

SINERGIA

REVISTA CIENTÍFICA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

Artigos

RENOVAÇÃO DE CÉLULAS AUTOMATIZADAS APLICADAS
À VEDAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA BATIDA DE PEDRAS NA LATARIA DE VEÍCULOS

DISPOSAL AND REUSE OF CONSTRUCTION WASTE:
TECHNICAL AND ECONOMICAL EVALUATION IN AN ACADEMIC ENVIRONMENT

IMPACTOS DA GESTÃO POR COMPETÊNCIAS NO SISTEMA DE GESTÃO DE PESSOAS –
UMA REVISÃO TEÓRICA

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS
APLICADAS NO AUXÍLIO DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM TRANSFORMADORES

INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO E A QUESTÃO DA TECNOCÊNCIA

MEDIÇÃO DE COBERTURA VEGETAL USANDO ANÁLISE COMPUTACIONAL DE IMAGENS

OBJETOS DE APRENDIZAGEM INTERATIVOS

MELHORIAS NA GESTÃO
DA MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS EM EMPRESA DO RAMO DE BEBIDAS

WATER GOVERNANCE IN THE STATE OF SAO PAULO, BRAZIL:
FIRST PERCEPTIONS AND FURTHER REFLECTIONS

AValiação DA RELAÇÃO ENTRE A CAPACIDADE DE BUFFERS DE ENTRADA EM ROTEADORES
E A TAXA DE SUCESSO NO TRÁFEGO DE UMA REDE DE COMUNICAÇÃO INTRACHIP



PRESIDENTA DA REPÚBLICA
Dilma Rousseff

MINISTRO DA EDUCAÇÃO
Renato Janine Ribeiro

**SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**
Marcelo Machado Feres

REITOR
Eduardo Antonio Modena

**PRÓ-REITOR DE PESQUISA,
INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO**
Eduardo Alves da Costa

PRÓ-REITOR DE ENSINO
Reginaldo Vitor Pereira

PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO
Wilson de Andrade Matos

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO
Paulo Fernandes Junior

**PRÓ-REITOR DE
DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL**
Whisner Fraga Mamede

DIRETORES DOS CÂMPUS

Araraquara - Marcel Pereira Santos
Assis - Edmar César Gomes Dias
Avaré - Sebastião Francelino da Cruz
Araras - Andrea Cristina Zoca
Barretos - Sérgio Vicente Azevedo
Birigui - Edmar César Gomes Dias
Boituva - Bruno Nogueira Luz
Bragança Paulista - Maurício Costa Carreira
Campinas - Daniel Salério Spozito
Campos do Jordão - Hélio Sales Rios
Capivari - Waldo Luis de Lucca
Caraguatatuba - Nelson Alves Pinto
Catanduva - Márcio Andrey Teixeira
Cubatão - Robson Nunes da Silva
Fernandópolis - Marcelo Luis Murari
Guarulhos - Joel Dias Saade
Hortolândia - Edgar Noda
Ilha Solteira - Wilson Jose da Silva
Itapetininga - Hagnar Orlando Hammarstrom
Jacareí - Luz Marina Poddis de Aquino
Jundiaí - Haryanna Sgrilli Drouart
Limeira - Eberval Oliveira Castro
Matão - Christiann Davis Tosta
Mococa - Jacqueline De Blasi
Piracicaba - Aguinaldo Luiz de Barros Lorandi
Pirassununga - Jean Carlos Rodrigues da Silva
Presidente Epitácio - Ítalo Alves Motorio Junior
Presidente Prudente - Caio Flausino
Registro - Walter Augusto Varella
Rio Claro - Rivelli da Silva Pinto
Salto - Francisco Rosta Filho
São Carlos - Wania Tedeschi
São João da Boa Vista - Eduardo Marmo Moreira
São José dos Campos - Luiz Gustavo de Oliveira
São Paulo - Luís Cláudio Matos de Lima Junior
São Roque - Ricardo dos Santos Coelho
Sertãozinho - Lacyr João Svezut
Sorocaba - César Luiz de Souza
Tupã - Caio Marcus Dias Flausino
Suzano - Breno Teixeira Santos Fernochio
Ubatuba - Sheyla Gorayeb Silva
Votuporanga - Marcos Amorielle Furini

SINERGIA

“ações integradas para o importante papel social da pesquisa”

REVISTA CIENTÍFICA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

v.16 n.2 - abril/junho 2015 - São Paulo

TRIMESTRAL

ISSN 2177-451X

Sinergia

São Paulo

v. 16

n. 2

p. 85-168

abr./jun. 2015

EDITOR INTERINO - Dr. Carlos Frajuca

CONSELHO EDITORIAL

Dra. Ana Lúcia Gatti - Universidade São Judas Tadeu
Dra. Carla Witter - Universidade São Judas Tadeu
Dr. Carlos Frajuca - IFSP
Dra. Diana Vieira - Instituto Politécnico do Porto
Dra. Elza Maria Tavares - Unicastelo
Dr. João Sinohara S. Sousa - IFSP
Dr. Leandro Oliveira - Universidade do Minho
Dr. Marcelo de Almeida Buriti - IFSP
Dr. Paulo Roberto Barbosa - USP
Dr. Raul de Souza Püschel - IFSP
Dra. Suely Corvacho - IFSP
Dr. Waldecir Paula Lima - USP
Dra. Vera Socci - Universidade de Mogi das Cruzes

JORNALISTA RESPONSÁVEL

Marilza Helena Ataliba/Mtb. 025129/SP

DIAGRAMAÇÃO, NORMALIZAÇÃO,
REVISÃO DE PRÓVA E LAYOUT, ARTE FINAL
IMPRESSA/ELETRÔNICA, MAPA DA REDE FEDERAL,
DIVULGAÇÃO NOS CAMPUS - PRIMEIRO TRÂMITE
DE PARECER - PÁGINA DA INTERNET - Ademir Silva

MAPA - RELAÇÃO DOS CAMPUS IFSP
Leandro Henrique da Silva/Vitor Hugo de Rosa

PROJETO GRÁFICO DE CONTRACAPA E
APOIO TÉCNICO - Alessandro Rossi

TEXTO DE CONTRACAPA - Danielle Yura/Juliana Ayres Pina

DIVULGAÇÃO NACIONAL - REVISTA IMPRESSA
Ademir Silva/Adalberto Rodrigues/Augusto Martins/Luciana Barros
Marcelo Mottola dos Santos/Rebeca Rodrigues/Maisa Avila

DIVULGAÇÃO ELETRÔNICA - Ademir Silva

MARKETING CIENTÍFICO

Ademir Silva/Rodrigo de Benedictis Delphino/Kelly Albuquerque
Eberval Oliveira Castro/Walter Augusto Varela/Sérgio Hissashi Umeda

CRÉDITOS DE INDEXAÇÃO - LATINDEX

Deborah Quenzer Matthiesen/Waldir Lopes

SISTEMA ELETRÔNICO (OJS) - Bruno Jamalero/Diego Valente

INFRAESTRUTURA DE INTERNET/HARDWARE

Eduardo Leal/José Aparecido/Paulo Kawachi/André Luis Vieira
Dárcio Teófilo/André Luiz Amorim/Pedro Fantinatti/Evaldo Souza

INFRAESTRUTURA SOFTWARES EDITORIAIS - Gabriel Marcelino

CRÉDITOS DE PARTICIPAÇÃO ADMINISTRATIVA

José Roberto da Silva/Fernanda Stefanie de Lima
Fernanda Amorim Rocha/Marli Bogoná Incau
Daniel Pedro Vitor dos Santos/Edmur Frigeri Tonon
Randall Franklin Siqueira Campos/Valter Fernando Viana
Patrícia Gonçalves do Nascimento/Nelson Lisboa Junior
Rodrigo Guimarães da Silva/Celso Mendes de Assis
Ruth Francine Usmiany/Rodrigo de Souza Boschini
César Eduardo Armelin/Valéria Sarai/Marina Milena da Silva
Edson Serafim dos Santos/Éverton Aristides Margueiro
Ricky Seo/Kazuhiro Takahashi/Suzana Mayumi Iha Chardulo
Klebson Rodrigues Moraes dos Santos

Helena Bruschi/Robson de Oliveira
Ronaldo de Oliveira Martins/Deir Oliveira
Luiz Henrique Nistal/Hélio da Silva Ordonio/Márcio Sampaio
Paulo Henrique Ruffo/Paulo Ferrari/Sérgio Batista
Sérgio Hissashi Umeda/Salvador Rodrigues de Oliveira

CAPACITAÇÃO - SOFTWARES EDITORIAIS

Leonice Edna/Nelson Matsuda/Paula Godoy

COLABORADORES

Abner Branchini Gonçalves/Cezar da Costa Caldeira
Maria Onélia Nardini Joaquim/Priscila Aquino
Marilza Ataliba/Paulo Barbosa/Rebeca Rodrigues
Giuseppe D'Agostino/Silmário Batista dos Santos
Camila Pinho de Oliveira/José Maria de Lima
Arthur Muramoto Hayashi/Elaine Aparecida David
Paulo Ricardo Souza da Silva/Adelino Ribeiro de Souza
Rogério de Andrade/Nei Dias/Valmir Brito

PROJETO BÁSICO 2010-2014

Ademir Silva/Rosana Senatore/Kazuhiro Takahashi
Marli Bogoná/João Sinohara/Cássia Cabral/Raul Püschel

FISCAL DE CONTRATO 2014 - Ademir Silva/Francisco Filho

PROCURADORIA FEDERAL/JURÍDICA

Marcelo Cavaletti de Souza Cruz
Francisco de Assis Spagnuolo Júnior/Graziela F. Ledesma

FICHA CATALOGráfICA - Angela Halen Claro Bembem

REVISÃO DE INGLÊS - Rosana Ferrareto Lourenço Rodrigues

REVISÃO DE PORTUGUÊS - Graziela Bachião P. de Paula

A Revista **SINERGIA** é uma publicação trimestral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - São Paulo e tem por objetivo a divulgação de todo o conhecimento técnico, científico e cultural que efetivamente se alinhe ao perfil institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Como outras revistas científicas no Brasil e no mundo, é um espaço para que pesquisadores, bolsistas, professores, mestres e doutores das diversas áreas do conhecimento apresentem à comunidade científica o resultado de seus trabalhos, estimulando a busca de novas teorias, o debate e o intercâmbio de conhecimento para enriquecimento da ciência e tecnologia.

Os artigos publicados na Revista Sinergia são de inteira responsabilidade de seus autores.

Os direitos autorais seguem os termos da Creative Commons.

<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/>

////////////////////////////////////Contato////////////////////////////////////

Carlos Frajuca - tel.: +55 9 (11) 3775-4570
Ademir Silva - tel.: +55 9 (11) 3775-4570/2763-7679
sinergia@ifsp.edu.br

Rua Pedro Vicente, 625 — Canindé
São Paulo — SP — CEP 01109-010

Revista Digital Disponível em:

<http://ojs.ifsp.edu.br>

<http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia>

////////////////////////////////////



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

S616s

Sinergia: Revista Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. – v. 16, n. 2 (abr./jun. 2015).
– São Paulo : Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2015.

71 p. ; 30 cm
ISSN 2177-451X

1. Ciência e Tecnologia I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

SUMÁRIO

EDITORIAL	
<i>Carlos Frajuca</i>	89
<i>Engenharias-Engenharias III/Engenharias - Engenharia Mecânica</i>	
RENOVAÇÃO DE CÉLULAS AUTOMATIZADAS APLICADAS À VEDAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA BATIDA DE PEDRAS NA LATARIA DE VEÍCULOS	
<i>Railson Borba da Rosa/João Sinohara da Silva Sousa/Garabed Kenchian</i>	91
<i>Engenharias-Engenharias I/Engenharias - Engenharia Civil</i>	
DISPOSAL AND REUSE OF CONSTRUCTION WASTE: TECHNICAL AND ECONOMICAL EVALUATION IN AN ACADEMIC ENVIRONMENT	
<i>Ricardo Alves Batista/Juliano Amorim de Oliveira/Pedro Augusto Pinheiro Fantinatti</i>	99
<i>Sociais Aplicadas - Administração, Ciências Contábeis e Turismo</i>	
IMPACTOS DA GESTÃO POR COMPETÊNCIAS NO SISTEMA DE GESTÃO DE PESSOAS – UMA REVISÃO TEÓRICA	
<i>Breno de Souza Simone da Rosa/Victor Claudio Paradela/Débora Vargas Ferreira Costa/Frederico Azevedo Alvim Assis</i>	104
<i>Engenharias-Engenharias IV/Engenharias - Engenharia Elétrica</i>	
REDES NEURAIS ARTIFICIAIS APLICADAS NO AUXÍLIO DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM TRANSFORMADORES	
<i>Márcio Mendonça/Marco A. F. Finocchio/Lucas Fidelis M. Gonçalves</i>	114
<i>Humanas - Educação - Ensino Aprendizagem</i>	
INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO E A QUESTÃO DA TECNOCiência	
<i>Vicente Zatti/João Pedro Medeiros Vasconcelos de Souza/Laura Menestrino Prestes</i>	121
<i>Exatas e da Terra - Ciência da Computação</i>	
MEDIÇÃO DE COBERTURA VEGETAL USANDO ANÁLISE COMPUTACIONAL DE IMAGENS	
<i>Leandro Inácio Gonçalves/Luigi Francesco Mazzini Passerino/Ricardo Pires</i>	126
<i>Exatas e da Terra - Ciência da Computação</i>	
OBJETOS DE APRENDIZAGEM INTERATIVOS	
<i>Bruno Nogueira Luz/Rafael Santos/Marcelo de Paiva Guimarães</i>	131
<i>Engenharias-Engenharias IV/Engenharias - Engenharia Elétrica</i>	
MELHORIAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS EM EMPRESA DO RAMO DE BEBIDAS	
<i>Roberto Rennó S. S. Sousa/João Sinohara da Silva Sousa/Luiz Octávio Mattos dos Reis</i>	138
<i>Engenharias-Engenharias I/Engenharias - Engenharia Sanitária</i>	
WATER GOVERNANCE IN THE STATE OF SAO PAULO, BRAZIL: FIRST PERCEPTIONS AND FURTHER REFLECTIONS	
<i>Pedro Augusto Pinheiro Fantinatti/Antonio Carlos Zuffo/André Munhoz de Argollo Ferrão</i>	146
<i>Exatas e da Terra - Ciência da Computação</i>	
AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE A CAPACIDADE DE BUFFERS DE ENTRADA EM ROTEADORES E A TAXA DE SUCESSO NO TRÁFEGO DE UMA REDE DE COMUNICAÇÃO INTRACHIP	
<i>Marcelo Henry Kato da Fonseca/Vitor Luis Campagnucci/Ricardo Pires/Martha Johanna Sepúlveda Florez/Marius Strum</i> ..	154

Editores Adjuntos

Ma. Adriana Gomes de Moraes - PUC-SP
Dr. Diovani Vandrei Alvares - PUC-SP
Me. Gilson Rogério Marcomini - UNIFENAS

