia de Produção na Universidade Paulista UNIP (2017).

Wesley Gomes Feitosa Doutorando em Educação pela Universidad Columbia del Paraguay (UC) e Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela (LAUREATE

INTERNATIONAL UNIVERSITIES/UNINORTE). Possui Mestrado Profissionalizante em Engenharia da Produção (UFAM), Possui Graduação em Engenharia Civil (LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES/UNINORTE), Possui Licenciatura Plena em Matemática (MINISTÉRIO DA DEFESA/CIESA). Atua como Professor de nível superior horista do (LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES/UNINORTE), Professor de nível superior efetivo da Secretaria de Educação e Cultura (SEDUC/AM); e professor de nível superior da Secretaria de Educação e Cultura Municipal (SEMED/AM).

Willian Gamas Ferreira Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Multivix/IESES – Campus Cachoeiro de Itapemirim - ES; E-mail para contato: williangamas@hotmail.com

Whortton Vieira Pereira Professor do Instituto Federal da Espírito Santo IFES – Campus Cachoeiro de Itapemirim; Graduação em 2003 pela Universidade Federal do Espírito Santo UFES; Mestrado em 2014 pela Universidade Federal do Espírito Santo UFES; E-mail para contato: whorttonp@ifes.edu.br

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-93243-57-8



9 788593 243578