Revisores/Pareceristas *ad hoc*

Ma. Adriana Gomes de Moraes - PUC-SP
Dra. Adriana Carniello - INPE
Me. Adriano de Souza Marques - UNESP-Bauru
Me. Airton José Vinholi Júnior - UFMS
Dra. Ana Lúcia Gatti - USJT
Dr. André de Souza Tarallo - USP
Me. André Luis Maciel Leme - UNITAL
Ma. Andreia Dal Ponte Novelli - USP
Ma. Andreia de Almeida - PUC
Ma. Andrieli Bianca Rodrigues Camilo - USJT
Me. Alexandre Maniçoba de Oliveira - USP
Me. Alexandre Shigunov Neto - IFSP-Itapetininga
Dr. Almir Fernandes - USP
Dra. Amanda Cristina Teagno Lopes Marques - USP
Me. Antonio de Assis Bento Ribeiro - UNICAMP
Dr. Antonio Carlos da Fonseca Bragança Pinheiro - USP
Dr. Armando Traldi Junior - PUC-SP
Dr. Aron Jose Pazin de Andrade - UFMG
Dr. Augusto Massashi Horiguti - USP
Me. Bruno Nogueira Luz - FACCAMP
Dr. Caio Augustus Morais Bolzani - USP
Dra. Carla Witter - USP
Dr. Carlos Frajuca - USP
Dr. Carlos Henrique da Silva Santos - UNESP
Dr. Carlos Ventura Fonseca - UFRGS
Esp. Cheila Dionísio de Mello - IFPR
Ma. Cintia Gonçalves Mendes da Silva - USP
Me. Claudio Nei Nascimento da Silva - UCB
Dra. Cristina Pereira de Araujo - USP
Bel. Danillo da Silva Rocha - FATEC
Dr. Diovani Vandrei Alvares - PUC-SP
Me. Eberval Oliveira Castro - UNICAMP
Dr. Écio Naves Duarte - UFU
Dr. Eduardo Acedo Barbosa - FATEC
Dr. Edson de Almeida Rego Barros - USP
Bel. Elizabeth Alves - UNIMARCO
Dra. Elisandra Aparecida Alves da Silva - USP
Dr. Emerson dos Reis - UNICAMP
Me. Enio Freire de Paula - UEM
Me. Enzo Basilio Roberto - IFPA
Me. Erico da Silva Costa - IFSP-Jacarei
Dra. Fátima Beatriz De Benedictis Delphino - PUC-SP
Bel. Fernanda Conciani - UFMT
Dra. Flavia Maria Esteves Machado - UNESP
Dr. Flávio Rovani de Andrade - UNICAMP
Dr. Francisco Rafael Martins Soto - USP
Me. Francisco Regis Vieira Alves - UFC
Dr. Francisco Yastami Nakamoto - USP
Me. Gilson Rogério Marcomini - UNIFENAS
Dr. Givanildo Alves dos Santos - ITA
Esp. Giovanni Ribeiro - UFSCAR
Bel. Gracilene Maria de Carvalho - UFMG
Dr. Glauber Eduardo de Oliveira Santos - UIB
Ma. Graziela Bachiao M. C. Pereira de Paula - UNESP
Ma. Greice de Nóbrega e Sousa - USP
Dr. Hédio Tatizawa - USP
Me. Ivo Sócrates Moraes de Oliveira - USP
Me. João Batista Brandolin - ITA
Dr. João Sinohara da Silva Sousa - ITA

•••

Dr. José Alberto Carvalho dos Santos Claro - Metodista
Dr. Jose Aquiles Baesso Grimoni - USP
Me. José Orlando Balastro Junior - UNITAL
Dr. José Francisco Buda - UNICAMP
Bel. Karina Menegaldo Dias - UNICAMP
Me. Leandro Henrique da Silva - USP
Dra. Leticia Souza Netto Brandi - UNICAMP
Dra. Lília Santos Abreu-Tardelli - PUC
Ma. Liliane Garcia da Silva Morais Rodrigues- IFTO
Me. Luiz Fernando Rosa Mendes - UCAM
Dr. Luiz Gustavo de Oliveira - UNITAL
Dra. Manoela Rossinetti Rufinoni - UNIFESP
Me. Marcelo Bernardino Araujo - PUC-SP
Dr. Marcelo Porto Allen - USP
Dr. Márcio Abud Marcelino - ITA
Me. Marcio Mandelman - UNITAU
Dr. Marcio Zamboti Fortes - USP
Me. Marco Aurélio Granero Santos - USP
Dr. Marcone Susumu Gomazako - UNICAMP
Dr. Marcos Antonio Santos de Jesus - UNICAMP
Ma. Maria Cristina de Siqueira Nogueira Barelli - UNICAMP
Dra. Mariana Pelissari Monteiro Aguiar Baroni - INPE
Dra. Marília Guimarães Pinheiro - USP
Dra. Marinilzes Moradillo Mello - UNICAMP
Dra. Martha Cristina Motta Godinho Netto - UFRJ
Me. Miguel Angelo de Abreu de Souza - USP
Dra. Oquidea Vasconcelos - UEPA
Ma. Patrícia Lima Dubeux Abensur - PUC-SP
Dr. Paulo Henrique Netto de Alcantara - UNIFESP
Dr. Paulo Marcos de Aguiar - USP
Esp. Paulo Sérgio Garcia - UNIP
Dr. Paulo Roberto Barbosa - USP
Dr. Pedro Augusto Pinheiro Fantinatti - UNICAMP
Dr. Pedro Miranda Junior - USP
Bel. Radamés Toth Garcia - USJT
Ma. Rafaela Camara Malerba - UAM
Dr. Raul de Souza Puschel - PUC-SP
Dra. Renata Carolina Zanetti Lofrano - UFSJ
Dr. Ricardo Pires - IFSP
Dr. Ricardo Roberto Plaza Teixeira - USP
Me. Rodrigo Campos Bortoletto - FEI
Dra. Rosana Camargo - USP
Dra. Sandra Pereira Falcão - USP
Dr. Sergio Luiz Kyrillos - UNIP
Ma. Siony Silva - UNIBAN
Ma. Silvia Vitória de Oliveira - USP
Me. Thiago Pedro Donadon Homem - FEB-UNESP
Me. Thiago Schumacher Barcelos - USP
Dra. Valéria Azzi Collet da Graça - UNICAMP
Dra. Vania Battestin Wiendl - UNICAMP
Dra. Vanessa Meloni Massara - USP
Ma. Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis - UNICAMP
Bel. Vinícius Fausto Chaves - IFSP

•••

EDITORIAL

Carlos Frajuca¹

Esta é a segunda de 4 edições do ano de 2015 e começamos este ano, adaptando o periódico aos novos critérios de indexação da SciELO, conforme documento de outubro de 2014, o que significa, não só seguir os critérios de indexação sugeridos, como também a padrões internacionais de publicação científica. Dentre as orientações do documento, passamos a publicar os títulos dos artigos em inglês e a utilizar de sistema de gestão online de manuscritos Open Journal Systems (OJS - <http://ojs.ifsp.edu.br>), que dentre outras vantagens, visa maximizar a eficiência do processo de avaliação e minimizar o tempo entre a submissão e o parecer final, além de tornar transparente o trâmite editorial, porque permite que as partes envolvidas acompanhem o processo de avaliação.

Desde 2012, o periódico vem passando por modificações, um exemplo, é a indicação das principais datas do processo de arbitragem - compreendendo as datas de recebimento e aprovação dos artigos - visando o menor intervalo de tempo entre elas e, com o apoio dos nossos pareceristas, conseguimos manter a média exigida pelos critérios de indexação. Outro passo foi a periodicidade que atualmente é trimestral e pode ser alterada no próximo ano para bimestral, dependendo do volume de artigos e rapidez do trâmite editorial. Os Editores Adjuntos passam a fazer parte desta edição, sendo uma atividade importante em todo periódico, por estar relacionado ao desenvolvimento das áreas do conhecimento no aspecto do conteúdo científico, por meio dos pareceres, bem como no apoio da avaliação dessas áreas.

Também, a revista visitou 5 campi em 2014, além do *Campus* São Paulo: Guarulhos, São João da Boa Vista, São José dos Campos e Itapetininga, com a finalidade de ser conhecida pelos alunos e assim orientá-los para futuras publicações com base em pesquisa científica ou projeto de conclusão de curso. Já o Mapa de Divulgação na Rede Federal nos relatórios finais desta edição, conta com 65 campi novos em 2014 que recebem o Periódico para possível catalogação nas bibliotecas.

O IFSP agradece todo o apoio dado ao periódico com a finalidade de contribuir com nossa função de ampliar o importante papel social que tem a pesquisa.

A Revista **SINERGIA** está aberta para cadastro reserva de novos pareceristas/revisores, prioritariamente nas seguintes áreas em que a revista obteve Qualis em 2013/2014:

- Administração, Ciências Contábeis e Turismo;
- Astronomia/Física;
- Ciência de Alimentos (**Ciência e Tecnologia de Alimentos**);
- Ciência da Computação;
- Educação;
- Enfermagem (**Enfermagem Médico-Cirúrgica, Enfermagem Obstétrica, Enfermagem Pediátrica, Enfermagem Psiquiátrica, Enfermagem de Doenças Contagiosas, Enfermagem de Saúde Pública**);
- Engenharia I (**Engenharia Civil, Engenharia Sanitária e Engenharia de Transportes**);
- Engenharia II (**Engenharia de Minas, Engenharia de Materiais e Metalurgia, Engenharia Química, Engenharia Nuclear**);
- Engenharia III (**Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção, Engenharia Naval e Oceânica, Engenharia Aeroespacial**);
- Engenharia IV (**Engenharia Elétrica e Engenharia Biomédica**);
- Ensino (**Ensino de Ciências e Matemática**);
- Filosofia/Teologia:
Subcomissão Filosofia;
- Interdisciplinar (**Meio Ambiente e Agrárias, Sociais e Humanidades, Saúde e Biológicas, Engenharia/Tecnologia/Gestão**);
- Letras/Linguística;
- Química.

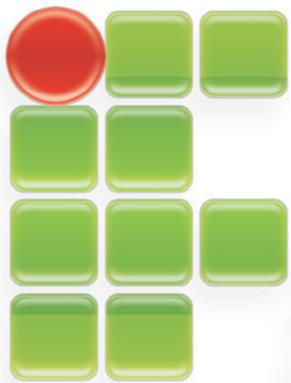
Os artigos submetidos são analisados em duplo cego (*double-blind review*), ou seja, pelo menos dois pareceristas/revisores fazem avaliação de um mesmo artigo científico. Os trabalhos são enviados e recebidos sem identificação de autores e avaliadores.

Endereço dos artigos disponíveis para parecer:
http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia/documentos/fila_submissao.pdf

Contato para cadastro/descadastramento de revisor:
sinergia@ifsp.edu.br
<http://ojs.ifsp.edu.br>

Rua Pedro Vicente, 625 — Canindé
São Paulo — SP — CEP 01109-010

¹ Doutor pelo Instituto de Física da USP.



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

RENOVAÇÃO DE CÉLULAS AUTOMATIZADAS APLICADAS À VEDAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA BATIDA DE PEDRAS NA LATARIA DE VEÍCULOS

RENEWAL OF AUTOMATED CELL APPLIED TO SEALING AND PROTECTION AGAINST STONE BEAT ON VEHICLE BODYWORK

Data de entrega dos originais à redação em: 18/08/2014
e recebido para diagramação em: 19/03/2015.

Railson Borba da Rosa ¹
João Sinohara da Silva Sousa ²
Garabed Kenchian ³

As montadoras de automóveis têm tradição em automatizar seus processos buscando maior produtividade, qualidade, flexibilidade e melhorias ergonômicas das condições de trabalho. Dentre suas várias etapas produtivas estão as atividades de proteção e vedação de assoalho que são responsáveis pela exposição dos operadores a posturas inadequadas por longos períodos. Por causa disso, este tipo de atividades tem sido robotizada com o uso de novos recursos e tecnologias disponíveis e tentando-se minimizar o tempo de operação manual nessas condições. Este trabalho analisa a renovação da automação de três células responsáveis por esses processos com aumento de capacidade de produção, tornando as células de produção flexíveis para fabricação de dois novos modelos, com a implantação de melhorias ergonômicas e redução de consumo de material.

Palavras-chave: Automação. Vedação. Células de Manufatura Flexíveis. Ergonomia.

The automotive industry has a tradition in automating their processes in order to improve productivity, quality, flexibility and ergonomics of working conditions. Among several production steps, there are the underbody coating and the sealing activities, which are responsible for operators' exposure to bad work posture for long periods. This has led to the robotization of these activities with the use of new available resources and technology, in order to try to minimize the manual operation time under these circumstances. This paper analyzes the renewal of automation into three cells responsible for these processes with increasing production capacity, by making the manufacturing cells flexible for the production of two new models, with the implementation of ergonomic improvements and reduction of material consumption.

Keywords: Automation. Sealing. Flexible Manufacturing Cells. Ergonomics.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da revolução industrial empregam-se tecnologias de automação em busca de mais produtividade, flexibilidade e qualidade nos processos produtivos. Assim como a automação, a aplicação de métodos de manufatura enxutos é fundamental para a sobrevivência das empresas no mercado (QUINTELLA, 1998). Essa condição de mercado impulsiona todo o setor industrial, principalmente o automotivo, em buscar soluções inteligentes para minimizar os custos de produção e garantir os padrões de qualidade e de repetitividade.

Devido a esse cenário, faz-se o emprego de sistemas robotizados, integrando-os com outras etapas de produção, como manuseio de materiais, identificação de produto e sistemas de posicionamento (GROOVER, 2010). Assim, é possível processar diferentes modelos com os mesmos equipamentos, permitindo a centralização da manufatura e a maximização dos volumes de produção. Além disso, têm-se os benefícios

ergonômicos do uso de robôs nas atividades que expõem os operadores a posicionamento incorreto e redução de consumo de materiais.

O objetivo desse trabalho é apresentar o estudo de caso sobre a implementação de um projeto de renovação da automação nas etapas de vedação e proteção contra batida de pedras na lataria de veículos, composto de quatro metas: elevar a produção de 53 para 63 carrocerias por hora (aumento de 120 mil unidades por ano), flexibilizar as estações para 2 novos modelos, eliminar ou minimizar a necessidade de acabamento manual das vedações e reduzir o consumo de material.

2 METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma breve fundamentação teórica, na sequência foram descritas as estações antigas e suas restrições: os tempos de ciclo de cada etapa dos processos, as limitações de memória dos equipamentos instalados, os responsáveis pela necessidade de acabamento manual e desperdício de material.

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus São Paulo – E-mail: < railsonborba@gmail.com >.

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus São Paulo.

3 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus São Paulo.

Com as causas das limitações identificadas, foram apresentadas as soluções para cada uma delas. Enfim, com o escopo do projeto concluído, foi realizado um novo detalhamento das células implementadas na planta do estudo de caso e uma nova análise delas quanto à capacidade, flexibilidade, ergonomia e consumo de material, comparando os resultados com os objetivos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As etapas produtivas de uma fábrica podem ser integradas de forma a minimizar o manuseio de materiais e maximizar a utilização de recursos, sendo o princípio de manufatura em linha de produção, sem sistemas em paralelo, adequado para a fabricação de grandes quantidades de produtos similares e cujo o processo de manufatura possa ser separado em passos (GROOVER, 2010). Essa organização, representada na figura 1, se deve ao alto custo dos equipamentos necessários para esses processos, razão que também fundamenta a abordagem de manufaturar diferentes produtos na mesma planta, aumentando o volume de produção e, portanto, o rateio do investimento inicial.

As necessidades específicas de cada etapa produtiva, o custo de investimento, o custo operacional e a quantidade de modelos levam a decidir o tipo de implementação, sendo algumas células dedicadas com sistema automatizado específico e outras que permitem o emprego de técnicas flexíveis, essa comparação é demonstrada na figura 2.

Para viabilizar a implementação de automação no ramo automobilístico é necessário direcionar soluções de alguns problemas específicos como o transporte e posicionamento de carrocerias, garantia da aplicação dos materiais na posição correta, o desenvolvimento de um sistema de bombeamento e medição que permita o controle de vazão para materiais viscosos e abrasivos, assim como métodos e dispositivos de aplicação para esses materiais que viabilizem a implementação deles como atuadores em robôs.

Os robôs são dispositivos utilizados em células de produção e desenhados para substituir o homem nas operações insalubres, pesadas, etc.

Esses equipamentos são compostos basicamente de elos equivalentes aos ossos de um ser humano e juntas que seriam similares às articulações, tendo uma das extremidades engastada e na outra a ferramenta que é chamada de efetuador ou *tool*, é ela que desempenhará o trabalho (CRAIG, 2005).

A movimentação dos elos de um robô é realizada através da rotação das juntas, requerendo um mapeamento de sua dinâmica e cinemática, estabelecendo a relação entre seus eixos e determinando o quanto precisa movimentar em que sentido cada uma de suas junções, conforme representado na figura 3.

Esse mapeamento é possível através da representação de cada seguimento articulado em relação a um sistema de coordenadas, permitindo o levantamento da relação entre eles (CRAIG, 2005). Inicia-se pelo conceito de representação de um ponto em um sistema de coordenadas, verificando que a representação em um plano cartesiano é possível com a referência das distâncias nos respectivos eixos "X", "Y" e "Z" conforme ilustrado na figura 4.

A programação de robôs é realizada pela gravação da localização de pontos que eles devem percorrer durante a sua trajetória em relação a um sistema de coordenadas. Normalmente ele é escolhido de acordo com o tipo de robô e aplicação. Além dessas

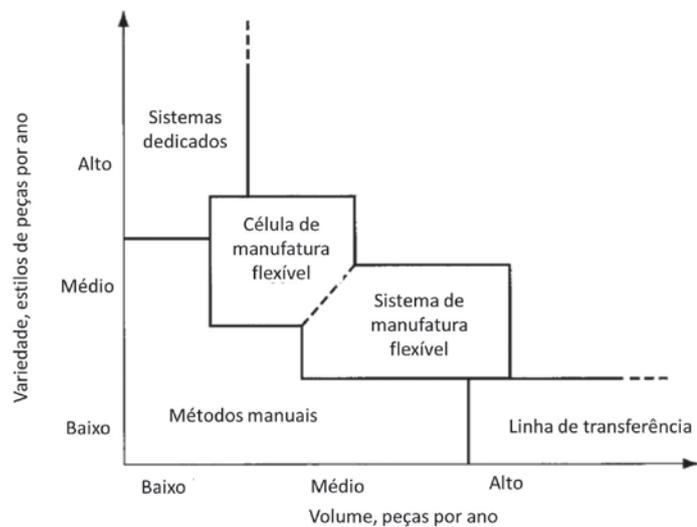


Figura 2 - Sistema Flexível contra outros Métodos de Automação. Fonte: GROOVER, 2010

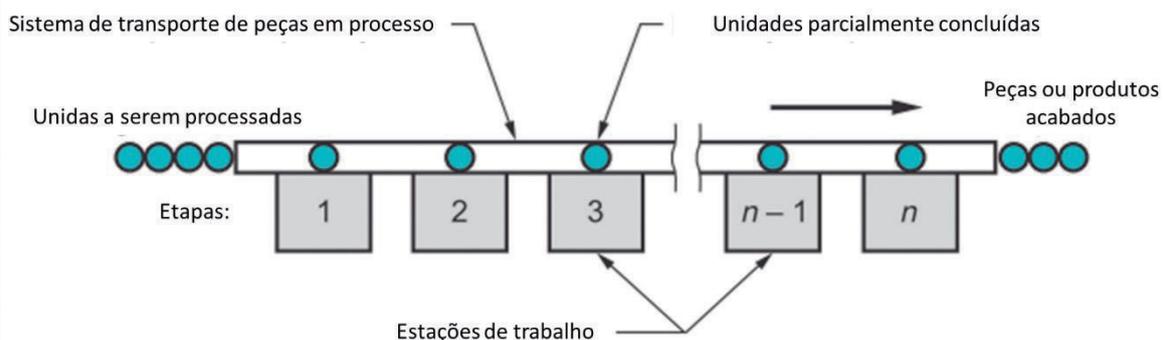


Figura 1 - Representação de Linha de Produção. Fonte: GROOVER, 2010

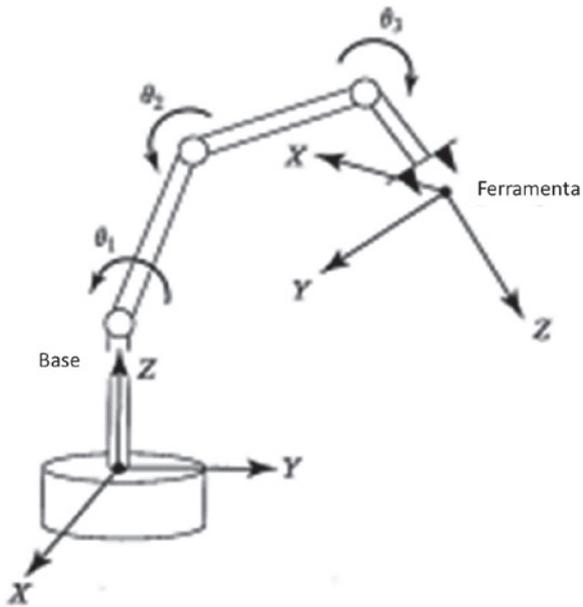


Figura 3 - Cinemática entre Junções de um Robô. Fonte: CRAIG, 2005

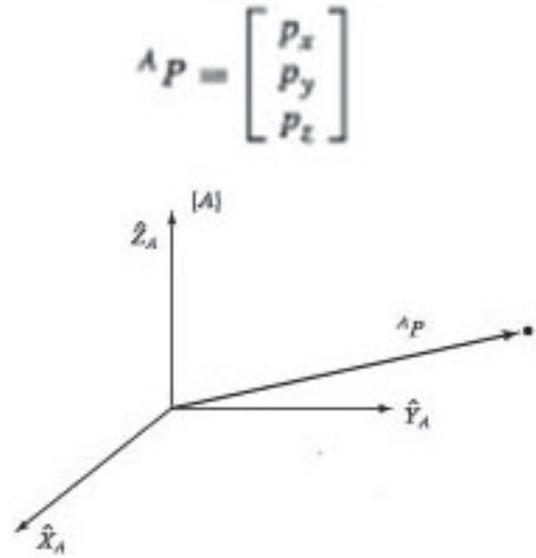


Figura 4 - Descrição de um Ponto em um Plano Cartesiano. Fonte: CRAIG, 2005

posições por onde o robô deve passar, descreve-se também com qual velocidade e qual o tipo de trabalho ele deve realizar com o efetuator.

Apesar de serem desenvolvidos para aplicação em automação flexível, os robôs podem ter características construtivas específicas conforme as necessidades de processo, influenciando nos graus de liberdade e na forma de movimentação. As configurações básicas disponíveis no mercado são o polar, o cilíndrico, o cartesiano, o braço articulado e o SCARA (*Selectively Compliant Assembly Robot Arm*), conforme figura 5.

Os eixos desses equipamentos são controlados por servo acionamento, que é um conjunto formado por dois equipamentos principais: o servo motor e o servo conversor. Esse conjunto possui a capacidade de seguir fielmente a referência, que pode ser velocidade, torque ou posição com boa repetitividade (STEPHAN, 2004).

Além de robôs, outros elementos são necessários para permitir a formação de uma célula de manufatura. Para determinar posicionamento, por exemplo, normalmente utilizam-se sensores de proximidade que são componentes eletrônicos capazes de detectar a aproximação de um objeto sem a necessidade de contato físico entre sensor e o acionador, dessa forma, aumentando a vida útil do sensor por não possuir peças móveis sujeitas a desgastes mecânicos. Eles também não

necessitam de energia mecânica para operar e são imunes a vibração e choques mecânicos (LIMA, 2008).

Para integrar esses elementos utilizam-se controladores lógico programáveis (CLP), de forma a facilitar a edição das lógicas de comando. O primeiro conceito desses dispositivos foi inventado por Dick Morley em 1968, buscando atender as especificações de um grupo de engenheiros da GM® (*General Motors*). Elas estabeleciam que o controlador deveria ser de fácil programação e reprogramação, preferencialmente na planta, de fácil manutenção, confiável em ambiente fabril, menor que o sistema equivalente feito com relés e com custo competitivo (MIAZAKI, 2010).

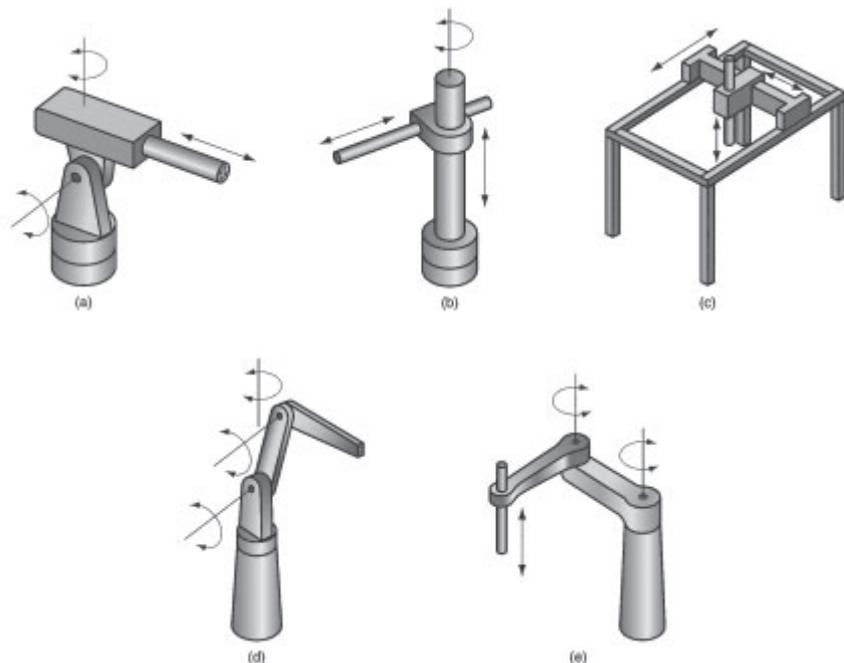


Figura 5 - Tipos de Robôs: (a) o polar, (b) cilíndrico, (c) cartesiano, (d) braço articulado e (e) SCARA. Fonte: GROOVER, 2010

O funcionamento desse dispositivo baseia-se numa varredura do barramento de entrada, execução da lógica programada, considerando a leitura do barramento de entrada e as condições do barramento de saída, atualizado esse último com o resultado da execução da lógica, iniciando-se uma nova varredura. O barramento de saída é responsável pelo acionamento do efetuador que controla o dispositivo que executará o trabalho final (MIAZAKI, 2010). Com o emprego desses CLP é possível integrar sistemas de transporte, identificação, sensoriamento e robôs para a formação de uma célula de manufatura flexível.

4 SISTEMA DE VEDAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA BATIDA DE PEDRA ORIGINAL

Devido aos diferentes requisitos das etapas produtivas de uma montadora de automóveis elas são executadas em áreas distintas, sendo normalmente divididas em: estamparia, funilaria, pintura e montagem. No prédio de pintura, além do processo decorativo podem ser realizadas outras etapas intermediárias destinadas à proteção contra corrosão, vedação, proteção contra batida de pedras e ornamentação, similar ao ilustrado na figura 6 (GOLDSCHMIDT, 2009).

Dos processos executados nessa área, o de vedação contra entrada de água, pó e cheiros na carroceria e o de proteção contra batida de pedra no assoalho das unidades utilizam materiais que além de requererem secagem, precisam ser aplicados entre duas etapas de pintura específicas: após a proteção contra corrosão e antes da aplicação do fundo nivelador, permitindo que a cura deles seja realizada em conjunto com esse material, compartilhando da mesma estufa.

4.1 Descrição das células automáticas antigas

As etapas em estudo do processo de pintura de carrocerias iniciam-se pela vedação de assoalho e a sua respectiva estação de verificação e reparo, que precedem a estação de proteção contra batida de pedra. Essas duas atividades são realizadas com a carroceria suspensa em um gancho aéreo, sendo que a unidade vai para a estação de vedação de interiores após ser transferida do gancho aéreo para um convencional.

A sequência de passos da célula é gerida por três controladores diferentes: o do sistema de transporte, o da célula e o do robô. O fluxo é similar para as três estações, sendo apresentado na figura 7.

O ciclo de operação dessas células tem início na identificação da unidade, essa informação é obtida por um leitor de código de barras, identificando o número do gancho de transporte. De posse dessa informação, o CLP de transporte acessa um banco de dados buscando as características da carroceria em questão. Esse banco de dados foi carregado quando a carroceria entrou no processo de pintura e passou por um leitor de código de barras, vinculando as informações do código de barras ao número do gancho de transporte da unidade.

Então, o controlador de transporte envia as especificações da carroceria (como modelo e opcionais) para o CLP da célula. Esse, de posse das características da unidade, verifica a disponibilidade da célula e libera a entrada caso esteja apta para iniciar um novo processo. Com essa liberação, o CLP do transportador inicia a transferência da unidade, parando-a quando o sensor de carroceria em posição é acionado e fechando o centrador. Ao receber o sinal de carroceria em posição e de que o centrador está fechado, o controlador da

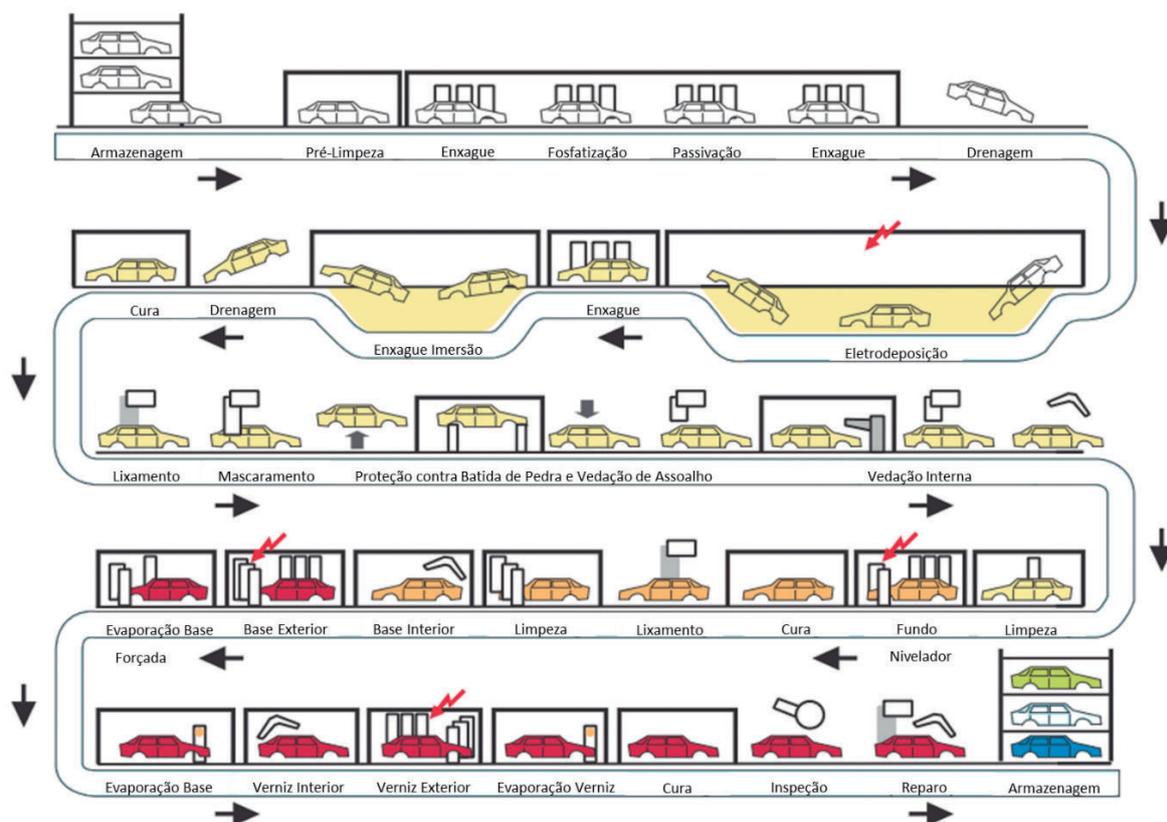


Figura 6 - Processos Realizados na Área de Pintura. Fonte: GOLDSCHMIDT, 2009

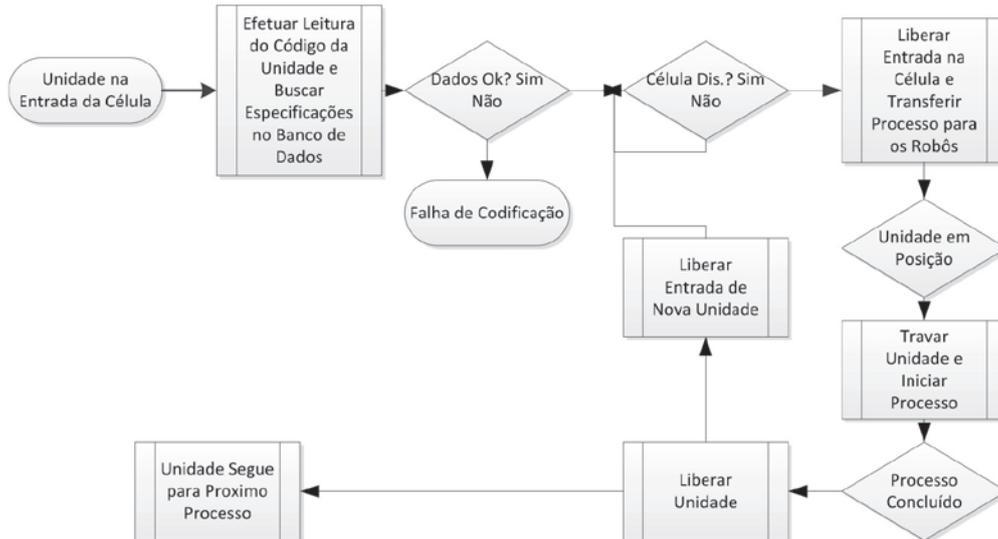


Figura 7 - Fluxo de Operação das Células

célula cruza as especificações da carroceria com uma planilha de referência, identificando a qual código de trabalho será enviado para as unidades centrais de processamento dos robôs (CPU). Essas unidades buscam em sua memória qual programa deve ser executado em função do código recebido.

O primeiro processo a ser executado é a verificação da posição da carroceria pelo sistema de visão (solução adotada para minimizar os problemas de localização). A topologia do sistema de visão dessa célula era centralizado e utilizava um dos dois robôs como mestre para efetuar o processamento e identificação da posição dos alvos da carroceria dentro da célula, estabelecendo o plano de referência para ela e verificando o quanto está deslocado em relação ao zero da célula. Assim, esse controlador efetua cálculo da matriz de transformação para corrigir a posição dos pontos da trajetória dos robôs.

As estações eram compostas por robôs *Joint-Linked Fanuc®* com capacidade de suportar uma ferramenta de até 16 kg, sendo que a de vedação de interiores tinha dois robôs M16iL® com braço alongado, montados sobre trilhos e equipados com um bico de filete sem assistência de ar comprimido, conforme a figura 8(a). Já a célula de proteção contra batida de pedra utilizava três robôs M16i® com braço padrão fixos em pedestais e equipados com duas pistolas de borrifação sem assistência de ar comprimido, posicionadas com 45° de defasagem entre elas de forma a minimizar a movimentação, apresentando uma abertura em torno de 200 mm de leque e com distância de aplicação (entre a ponta da pistola e a superfície que receberá o material) de 250 mm, figura 8(b). Por fim, a estação de vedação de interiores tinha três robôs S500® com braço alongado e equipados com um bico de filete sem assistência de ar comprimido, conforme a figura 8(c).

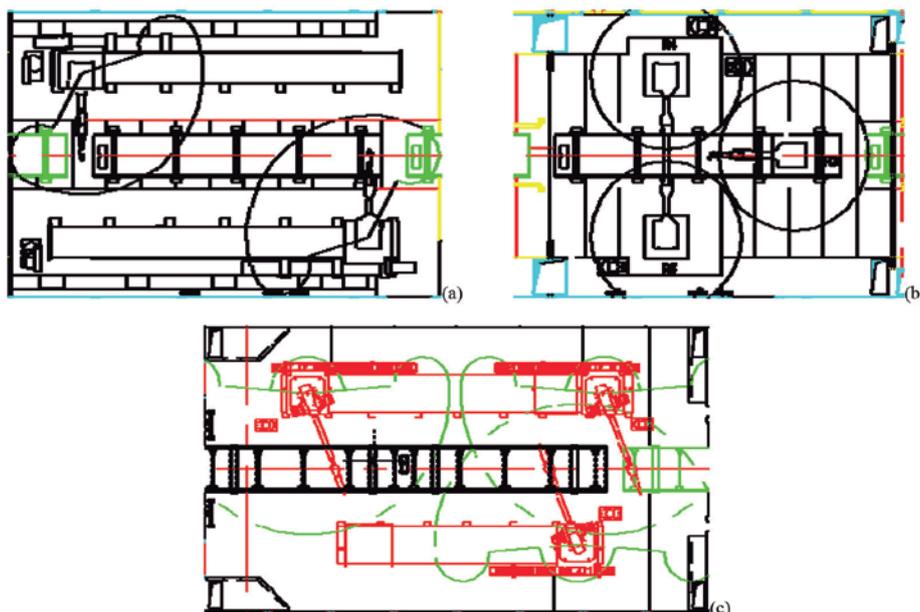


Figura 8 - Células: (a) Vedação de Assoalho, (b) Proteção contra Batida de Pedras e (c) Vedação de Interiores

4.2 Análise das restrições das células antigas

Para determinar os fatores que limitavam a capacidade de produção das estações automáticas foram levantados os tempos demandados para cada um dos subprocessos do sistema, desde a identificação da carroceria até a conclusão do processo de vedação, apresentados na tabela 1.

Esses tempos de ciclo foram medidos considerando uma quantidade de 18m lineares de vedação de assoalho, 4m² de cobertura para proteção contra batida de pedra e 14m lineares de vedação de interior seguindo as necessidades do produto atual. Além disso, o cálculo da capacidade líquida foi baseado em dados históricos de tempo para reparo e demais intervenções nessas células que representavam uma perda de 10%.

O método de aplicação de massa de vedação instalados nos robôs era o de filete sem assistência de ar, permitindo a extrusão do material com secção de meia elipse de diâmetro máximo de 10 mm (após colisão do material com a junção a ser calafetada), com consumo padrão de 0,04772 litros por metro linear e utilizando um sistema de bombeamento comum entre a linha de vedação manual e automática. Com esse tipo de padrão de aplicação, a área coberta é muito pequena para garantir a vedação e requeria acabamento manual que se trata de espalhar o material sobre a junção, pressionando-o contra a carroceria garantindo a calafetação. Essa atividade requer que o operador fique com o braço elevado acima da altura do ombro, sendo o comprimento total de filetes que necessitavam de acabamento manual por unidade era de 10030 milímetros, que representavam 177 segundos de operação.

5 RENOVAÇÃO DO SISTEMA DE VEDAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA BATIDA DE PEDRA

As metas do projeto são: elevar a produção de 53 para 63 carrocerias por hora (aumento de 120 mil unidades por ano), acrescentando-se 10% para compensar as paradas de manutenção tem-se 70 unidades por hora brutas. Quanto a flexibilidade o projeto requer a introdução de dois novos modelos, que somados aos 3 atuais totalizam 5. Já no que se refere à ergonomia almeja-se minimizar e preferencialmente eliminar a necessidade de pincelamento das vedações. Por fim, tem-se como meta reduzir o consumo de material.

Em termos de conteúdo os dois novos veículos possuem como especificação de produto 24m lineares de calafetação de assoalho, 4m² de aplicação de PVC contra batida de pedra e 18m lineares de calafetação interna. Com base nesse escopo de projeto e das limitações das células buscou-se nas tecnologias disponíveis no

mercado soluções viáveis para modificar as células e atender os requisitos desse projeto.

5.1 Soluções para as restrições das células

Considerando-se a necessidade de aumento de velocidade com maior conteúdo fez-se uma análise das possíveis soluções para cada etapa de processo, iniciando pelo tempo de transporte que já em comboio representa 12 segundos considerando que o comprimento do gancho de transporte de 4,5m e o espaçamento entre eles de 0,5m esse tempo de ciclo representa uma velocidade de 25 metros por minuto. Essa velocidade linear é classificada como alta para os padrões de segurança conforme (GCS-1-30327), dessa forma, a velocidade linear de transporte das unidades não poderia ser aumentada. Além disso, ela é a menor parcela de tempo de ciclo dentro dos subprocessos das células.

Partindo-se para o próximo item, o sistema de visão demandava 20 segundos para efetuar o reconhecimento das unidades e determinação da matriz de correção de trajetória. Somente depois dessa etapa que se inicia de fato o trabalho dos robôs e atualmente existem sistemas de visão 2D com tempo de ciclo inferior a 2s. Por isso esse critério foi incluído como requisito no memorial descritivo, aceitando-se tanto a opção integrada ao controlador de um dos robôs como a de gabinete específico desde que atendessem a essa especificação.

Assumindo a implementação dessas modificações para minimizar o tempo de ciclo dessas etapas de processo, foi analisado o tempo para a aplicação dos materiais. Considerando a velocidade bruta de 70 unidades por hora que equivale a 51 segundos de tempo de ciclo para a célula, sendo 12 destinados ao transportador e 2 destinados ao sistema de visão, restam 37 segundos para o processo de aplicação.

Esses critérios de tempo de ciclo para o sistema de visão e para o processo fizeram parte da especificação do memorial descritivo, assim como os requisitos de movimentação dos robôs, conforme norma (GTR 34885-H). Nela é recomendado 500 mm/s como velocidade máxima para deslocamento dos robôs, largura de filete de 25 a 30 mm com altura de 2,5 a 3mm para vedação e largura de borrifacção de 200 mm com altura de 0,3 a 0,5 mm para proteção contra batida de pedras. Também foi realizada uma análise de processo, que se assemelha a programação virtual da aplicação, para verificar se os robôs propostos conseguem atingir os pontos de aplicação e efetua-la dentro do tempo previsto, caso contrário é adicionado mais um robô ou proposto outro modelo, conforme resultado da análise de alcance. Essa simulação é ilustrada pela figura 9.

Com base nos resultados dessa simulação,

chegou-se a necessidade de quatro robôs para a estação de vedação de assoalho sobre trilhos para permitir o alcance nos pontos de aplicação, 4 robôs para a célula de PVC em pedestal e 6 robôs para a estação de calafetação interna.

Tabela 1 - Tempos de Ciclo

Processo	Célula 1	Célula 2	Célula 3
Transportador	12 s	12 s	12 s
Sistema de Visão	20 s	20 s	20 s
Processo	33 s	31 s	33 s
Total	65 s	63 s	65 s
Capacidade Bruta	55 carros/hora	57 carros/hora	55 carros/hora
Capacidade Líquida (-10%)	49,5 carros/hora	51,3 carros/hora	49,5 carros/hora

Analisou-se a possibilidade de reuso das células existentes com as respectivas modificações para atender o projeto. Todavia os controladores antigos não eram capazes de se comunicarem com os sistemas de visão rápidos e não comportavam a adição de dois novos modelos, sendo necessário atualizar as unidades centrais de processamento (CPU) dos robôs. Essa opção foi adicionada no processo de compras, porém, o único concorrente para ela era o fornecedor original das células antigas.

Já no que se refere à ergonomia, as estações que apresentavam impactos eram as de vedação devido a necessidade de acabamento manual. A escolha do método de aplicação foi baseada na comparação de robustez para cobrir furos e fendas, de forma a minimizar a necessidade de intervenção. O método de filete fino foi o que apresentou melhor desempenho. Além disso, devido às posições das junções do assoalho e do interior, foi necessário a utilização de um aplicador com mais um grau de liberdade, introduzindo mais um eixo na movimentação dos robôs. Com esse recurso foi possível obter a margem de tolerância conforme mostrado na figura 10.

Para permitir o ajuste de viscosidade do material destinado aos robôs sem influenciar as estações manuais, foi incluída nas especificações a instalação de um sistema bombeamento específico para os robôs. Além dessa medida, fez-se uma análise do método de controle de vazão e o mais economicamente viável foi o de medição de fluxo, com monitoramento de pressão e correção de variações de viscosidade pela medição da temperatura do material de aplicação.

5.2 Implementação

Com a definição das modificações necessárias para aumentar as capacidades das células, a conclusão de que os controladores antigos não comportariam os programas dos cinco modelos necessários e do melhor método de aplicação para minimizar a necessidade de acabamento manual e consumo de material, foi possível traçar duas opções: reforma ou troca por células novas. De forma a incluir outros fornecedores na concorrência, foi considerado no processo de compra a opção de células novas, para as quais mais fornecedores se habilitaram. Essa foi a opção mais viável, sendo que o para troca das células antigas por novas foi melhor do que o da opção de reforma.

5.3 Novas células automáticas

As novas estações utilizam robôs *Joint-Linked Dürr*® com capacidade de suportar uma ferramenta de até 16 kg, sendo que a de vedação de assoalho emprega quatro robôs EcoRS16-2® com braço

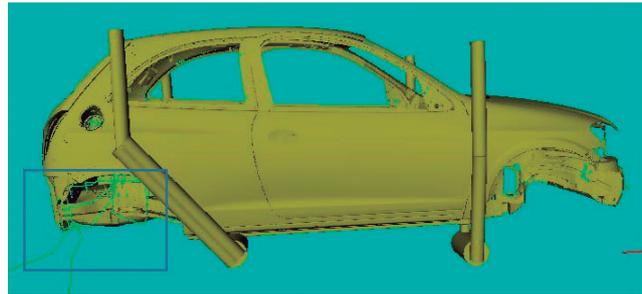


Figura 9 - Análise de Processo (trajetória programada virtualmente)

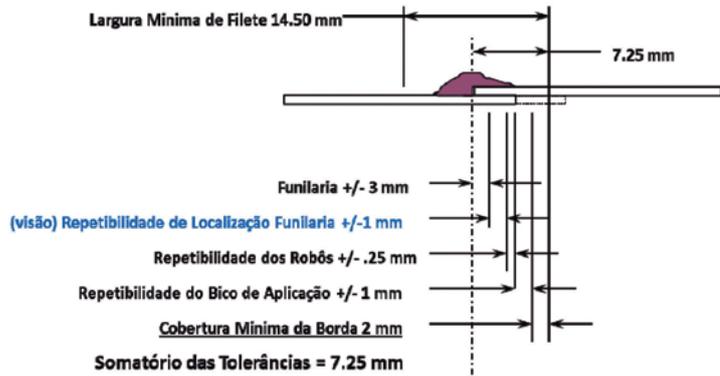


Figura 10 - Tolerâncias Dimensionais

padrão montados sobre trilhos e equipados com uma pistola multifuncional de filete fino, com aplicadores em três diferentes ângulos e mais um eixo adicional, conforme a figura 11(a). Já a célula de proteção contra batida de pedra utiliza quatro robôs EcoRS16-2® com braço padrão fixos em pedestais e equipados com uma pistola de borrifação sem assistência de ar comprimido, apresentando uma abertura em torno de 200 mm de leque e com distância de aplicação (entre a ponta da pistola e a superfície que receberá o material) de 250 mm, figura 11(b). Por fim, a estação de vedação de interiores tinha seis robôs EcoRS30 L16-2® com braço alongado e equipados similar ao recurso disponível na célula de calafetação de assoalho, conforme a figura 11(c).

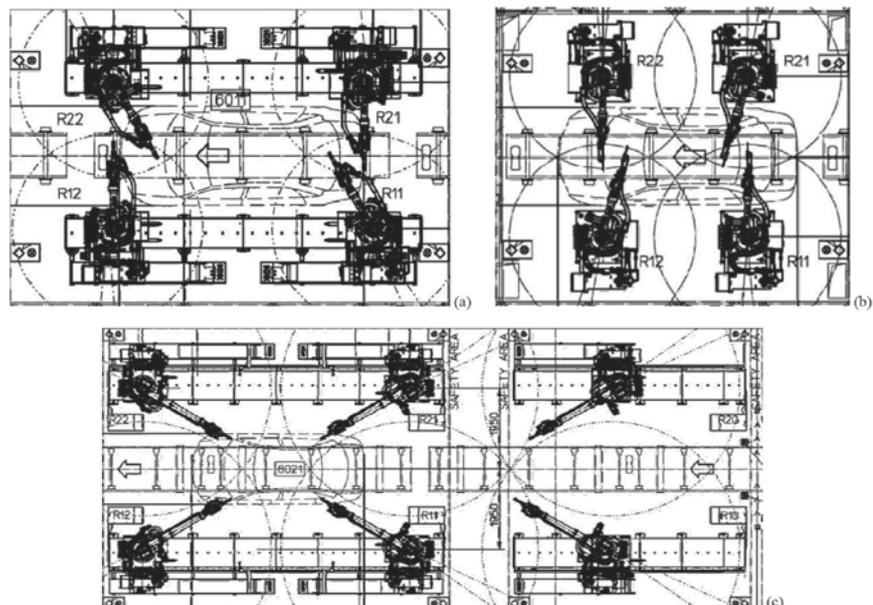


Figura 11 - Novas Células: (a) Vedação de Assoalho, (b) Proteção contra Batida de Pedras e (c) Vedação de Interiores

6 Resultados e Análise

Os resultados obtidos com a implementação das modificações podem ser apresentados divididos em capacidade, flexibilidade, ergonomia e consumo. A tabela 2 mostra os volumes de produção que as células ficaram habilitadas em comparação com os valores originais.

Tabela 2 – Resultados de Capacidade

Célula	Valores Originais		Pós Implementação	
	Tempo (s)	Carros/h	Tempo (s)	Carros/h
#1 - Vedação de Assoalho	65	53	51	70
#2 - Proteção contra Batida de Pedra	63	57	44	81
#3 - Vedação Interna	65	55	48	75

Além desses resultados de capacidade, flexibilizou-se as células adicionando-se dois novos modelos. Assim as células ficaram habilitadas para produzirem até cinco tipos de veículos diferentes (três já existentes na planta e os dois adicionais).

Quanto à análise ergonômica das novas células, foi possível reduzir o conteúdo de operação manual em 70% nas estações de acabamento de vedação, conforme apresentado na figura 12.

Como último objetivo tinha-se a redução de consumo de material nas células de vedação, tendo-se empregado o método de aplicação de filete fino com sistema de bombeamento específico para as células automáticas (permitindo ajustar a viscosidade de acordo com o desempenho dos robôs sem impactos na nas estações manuais). Reduziu-se o consumo padrão de 0,04772 litros por metro linear para 0,04390 litros por metro linear.

7 Conclusão e Perspectivas

Confrontando os resultados discutidos no item anterior com os objetivos do projeto, conclui-se que em termos de aumento de capacidade os objetivos foram atingidos com o aumento de mais de 30% no número de carros por hora, além de implementar a flexibilização introduzindo mais dois modelos na planta.

Já no que se refere à ergonomia, foi possível reduzir a exposição dos operadores a condições de

postura inadequada em 70%, além de obter 8% de redução no consumo de material para vedação.

Considerando esses dois últimos objetivos existe a possibilidade de melhorar ainda mais os resultados, focando no ajuste do perfil do filete aplicado utilizando um sistema de controle de vazão direta, como os servos dispensadores integrados.

Por fim, nesse estudo de caso foi evidenciado que a concorrência influencia nos custos de automação sendo que para a aplicação desse trabalho foi mais vantajoso a contratação de novas células (com concorrência) do que

reformular as antigas (de fonte única).

REFERÊNCIAS

CRAIG, John J. *Introduction to Robotics: Mechanics and Control*. 3. Ed. Estados Unidos: Prentice Hall, 2005.

ERGONOMIA - MOVIMENTAÇÃO MANUAL – PARTE 3, **ABNT/CEE-136**: Manipulação de Cargas Leve sem Alta Frequência de Repetição, Brasil, 2013.

GOLDSCHMIDT, Artur. **BASF Handbook on Basics of Coating Technology**. 2. Ed. Alemanha: BASF, 2007.

GROOVER, Michael P. **Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems**. 4. ed. Estados Unidos: Wiley, 2010.

LIMA, Hudson Legnar. “**Sensores Indutivos**”. Departamento de Engenharia Elétrica, UFRN, Rio Grande do Norte, Brasil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 200129500, 28 novembro 2008.

MAZAKI, Alison Akio Paulo. **CLP - Controladores Lógico Programáveis**. São Paulo, Brasil, USP, PCS2038, 2010.

NORMA GLOBAL DE TRANSPORTADORES GM, **GCS-1-30327**: Transportadores de “Skids”, Detroit – Estados Unidos: GM, 2012.

QUINTELLA, Heitor M. *Automação da Produção e Mudança Organizacional: Modelos de Análise e o Caso Brasil*. **ENGEP**, Brasil, ART469, 1998.

REQUISITO TÉCNICO GLOBAL GM, **GTR 34885-H**: Robôs para Aplicação de Massa de Vedação e Líquido para Abatimento de Ruído - Equipamentos Elétricos e Programas - Sistema de Visão, Detroit – Estados Unidos: GM, 2011.

STEPHAN, Richard M. **Guia de Aplicação de Servo Acionamentos**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004.

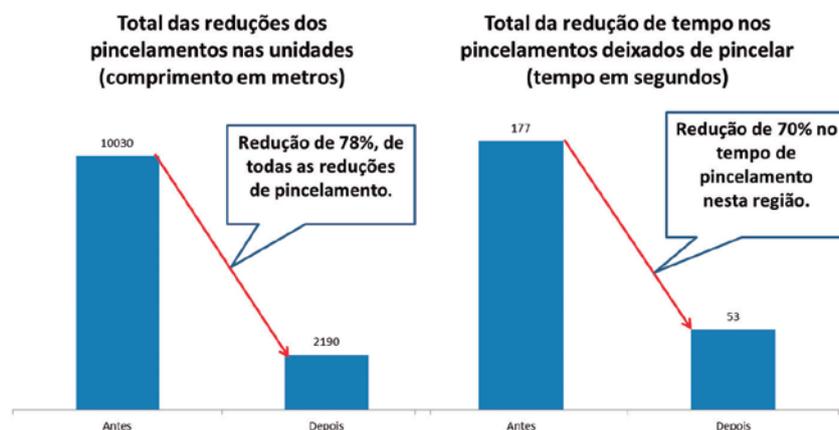


Figura 12 - Redução de Pincelamento Interno

DISPOSAL AND REUSE OF CONSTRUCTION WASTE: TECHNICAL AND ECONOMICAL EVALUATION IN AN ACADEMIC ENVIRONMENT

Data de entrega dos originais à redação em: 27/10/2014
e recebido para diagramação em: 23/03/2015.

Ricardo Alves Batista ¹
Juliano Amorim de Oliveira ²
Pedro Augusto Pinheiro Fantinatti ³

The demolition process produces great amounts of waste. Most of this waste is disposed in rubble areas or non-authorized sites, which are not adequate to receive this garbage. This cultural habit results in an increase of the amount of waste. If a careful demolition process were adopted, these materials could be better applied and reused or recycled. This paper presents a case study, in which two students of a Building Technical course have adopted the selective deconstruction approach in an academic context. The results show that it is possible to recover types of construction materials, and thus save money and natural resources. This sustainable approach should serve as a good opportunity to teach teenagers how to have sustainable habits.

Keywords: Construction Waste. Sustainability. Solid Waste Management. Sustainable Development. Environmental Education.

1 INTRODUCTION

Since the Industrial Revolution, people have moved from the countryside to the cities. This change has occurred because people would like better opportunities and better quality of life (services, health, education etc.). The increasing urban population has resulted in a change of habits. The industries have sought to increase their number of consumers every day, producing new products by advanced technological innovation (FANTINATTI; ZUFFO; ARGOLLO, 2014).

In the last century, the world population grew more than all previous centuries in the history of the mankind. The fast destruction of natural resources is astounding. The consumerism has continuously grown. It is evident that by simply replacing scarce resources with more abundant ones is not an intelligent solution (LOPES, 2006).

People do not have sustainable habits. They do not reuse or recycle their products: everything becomes waste in the modern civilization (BRAGA et al., 2005).

There are very few initiatives to send waste to recycling sites in Brazilian cities. There is an urgent need to change social habits (production, consumption and disposal). It is necessary to think of new ways of developing new technologies to reduce the environmental impact (LOPES, 2006).

In Brazil, some sectors have started to think about this problem, mostly due to law enforcement. As a consequence, they have adopted sustainable solutions to the waste they produce (ANGULO, ZORDAN, JOHN, 2001; FANTINATTI, 2011).

According to Lopes (2006), it is necessary to promote the technological, scientific and social

integration in order to achieve an adequate solution. This author states that this integration must promote the cultural change, aiming at dealing with the natural resources in a sustainable manner, including both recycling and reuse.

1.1 Objectives

The main objective of this paper is to study and propose a few sustainable solutions for waste disposal, which results from constructive practices in an academic environment.

The present work also aims at helping students to develop sustainable awareness of the disposal of construction waste.

The hypothesis is that it is possible to show that the reuse of reinforced concrete materials is a feasible opportunity, which can save both natural resources and money.

2 THE CONTEXT OF SOLID WASTE IN THE CIVIL CONSTRUCTION

The construction sector generates enormous amounts of waste, most of which are disposed without any criterion. Couto, Couto & Teixeira (2006) state that a cultural change in the construction sector is imperative. The objective of this change is to reuse the construction waste. The authors assert that it is important to draw special attention to waste demolition.

The waste produced by the demolition process causes an increase in the number of public garbage sites or other non-adequate illegal sites. The culture of waste without evaluating the reuse of materials results in the

¹ Student at IFSP¹, Caraguatatuba [SP]. Building Technician. Caraguatatuba [SP], Brazil. <ricardo.alves0094@gmail.com >.

² Student at IFSP¹, Caraguatatuba [SP]. Building Technician. Caraguatatuba [SP], Brazil. <julianoao@hotmail.com>.

³ Civil Engineer, PhD. Professor at IFSP¹, Campinas [SP]. Postdoctoral Researcher at LADSEA², DRH/FEC/UNICAMP³. Campinas [SP], Brazil. +55 19 3746-6207. <fantinatti.pedro@gmail.com>.

¹ IFSP – Brazilian Institute for Education, Science and Technology of Sao Paulo.

² LADSEA - Research Group in MCDA for Organizational and Environmental Sustainability.

³ DRH - Department of Water Resources / FEC - School of Civil Engineering, Architecture and Urban Design/UNICAMP - University of Campinas.

loss of opportunities, because these materials could be better exploited provided that there was a careful demolition process. A careful process might provide the recovery of those materials, promoting their reuse and recycling (COUTO; COUTO; TEIXEIRA, 2006).

There are already several guidelines in Brazil which deal with the solid waste generated by civil construction: ABNT (2004a; 1987a; 1987b; 2004b).

The CONAMA Resolution Nº 307/2002 (CONAMA, 2002) states the guidelines, criteria and proceedings for civil construction waste management. This Resolution has been modified by the CONAMA Resolution Nº 448/2012 (CONAMA, 2012).

Due to the rapid growth of building demolition and to the evolution of environmental concerns, recent researches have been looking for ways to allow the reuse of construction materials (ANGULO, ZORDAN, JOHN, 2001).

An example of reusing materials produced by demolition was presented by Buttler (2003), which also shows means of reusing components resulted from demolition of concrete structures.

2.1 The Selective Deconstruction

Couto, Couto & Teixeira (2006) presents a more careful process, which they called selective deconstruction.

The deconstruction must be careful in order to provide better exploiting of materials. However, it is a new concept, which is not applied in large scale. Therefore, it has not benefited from wide acceptance or comprehension yet.

Thus, it is necessary to promote an environmental regulation to develop and apply deconstruction techniques aiming at increasing the awareness of its importance. In addition, it is vital to persuade politicians, construction companies, engineers and architects that this is a matter of concern (COUTO; COUTO; TEIXEIRA, 2006).

According to the authors, people will increase the amount of waste if they do not make the choice of deconstruction.

Nowadays, there is a lack of adequate methodology for construction demolition and reuse of its materials and components. It is urgent to change this situation in order to ensure the natural resources preservation and to contribute to the sustainable development.

In order to guarantee the environmental sustainability, the construction sector has to change its culture, by adopting new practices and methodologies such as the selective deconstruction.

3 Methodology

This study was carried out during the curriculum subject "Construction Practice 3", in the 3rd term of a Building Technical course, in the second semester of 2012.

Once it is necessary to teach students how to proceed with the execution of concrete structures, students were required to build concrete piles, columns and beams in a reduced scale.

Five 1-meter long columns as well as five beams were built. All of them with a section of 20 cm x 20 cm. The Figures 1, 2 and 3 show the students building the structures.

The columns were supported by fifty-centimetre long piles. The columns were supported by fifty-centimetre long concrete piles. The piles had the same shape of columns and beams: 20 cm x 20 cm. They were dug into the ground.



Figure 1 - The students building the structures – Phase 1: shaping wooden formwork for reinforced concrete



Figure 2 - The students building the structures – Phase 2: putting the steel armour for reinforced concrete

Teachers and students have decided together about the scheme of the structures. The premise was that it was necessary to build a basic structure which could be able to support a reduced scale slab. Also, the structure should be similar to a conventional building structure, that is, with piles, columns and beams. The construction process is described in the section 3.1.

3.1 The Concrete Structures Construction Process

First the students were stimulated to define the material proportion by consulting the theory studied (ABCP, 2008; ABNT, 1982; BAUER, 2000; PETUCCI, 1998a; 1998b; VAN VLACK, 2000). They also had to calculate the quantity of necessary materials. Students were then organized in five teams.

Next, each team had to plan all the execution phases, considering that they would have five days to execute their structures.

No team could begin the construction process without a feasible plan.

Then, they showed each construction stage, from the location process up to removing the wooden framework.

In general, all the teams have spent five days to execute their whole structure. First they defined the material proportion by the desired concrete strength. They also calculated the material amounts. After that, they planned the execution, indicating what they would do each day.

The execution process was the following:



Figure 3 - The students building the structures – Phase 3: throwing and modelling the concrete

- 1st. Students located the pile positions;
- 2nd. Students dug the ground to concrete the piles;
- 3rd. Each team divided their students into three groups: the first group began to shape the wooden framework, the second began to prepare the steel armour and the third group prepared the concrete for piles;
- 4th. Piles and columns were concreted together. So, the wooden framework and the steel armour for columns and beams were put in the right place before the first concreting;
- 5th. The beams were concreted;
- 6th. Last, the wooden framework was removed.

The 1st, 2nd and 3rd stages were accomplished on the two first days. The 4th stage, on the 3rd day. The 5th stage, on the 4th day. The final stage was accomplished on the last day.

3.2 The Selective Deconstruction Process

Once the entire construction should be demolished, the first step was to conduct a literature review about sustainable construction and selective demolition.

As our objective was to propose the reuse of the materials, selective demolition techniques were applied. As stated mainly by Buttler (2003), the literature has already proved that it is possible to reuse these components. As shown by Couto, Couto & Teixeira (2006), it was established that the concrete components and the steel should be suitable to be reused after the demolition process.

After the preliminary studies, it was clear that reusing the construction materials should help to lessen two fundamental problems of environmental crises: use of natural resources and waste production.

Therefore, the entire construction was demolished by means of the selective deconstruction directions in accordance to the literature (BUTTLER, 2003; COUTO; COUTO; TEIXEIRA, 2006).

As a result, almost all the materials can be recovered, either for the production of new concrete or for frames of beams and columns (PORTO; SILVA, 2003; QUEIROZ et al., 2014).

The selective deconstruction process was planned to occur on a weekend, because very noisy machines, such as the concrete breaker, would be used.

The initial idea was to do all the service on a unique day. But the process of cleaning the area could not be done on the same day (which was a Saturday), because the deconstruction process took all day long. So the area was cleaned on the following Monday. It was not a problem, because this stage did not cause much noise.

3.3 The stages of the deconstruction process

The Figures 4, 5 and 6 illustrate the main stages of the selective deconstruction process.

The Figure 4 illustrates the deconstruction process, which was carried out by two students.



Figure 4 - The students deconstructing the structures

- Steel:
- $70 \text{ kg} \times \text{R}\$1,17/\text{kg} = \text{R}\$ 81,90.$
- Total cost:
- $\text{R}\$ 235,80.$

5 CONCLUSIONS AND FURTHER RESEARCH

It has been noticed that it is possible to apply the selective deconstruction approach in an academic environment.

Although the results are not very considerable in relation to costs, they could be a fundamental factor in long term management.

Given that aggregates plus steel represent 65.27% of all materials, it could be really important to manage educational funds in an academic institution.

It has been shown that it is necessary to adopt more effective tools to develop

The Figure 5 illustrates students finishing the deconstruction process, their supervisor and the deconstruction equipment used to execute the process.

Finally, the area where the research was conducted was cleaned and recovered to the original condition prior to the research, as illustrated in the the Figure 6.

While the area was being cleaned, the materials were separated in an appropriate area in the Laboratory of Construction Material.

The materials are available to be used again. The aggregate waste was separated according to their dimension: fine aggregates and coarse aggregates. Fine aggregates generally consist of natural sand or crushed stone with most particles passing through a 3/8-inch sieve. Coarse aggregates are any particles greater than 0.19 inch, but generally range between 3/8 and 1.5 inches in diameter. Gravels constitute the majority of coarse aggregate used in concrete with crushed stone making up most of the remainder.

4 RESULTS

In order to prevent all materials from being simply disposed as garbage without being reused, this study followed the selective deconstruction approach.

The following amounts of materials were saved:

- Portland Cement: 105 kg;
- Sand: 690 liters;
- Gravel: 780 liters;
- Steel: 70 kg.

The corresponding costs¹ of producing the structures were:

- Portland Cement:
 - $105 \text{ kg} \times \text{R}\$ 0,42/\text{kg} = \text{R}\$ 44,10;$
- Sand:
 - $690 \text{ l} \times \text{R}\$ 0,08/\text{l} = \text{R}\$ 55,20;$
- Gravel:
 - $780 \text{ l} \times \text{R}\$ 0,07/\text{l} = \text{R}\$ 54,60;$

1 - The corresponding costs refer to June 2013.



Figure 5 - Students with their supervisor finishing the deconstruction process



Figure 6 - The restored area after cleaning

sustainable awareness in the construction area, also in an academic context.

Due to the selective deconstruction technique, all applied construction materials will be recovered, either the aggregates should be reused to make other concretes or the steel will be reused to form new frames of columns or beams.

Finally we believe that these research objectives have been achieved.

However, in the studied academic context, it is really necessary to improve the areas where the materials are available in the construction laboratory. As it is disorganized, people are not encouraged to reuse those materials.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank CNPq for the PIBIC-EM grant to the main author.

Also, we present special acknowledgement to the student José Batista Sobrenome, who lent the equipment for the deconstruction process and also helped with the process.

We acknowledge the English teachers Jaqueline Lopes and Marcelo Hatugai for reviewing this paper.

REFERENCES

ABCP. Concreto: com uma receita de bolo. **Revista Eletrônica: Alerta aos Consumidores**, 2008. São Paulo: Associação Brasileira De Cimento Portland, 2008.

ABNT. **NBR 7.216:1982**. Agregados - Amostragem. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas, 1982. 4 p.

ABNT. **NBR 10.004:2004**. Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2004a. 77 p.

ABNT. **NBR 10.005:1987**. Lixiviação de Resíduos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas, 1987a. 7 p.

ABNT. **NBR 10.007:1987**. Amostragem de Resíduos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas, 1987b. 14 p.

ABNT. **NBR 15.116:2004**. Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural - Requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2004b. 12 p.

ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. **Artigo [online]**. 2001. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/DiretivaHabitacaoSustentavel/DesenvSustentReciclagemResiduosConstrCivil.pdf>>. Acesso em: 27 Jun. 2012.

BAUER, L.A.F. **Materiais de Construção**. V. 1 e 2. São Paulo: LTC, 2000.

BRAGA, B.; HESPAHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. de; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO,

N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BUTTLER, A. M. **Concreto com agregados graúdos reciclados de concreto – influência da idade e reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados**. 2003. 220 f. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Estadual de São Paulo, São Carlos, 2003.

CONAMA. **Resolução nº 307/2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2002.

CONAMA. **Resolução nº 448/2012**. Resíduos da Construção Civil - Revisão da Resolução CONAMA nº 307/2002. Brasília: Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2012.

COUTO, A. B.; COUTO, J. P.; TEIXEIRA, J. C. Desconstrução – uma ferramenta para sustentabilidade na construção. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DA GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 6, São Paulo, 2006. **NUTAU'2006: Inovações Tecnológicas...** São Paulo: NUTAU, 2006.

FANTINATTI, P. A. P. **Abordagem MCDA como ferramenta de mudança de paradigma no planejamento dos recursos hídricos**. 2011. 399 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Área de Concentração em Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

_____; ZUFFO, A. C., ARGOLLO FERRÃO, A. M. de (Coord.). **Indicadores de sustentabilidade em Engenharia: como desenvolver**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

LOPES, L. **Gestão e gerenciamento integrados de resíduos sólidos urbanos: alternativas para pequenos municípios**. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2006.

PETRUCCI, E.G.R. **Concreto de cimento Portland**. Rio de Janeiro: Globo, 1998a.

PETRUCCI, E.G.R. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: Globo, 1998b.

PORTO, M. E. H. de C.; SILVA, S. V. Reaproveitamento dos entulhos de concreto na construção de casas populares. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2008.

QUEIROZ, M. T. A.; QUEIROZ, C. A.; SABARÁ, M. G.; LEÃO, M. M. D.; AMORIM, C. C. Estudo de caso: aproveitamento do resíduo da construção civil em Coronel Fabriciano, Minas Gerais. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, v. 6, n. 11, 2014.

VANVLACK, L.H. **Princípios da ciência e tecnologia dos materiais**. São Paulo: Campos, 2000.

IMPACTOS DA GESTÃO POR COMPETÊNCIAS NO SISTEMA DE GESTÃO DE PESSOAS – UMA REVISÃO TEÓRICA

IMPACTS OF SKILL MANAGEMENT IN PEOPLE MANAGEMENT SYSTEM: A THEORETICAL REVIEW

Breno de Souza Simone da Rosa ¹
Victor Claudio Paradelo ²
Débora Vargas Ferreira Costa ³
Frederico Azevedo Alvim Assis ⁴

Data de entrega dos originais à redação em: 18/02/2015
e recebido para diagramação em: 26/03/2015.

O presente trabalho aborda o tema Gestão por Competências, que consiste em um modelo baseado na busca de expansão das competências profissionais possuídas pelos trabalhadores da organização, com foco no fortalecimento da capacidade de cumprir as estratégias corporativas. Partindo do propósito de demonstrar as maneiras com que os principais subsistemas da área de gestão de pessoas são afetados pela adoção desse modelo, o desenvolvimento desta pesquisa bibliográfica consistiu em destacar as contribuições acerca do que se tem publicado na área de administração relativo às pessoas. Partindo-se das teorias estudadas, buscou-se compreender os desafios enfrentados em cada subsistema dessa área, tornando-se possível inferir que a adoção da gestão por competências pode gerar importantes vantagens para as organizações, fazendo com que a gestão de pessoas assuma uma abordagem mais estratégica e alinhada com as tendências da administração contemporânea.

Palavras-chave: Gestão de Pessoas. Gestão por Competências. Modelos de Gestão.

In this paper, we approach Skill Management, which consists of a model based on searching the expansion of workers' professional skills, with a focus on strengthening the ability to meet corporate strategies. In order to demonstrate how the major subsystems of people management are affected by the adoption of this model, the development of this literature review has highlighted the contributions of what has been published in the field. Starting from the theories studied, we sought to understand the challenges faced in each subsystem, which has enabled us to infer that the adoption of Skill Management can generate significant benefits for organizations, because it makes people management more strategic and aligned with the trends of contemporary administration.

Keywords: People Management. Skill Management. Management Models.

1 INTRODUÇÃO

Os modelos de gestão tradicionalmente conhecidos, até o final do século passado, eram baseados principalmente nas organizações da sociedade industrial, em uma época em que os trabalhadores eram considerados meros insumos de produção. O conceito que se tinha era simples: o de “mão de obra”. Essa expressão, embora ainda utilizada, revela uma visão limitada do ser humano, reduzido à força de trabalho, como se não possuísse as dimensões intelectual e sócio-afetiva.

No cenário atual, as empresas têm que lidar com mudanças cada vez mais intensas em seus setores de atuação. Na era industrial, as empresas se inseriam em ambientes razoavelmente estáticos. Atualmente, no entanto, operam em ambientes mais dinâmicos, complexos e mutáveis. Faz-se necessário, então, que os

gestores reajam rapidamente às constantes mudanças e que tomem decisões cada vez mais complexas para a sobrevivência dos negócios. Tais decisões passam a ser baseadas não na mera intuição dos executivos, mas em análises de cenários e probabilidades com estudos feitos a partir de coletas de dados dos ambientes setoriais em que as empresas estão inseridas. Realizam-se cada vez mais pesquisas de mercado, planos de negócios e outros tipos de ferramentas que servem de base para a tomada de decisões, cada vez mais complexa (HITT, IRELAND e HOSKISSON, 2008).

Nesse ínterim, a área de gestão de pessoas passa a ser desafiada, pois são demandados profissionais com qualificações que atendam às necessidades das organizações contemporâneas. Reter talentos é uma das responsabilidades da área e processos como recrutamento e seleção, treinamento e desenvolvimento,

1 Graduação em Administração pela Universidade Federal de Juiz de Fora. <brenosimonette@gmail.com>.

2 Doutor em Administração, Prof. da Universidade Federal de Juiz de Fora. <victorclaudio@uol.com.br>.

3 Doutoranda em Administração, Prof^a. da Universidade Federal de Juiz de Fora. <debora1@powermail.com.br>.

4 Mestre em Psicologia, Prof. da Universidade Salgado de Oliveira. <fredalvim@yahoo.com.br>.

avaliação de desempenho e o subsistema de cargos e salários devem estar alinhados com as estratégias da empresa.

O presente estudo aborda o modelo de Gestão por Competências, que surgiu como alternativa para as organizações contemporâneas, ao propor que os funcionários passem a ser mais valorizados, devido a importância do capital humano para das organizações.

A pesquisa que deu origem ao artigo teve natureza bibliográfica, sendo realizada com o objetivo de apresentar tal modelo de gestão contemporâneo, bem como demonstrar seus impactos nas organizações. A questão central investigada foi: “Quais os principais impactos que a adoção da gestão por competências pode gerar no sistema de gestão de pessoas de uma organização?”

O conhecimento do tema estudado é relevante para organizações que almejam implantar um sistema de gestão que se adequa aos novos requisitos dos mercados globalizados. O modelo focado volta-se mais especificamente a empresas de médio e grande porte que possuam um departamento de gestão de pessoas relativamente desenvolvido.

2 NATUREZA E DESAFIOS DA GESTÃO DE PESSOAS

Preliminar à conceituação de gestão por competências, faz-se necessário o conhecimento prévio do conceito de gestão de pessoas em sua forma mais genérica e o que a engloba. Segundo Gil (2011), é a função gerencial que visa a cooperação daqueles que atuam nas organizações para o alcance dos objetivos tanto organizacionais quanto individuais. Para Dutra (2006), é o conjunto de políticas e práticas que permitem a conciliação de expectativas entre a organização e as pessoas para que ambas possam realizá-las ao longo do tempo.

Brito (2008, p. 211) propõe a seguinte definição: “o conjunto de políticas e práticas necessárias para conduzir os aspectos da gestão empresarial relacionadas aos empregados: planejamento, suprimento, aplicação, desenvolvimento, manutenção e monitoração da força de trabalho dentro das organizações”.

O termo “Gestão de Pessoas”, de acordo com Gil (2011), advém do conceito de “Administração de Recursos Humanos”. De maneira simplista, é utilizado para designar os modos de lidar com as pessoas nas organizações. A mudança se deve ao fato de que o termo “Administração de Recursos Humanos” é muito restritivo, pois refere-se às pessoas que trabalham na organização como meros recursos, iguais aos materiais e financeiros.

Frente a essa situação, Dutra (2006) aponta que as pessoas vêm sendo tratadas pela organização como recursos a serem administrados. Essa visão puramente mecanicista e desumana vai aos poucos se transformando para a valorização dos trabalhadores, focando em seu desenvolvimento pessoal e profissional – medidas determinantes para favorecer a motivação dos trabalhadores e promover melhores resultados para a organização. Funcionários, antes considerados apenas empregados, passam a ser vistos como cooperadores e

parceiros da organização. Com essa mudança, a gestão de pessoas torna-se cada vez mais complexa e exige, além de empatia, muito conhecimento por parte dos gestores.

Para se entender os desafios na área de Gestão de Pessoas, deve-se considerar os impactos da economia globalizada que, segundo Hitt, Ireland e Hoskisson (2008, p.7) “é aquela na qual, bens, serviços, pessoas, habilidades e ideias cruzam livremente as fronteiras geográficas”, constituindo a chamada Sociedade do Conhecimento¹. Complementar a essa observação, Gil (2011, p.33) aponta “a decorrência do avanço das telecomunicações, do intercâmbio dos negócios por meio de viagens, da troca de informações e ideologias, da difusão da língua inglesa e do desmoronamento do bloco soviético” como fatores que acarretaram em tornar o mundo cada vez mais integrado.

Com isso, as organizações têm cada vez mais que lidar com novos concorrentes, inclusive de diferentes países, competindo pela mesma fatia de mercado. Em decorrência, ocorrem mudanças cada vez mais rápidas no ambiente de negócios. Tais condicionantes exigem dinamismo, flexibilidade, adaptabilidade e uma área de gestão de pessoas cada vez mais inteligente. A economia globalizada está diretamente relacionada à atual Era do Conhecimento. De acordo com Araujo e Garcia (2009), a atual era é a extensão da anterior, a Era da Informação. Já para Squirra (2005, p.256), “vivemos em uma sociedade do conhecimento numa sociedade da informação”, ou seja, a sociedade da informação engloba a sociedade do conhecimento. Para fins deste estudo, adota-se a primeira concepção.

Hitt, Ireland e Hoskisson (2008, p.10) definem o conhecimento como o conjunto que engloba a informação, a inteligência e a expertise. Na visão desses autores, trata-se da “base da tecnologia e da sua aplicação” sendo, no cenário competitivo do século XXI, “um recurso organizacional fundamental que está se tornando cada vez mais uma fonte de vantagem competitiva.”

Não faz muito tempo que se começou a pensar na gestão do conhecimento nessa nova Era do Conhecimento. A difusão desse conceito e dos métodos a ele associados remonta à década de 1990. Para operacionalizá-lo, devem-se considerar tanto as habilidades do colaborador quanto o que a organização aprende e retém de conhecimento ao longo do tempo. Há então outro conceito importante diretamente relacionado a esta era que é a Aprendizagem Organizacional. De acordo com Mascarenhas e Vasconcelos (2007, p. XIV):

quando falamos em organizações em aprendizagem, temos em mente o grupo organizacional composto

1 - O termo “Sociedade do conhecimento” começou a ser utilizado a partir da década de 1990 para caracterizar a ambiência social que vigora desde então, com a disseminação da internet e a crescente importância adquirida pelos chamados ativos intangíveis. No lugar da posse de máquinas, equipamentos e instalações, o que passou a ser considerado o principal ativo das empresas é o conhecimento que detém. Da mesma forma, o principal patrimônio de uma pessoa, no que tange à sua inserção no mercado de trabalho, é agora o conhecimento que possui. Peter Drucker foi um dos pioneiros nessa definição, tendo apresentado, em maio de 1994, uma palestra com o título de “Knowledge Work and Knowledge Society. The Social Transformations of this Century”.

de pessoas de origens e pensamentos distintos, que, em conjunto, produzem conhecimento, aprimoram suas competências e auxiliam a empresa a obter vantagem competitiva sustentável.

No cenário da Era do Conhecimento, a crescente valorização do que se chama de capital humano também se destaca. Segundo Fleury, Oliveira Jr. (2001, p. 28):

capital humano é o conhecimento e as habilidades, bem como a capacidade autorreflexiva de identificar e encontrar novas fontes de conhecimento e de habilidades – o que os gerentes, às vezes, denominam de “iniciativa” ou de criatividade, ou de uma capacidade empreendedora de auto iniciativa.

Considera-se o ambiente global da nova Era do Conhecimento dinâmico, veloz e mutável, o que requer muito conhecimento e uma excelente relação interpessoal por partes dos gestores. Assim, diante de toda a complexidade do atual ambiente corporativo, é preciso que os sistemas de gestão de pessoas assumam uma nova configuração.

Os modelos tradicionais de gerenciamento de pessoas apresentam uma visão muito restrita sobre o papel dos trabalhadores nas organizações. O ser humano era visto como um mero recurso a ser utilizado em conformidade com as políticas adotadas pela organização. Nessa concepção, cada empresa deveria definir, com base na estratégia competitiva seguida, o perfil desejado dos seus funcionários, adotando, então, definições sobre as diversas atividades da gestão de pessoas (seleção, treinamento, avaliação do desempenho, plano de carreiras, dentre outras). No novo modelo, característico da Sociedade do Conhecimento, os trabalhadores precisam ser compreendidos como indivíduos dotados de potencial para desenvolver-se e cooperar diretamente para o sucesso da organização, de forma ativa e não como mero recurso a ser trabalhado (TACHIZAWA, FERREIRA E FORTUNA, 2006).

Esse modelo pode ser aplicado, a priori, em qualquer ramo de atividades. Há empresas das mais diversas áreas, incluindo as mais “brutas” como as de mineração e siderurgia, adotando modelos de gestão que contemplam a busca de criação, difusão e utilização do conhecimento como parte essencial de suas estratégias de negócios. Da mesma forma, instituições públicas e organizações do terceiro setor têm buscado rever seus modelos de gerenciamento de pessoas, alinhando-os com as características da Sociedade do Conhecimento. O principal fator limitante para a adoção desse modelo é a falta de percepção, por parte dos gestores, de sua importância. Como destacam Carbone *et al.* (2006), o gerenciamento de pessoas baseado na gestão do conhecimento tem como um dos seus requisitos fundamentais a difusão, entre o corpo gerencial, da percepção de sua importância, acompanhada da disponibilidade para efetuar mudanças nas estratégias e práticas cotidianas dessa função.

3 GESTÃO POR COMPETÊNCIAS

O termo competência é utilizado desde o advento das primeiras teorias organizacionais, lançadas no início do século XX. No entanto, o sentido com que era utilizado difere de como é empregado hoje: significava desempenhar de maneira eficiente determinada tarefa (CARBONE *et al.*, 2006).

A partir da década de 1970, com o aumento da competição e com a mudança de foco no desempenho organizacional da simples eficiência produtiva para a eficácia, houve uma mudança e o termo competência ganhou um novo sentido. Conforme Carbone *et al.* (2006) definem, a competência passou a descrever não somente a capacidade de um indivíduo desempenhar determinada tarefa, mas o desempenho e os resultados alcançados pelo profissional, incluindo os comportamentos apresentados no trabalho.

De acordo com Carbone *et al.* (2006), atualmente o conceito de competência é conhecido sob duas perspectivas distintas. Primeiramente, difundiu-se sob a perspectiva do indivíduo e posteriormente, na dimensão da organização. No primeiro caso, tem-se a corrente que define competência como sendo um estoque de qualificações (conhecimentos, habilidades e atitudes) que torna o indivíduo apto a executar determinado trabalho. Consideram-se, assim, os aspectos cognitivos, psicomotores e afetivos. Tratando-se de conhecimento, corresponde a informações que processadas pela mente do trabalhador e integradas à sua memória, causam impactos nas tomadas de decisão e no comportamento. Já as habilidades podem ser classificadas como intelectuais, quando se trata de processos mentais, e como motoras e manipulativas, quando exigem uma coordenação neuromuscular. E, finalmente, as atitudes referem-se aos aspectos sociais e afetivos que o indivíduo manifesta ao trabalho.

É válido, todavia, entender a competência sob a perspectiva do indivíduo. David McClelland, já em 1973, em seu artigo “Testing for competence rather than intelligence”, enfatizava que a competência, para aquele que a possui, proporciona a possibilidade de se manter um alto desempenho nas tarefas produtivas (GRAMIGNA, 2002). Becker, Huselid e Ulrich (2001, p.183) expõem que “competência refere-se às características de um indivíduo, em termos de conhecimentos, habilidades, capacidades e personalidade, que afetam diretamente o respectivo desempenho do trabalho.”

Para Duran (1998, *apud* Cardoso, 2006 p.17), “competência é a capacidade para usar habilidades, conhecimentos e atitudes em tarefas ou em combinações de tarefas operacionais.”

North (2010) divide as competências individuais entre três pilares distintos: A competência disciplinar – “que abarca toda a gama de tarefas profissionais concretas necessárias, tais como capacidades técnicas, destrezas e conhecimentos de linguagens” (p. 131); a competência metodológica (que não só considera a competência disciplinar como também abrange as capacidades requeridas na execução de uma determinada tarefa) e a competência social, fortemente vinculada à experiência

e às características de personalidade possuídas por cada indivíduo.

Quanto às competências organizacionais, Krogh e Roos (1995, *apud* Fleury e Fleury 2003, p. 46) afirmam que “têm suas raízes na abordagem da organização como um portfólio de recursos – *resource based view of the firm*”. Toda empresa possui um portfólio, seja físico (infra-estrutura) ou financeiro, podendo ainda ser do tipo intangível (marca, imagem e outros similares), organizacional (sistemas administrativos e cultura organizacional, por exemplo) ou de recursos humanos. A competência organizacional se refere ao resultado do que é aprendido, em conjunto, pelos membros da organização, principalmente quando se refere a habilidades necessárias para coordenar esforços e aplicar tecnologias. (Carbone *et al.*, p. 48 2006). Essa definição originou o que se conhece agora por competências essenciais (*core competencies* ou *key competencies*). Estas são as competências inerentes à organização, ou seja, o conjunto de tecnologias, ativos intangíveis, *know-how*, habilidades de produção, conhecimentos e experiências adquiridas ao longo do tempo que contribuem diretamente para os resultados da organização e são também, fontes geradoras de vantagem competitiva.

Compreendido o conceito de competências, deve-se investigar em que consiste o modelo de gestão por competências para apontar os impactos que pode gerar.

Brito (2008, p.212) conceitua a Gestão por Competências como “a capacidade de gerenciar o conjunto dos conhecimentos (saber formal), habilidades (saber fazer), e atitudes (querer fazer) do trabalhador para cumprimento da missão, negócio e estratégias da organização e projeção da competência essencial para o futuro”.

Lana e Ferreira (2007) destacam que a Gestão por Competências contribuiu significativamente para uma mudança na visão da Gestão Estratégica. A proposta desse modelo tornou o conceito de Gestão Estratégica um pouco diferente do que se vinha adotando até então – se, tradicionalmente, consistia na adaptação da empresa às oportunidades e ameaças do ambiente externo (complementar às determinações das forças e fraquezas do ambiente interno), após o conhecimento da gestão por competências e a percepção de sua importância, as organizações passaram a assumir um novo posicionamento: o conhecimento possuído, bem como a capacidade de aprendizagem demonstrada pelos trabalhadores, passaram então, a ter um papel fundamental nos processos de mudança estratégica.

4 GESTÃO POR COMPETÊNCIA NA ÁREA DE GESTÃO DE PESSOAS

Conhecidos os conceitos de competência e de gestão por competências, cabe abordar como a adoção dessa metodologia impacta em atividades relacionadas à gestão de pessoas.

4.1 Recrutamento e seleção

Marras (2011, p.54) define recrutamento como “uma atividade que tem por finalidade a captação de recursos humanos interna e externamente à organização,

objetivando municiar o subsistema de seleção de pessoal no seu atendimento aos clientes internos da empresa.” E a seleção de pessoal é “uma atividade que tem por finalidade escolher, sob metodologia específica, candidatos ao emprego recebidos pelo setor de recrutamento, para o atendimento das necessidades internas da empresa” (MARRAS, 2001, p. 65).

A etapa de seleção de pessoal é realizada após o recrutamento e deve aproximar o candidato, no caso de recrutamento externo, à realidade da empresa. Nessa etapa, Tachizawa, Ferreira e Fortuna (p.172, 2006) pontuam que são utilizadas principalmente as seguintes técnicas: entrevista, provas de conhecimento/capacidade, testes psicométricos, testes de personalidade e técnicas de simulação. Essas técnicas de seleção variam de acordo com as estratégias adotadas pela organização.

Após o recrutamento e seleção, ocorre a admissão do funcionário, no caso de recrutamento externo, ou a realocação do profissional para o novo cargo, no caso de recrutamento interno.

A Gestão por Competências afeta diretamente todo esse processo, contando com a adoção da seleção por competências: todas as técnicas utilizadas na etapa de seleção são afetadas e, principalmente norteadas para que as competências desejadas para cada cargo sejam atendidas. O método de seleção com base em competências tem o intuito de captar os talentos necessários à organização e alocar os profissionais de acordo com suas qualificações que, por sua vez, devem ser coerentes às competências desejadas para o cargo em questão.

O processo de seleção por competências surgiu da necessidade de captação de talentos que estivessem mais de acordo com as exigências das organizações, no que tange a flexibilidade e capacidade de adaptação das pessoas ao cargo. Esse processo de seleção inicia-se com a elaboração do perfil de competências exigido pelo cargo, também conhecido como mapeamento de competências (RABAGLIO, 2001).

Perguntas encontradas com frequência em processos seletivos tradicionais devem ser evitadas, pois o candidato já possui as respostas prontas para essas perguntas. Devem ser utilizadas perguntas comportamentais, focadas em competências, pois estas geram melhores oportunidades de se conhecer o comportamento do candidato (LANA E FERREIRA, 2007).

De maneira complementar, Rabaglio (2001) afirma que na entrevista comportamental, baseada no perfil de competências, procura-se ter um conhecimento mais profundo sobre o candidato. São verificadas suas experiências profissionais e suas vivências através de perguntas abertas, sendo estas específicas e sempre com verbos de ação no passado, que demonstrem que o candidato vivenciou determinada situação de modo competente. Essas perguntas específicas ajudam o selecionador a verificar a existência, ou não, das competências desejáveis do candidato.

Além da entrevista comportamental, há outras técnicas utilizadas na seleção por competências. São os chamados jogos ou dinâmicas de grupo. Trata-se de interações entre os candidatos que são expostos a

situações e problemas enfrentados no dia a dia para que demonstrem características pessoais e competências individuais (HUIZINGA, 1993).

Devem ser demonstradas as principais vantagens e desvantagens da adoção da metodologia de seleção por competências. Caso o processo de seleção por competências se dê de maneira ineficiente, podem ocorrer os seguintes problemas segundo Lana e Ferreira (2007, p.10): o comprometimento do trabalho de toda a área de Gestão de Pessoas, visto que “se o funcionário ocupa um cargo inadequado às suas características, todos os esforços de desenvolvimento e motivação, bem como, programas de planejamento de carreiras, gestão do desempenho e outros correlatos tenderão a ser pouco eficazes”. Pode haver “baixa produtividade, ou por inaptidão ou por desinteresse pelo cargo”. Pode haver “insatisfação e desmotivação”. E também um maior número de demissões e suas consequências: “gastos com rescisão, investimento em novo processo seletivo, dispêndio com o treinamento dos novos contratados e custo psicológico elevado para os outros empregados, que costumam temer pelo próprio futuro na organização quando há demissões constantes”.

4.2 Treinamento e desenvolvimento

O subsistema de treinamento e desenvolvimento é um dos mais impactados pelo modelo de Gestão por Competências. Para Marras (2011, p.133), treinamento “é um processo de assimilação cultural a curto prazo que objetiva repassar ou reciclar conhecimentos, habilidades ou atitudes relacionados diretamente à execução de tarefas ou à sua otimização no trabalho”. Treinamento consiste em reciclar além de conhecimentos, habilidades e atitudes.

O desenvolvimento de pessoal é definido por Tachizawa, Ferreira e Fortuna (2006, p.219) como “um conjunto de atividades e processos cujo objetivo é explorar o potencial de aprendizagem e a capacidade produtiva do ser humano nas organizações”.

Araujo e Garcia (2009) tratam o subsistema de treinamento e desenvolvimento como uma coisa só, ao passo que Chiavenato (2004) distingue: o treinamento está mais relacionado ao cargo atual que o funcionário ocupa e visa-se melhorar as habilidades e capacidades relacionadas ao desempenho imediato deste cargo; já o desenvolvimento de pessoas tem seu foco nos cargos a serem ocupados futuramente, sua visão é de médio e longo prazo em que se integram as novas competências requeridas para o novo cargo.

Deve-se ressaltar que existem duas premissas no que tange à relação capital-trabalho e aos programas de treinamento e desenvolvimento nas organizações. Segundo Marras (2011), trata-se do interesse organizacional e do interesse pessoal de cada funcionário. A maneira de gerenciar esses dois tipos de interesse, na maioria das vezes conflitantes, é o que resultará em programas de treinamento e desenvolvimento bem sucedidos ou não.

Existem, no entanto, talentos que se desenvolvem nos programas de treinamento e desenvolvimento oferecidos pela empresa, e que se evadem devido a

melhores ofertas de trabalho. As empresas devem buscar meios de reter esses talentos, seja por meio de bônus, participação nos resultados, gratificações ou reconhecimento pelos trabalhos apresentados. Para que estes trabalhadores sintetizem e focalizem os resultados dos programas de treinamento e desenvolvimento, nos quais participaram, em benefício da própria organização. Os funcionários devem adquirir novas competências e melhorar as já existentes dedicando-se exclusivamente à empresa que proporcionou o seu desenvolvimento. Ao menos é o que se espera desses trabalhadores. A organização deve se atentar para os custos de se desenvolver esses talentos, bem como para a sua fidelização e devem-se gerenciar os conflitos de interesse, ditados anteriormente, para que situações de evasão como a citada não ocorram.

Após os programas realizados, os profissionais devem estar motivados e devem sentir-se integrados aos objetivos primordiais da organização. Facilitar o florescimento do processo motivacional é uma tarefa que cabe aos gestores de pessoas realizar. Finalizando os programas, as competências adquiridas devem ser incorporadas aos processos de trabalho e deve-se mensurar a sua efetividade, por meio dos resultados alcançados, tarefas otimizadas e redução de custos proporcionados. De acordo com Tachizawa, Ferreira e Fortuna (2006), trata-se de comparar os objetivos pretendidos com o programa de treinamento e desenvolvimento e os resultados efetivamente alcançados.

Ulrich (1998) destaca quatro tipos de atividades de desenvolvimento que muitas organizações adotam: a primeira atividade diz respeito a sistemas de treinamento sistemático para cada nível da hierarquia organizacional, em que são proporcionados treinamentos desde que o empregado entra na empresa até cargos de diretoria. Os cursos proporcionados são modelados de acordo com as necessidades dos profissionais em cada estágio de suas carreiras (ULRICH, 1998). Por meio desses cursos, os profissionais adquirem competências necessárias ao cumprimento de determinadas tarefas do cargo que ocupam.

A segunda atividade de desenvolvimento muito utilizada, segundo Ulrich (1998), são experiências em que o profissional é designado para novos cargos, forças-tarefas, estágios ou para rotação de cargos. Para tanto, parte-se da premissa que as pessoas aprendem fazendo.

Ulrich (1998) apresenta por terceiro tipo de atividade em programas de treinamento e desenvolvimento as ações voltadas para um problema empresarial concreto. Podem ser estudos de caso com os quais são apresentadas situações que irão proporcionar tanto um aprendizado teórico quanto prático de maneira integrada, o que torna a experiência mais atraente e motiva os participantes. Por tratar-se de casos concretos, ainda que simulados, esse tipo de atividade torna-se muito interessante (FERREIRA E LANA 2007).

A quarta e última atividade apresentada por Ulrich (1998) são as chamadas atividades de extroversão em que os funcionários são estimulados a trabalhar em

equipe para ampliar suas competências discutindo, além de projetos empresariais disponíveis, o caráter e a dinâmica do trabalho em equipe.

De acordo com as quatro modalidades, de programas de treinamento e desenvolvimento, apresentadas por Ulrich (1998), percebe-se que todas estão focadas na aquisição de competências necessárias ao desempenho de cada cargo e no desenvolvimento das competências já possuídas. Por essa razão, esse é o subsistema de gestão de pessoas mais impactado pela adoção do modelo de Gestão por Competências.

4.3 Avaliação de desempenho

Primeiramente, deve-se ter em mente o conceito de desempenho. Dutra (2006, p. 161) o define como: “o conjunto de entregas e resultados de determinada pessoa para a empresa”. Desempenho está diretamente relacionado às atividades requisitadas pelo cargo que o indivíduo ocupa, suas responsabilidades em relação a essas atividades e o cumprimento dessas com eficácia, gerando, assim, o resultado esperado.

De acordo com Marras (2011, p. 165), avaliação de desempenho: “é um instrumento gerencial que permite ao administrador mensurar os resultados obtidos por um empregado ou por um grupo, em período e áreas específicos (conhecimentos, metas, habilidades)”.

Já Lucena (2004, p. 20) expõe que o processo de avaliação de desempenho é designado mais adequadamente como: “Processo de Gestão do Desempenho Orientado para Resultados, uma vez que o objetivo principal desse processo é avaliar resultados”. Desempenho e resultado estão diretamente relacionados, pois, em sua essência, toda ação (desempenho) irá produzir um resultado.

De acordo com Lana e Ferreira (2007), uma das grandes dificuldades enfrentadas pelos profissionais de gestão de pessoas consiste no fato de os funcionários da organização não saberem o motivo pelo qual estão sendo avaliados. Com a adoção de um modelo de gestão por competências fica claro se o funcionário está sendo avaliado de acordo com seus conhecimentos, habilidades e atitudes que contribuem diretamente para os resultados da empresa. Sendo assim, fica mais fácil entender que o funcionário deve buscar melhorar suas competências de acordo com os pontos fortes e fracos apontados em sua avaliação de desempenho.

Em um modelo de gestão por competências, a avaliação de desempenho sofre um forte impacto, visto que há desde a contratação do empregado o mapeamento de suas competências. Com o passar do tempo na organização e de acordo com os resultados obtidos nas tarefas realizadas do cargo que este ocupa, verificam-se as reais necessidades de melhoria e aquisição de competências que são acusadas em aptidão ou em falta em suas avaliações de desempenho.

Contando com avaliações de desempenho periódicas, verifica-se que tipo de novas competências o cargo exige e quais os pontos fortes e fracos dos funcionários devem ser trabalhados. Para Lana e Ferreira

(2007), a gestão por competências revela, de maneira clara e objetiva, quais são as reais necessidades da área de gestão de pessoas e quais as que devem estar de acordo com as estratégias organizacionais.

A avaliação do desempenho por competências representa uma forma eficaz de identificar o potencial e o estágio atual de desenvolvimento dos trabalhadores da organização. Estes são, dessa forma, estimulados a assumirem a responsabilidade pela busca da excelência. Uma das premissas básicas desse modelo avaliativo é a de que o indivíduo possui meios para identificar as competências que já desenvolveu, verificando seus pontos fortes e fracos e identificando as lacunas de competências desejáveis para o bom desempenho do cargo. Verificam-se, assim, suas necessidades profissionais. Uma vez que um profissional esteja consciente da relação entre as necessidades relacionadas ao cargo que ocupa e as competências que precisa manifestar, terá maior facilidade para avaliar-se, para aceitar *feedbacks* e para desenvolver essas competências, pois a avaliação estará centrada em fatores mais objetivos (GRAMIGNA, 2002).

Os profissionais de gestão de pessoas responsáveis pelas avaliações de desempenho devem atentar-se para os tipos de indicadores a serem utilizados. A gestão por competências contribui para isso, pois envolve o desdobramento das estratégias corporativas. E sendo a avaliação de desempenho realizada com a utilização de indicadores mais objetivos, verifica-se se, de fato, o trabalhador está contribuindo para as estratégias e resultados da organização.

4.4 Cargos e salários

Primeiramente, devem ser elucidados separadamente os conceitos de cargos e salários. Zimpeck (1990, p. 40) define cargo como: “um grupo de funções idênticas na maioria ou em todos os aspectos mais importantes das tarefas que as compõem”.

Para se ter um melhor entendimento sobre o conceito de cargo, deve-se ter em mente o significado de função bem como o de tarefa. De acordo com Zimpeck (1990, p.40), função “é um agregado de deveres, tarefas e responsabilidades que requerem os serviços de um indivíduo.” Ainda segundo Zimpeck (1990, p. 40), “a tarefa existe como um conjunto de elementos que requer o esforço humano para determinado fim”.

Marras (2011, p.81) expõe que “quando tarefas suficientes se acumulam para justificar o emprego de um trabalhador, surge a função.” E acrescenta que “podemos concluir que quando há um conjunto de funções similares forma-se o cargo.”

Na perspectiva de Marras (2011), a análise de funções é de suma importância para o subsistema de cargos e salários, pois fornece uma gama de informações que fazem parte da base de todo o sistema de cargos e salários a ser implantado na organização.

Segundo Araujo e Garcia (2009), a atividade de cargos é responsável pela análise e a avaliação de cargos, considerando-se os critérios já estabelecidos a cada cargo em relação aos demais, focando também as responsabilidades e limitações para o seu desempenho.

Antes de se aprofundar mais nesse subsistema de gestão de pessoas, deve-se ter o conhecimento do conceito de salário. Segundo Araujo e Garcia (2009, p. 49), “salário é a contraprestação em dinheiro recebida periodicamente pelo corpo funcional, em face de um trabalho desenvolvido num espaço de tempo previamente definido.”

Marras (2011, p. 79) conceitua resumidamente o programa de gestão de cargos e salários. Para este, trata-se de um “instrumento fundamental para a administração dos cargos e salários de uma organização.”

Pode-se afirmar, de acordo com o entendimento sobre os conceitos desse subsistema, que o intuito de um programa de cargos e salários é o de administrar seu quadro de funcionários de maneira justa, estabelecendo-se critérios objetivos para a ocupação de cargos, definindo-se as políticas salariais de forma clara e permitindo-se, dessa forma, a criação de um plano de carreiras. Deve-se atentar que esse subsistema de gestão de pessoas está diretamente relacionado com outros subsistemas. Relaciona-se, por exemplo, com o de treinamento e desenvolvimento, que foca na carreira do trabalhador; o recrutamento e seleção que será responsável por alocar o trabalhador no devido cargo no momento de sua contratação; e a avaliação do desempenho que proporciona meios de o profissional verificar seus pontos fortes e fracos para que se torne capaz de desenvolver as competências desejáveis e possa pleitear novos cargos ou ser realocado dentro do organograma da organização.

Deve-se ter em mente que o tipo de remuneração em uma organização é de fundamental importância para a motivação e o comportamento de seus trabalhadores. A remuneração do trabalhador não se dá somente por meio do salário recebido. Segundo Tachizawa, Ferreira e Fortuna (2006, p. 180), remuneração “é o conjunto de vantagens que uma pessoa recebe em contrapartida pela prestação de um serviço”.

Segundo Lana e Ferreira (2007), uma das críticas feitas por vários trabalhadores atualmente consiste na falta de critérios em relação às políticas de remuneração (salários) e de ascensão funcional (cargos). “Caixa preta” é um dos termos comumente utilizados para se referir a sistemas de gestão de carreira e remuneração que não possuem critérios transparentes. A desmotivação dos funcionários é uma das consequências que podem ocorrer e tem origem na insatisfação que esse tipo de percepção gera.

Com a adoção de um modelo de Gestão por Competências, os funcionários passam a ter uma visão mais clara do plano de carreira da organização e dos requisitos necessários do cargo que o trabalhador deseja pleitear. Ao invés de preterições por trabalhadores que se dão melhor com seus chefes, tem-se, com esse modelo, critérios mais justos de escolha, por serem mais objetivos. Dessa forma, pode-se motivar o profissional a adquirir as competências necessárias ao desempenho do cargo almejado e não permite que ocorram promoções por mera preferência do seu chefe.

Em se tratando de remuneração, segundo Lana e Ferreira (2007), uma opção existente é o estabelecimento

de salários baseados nas competências que cada trabalhador possui dentre as que são necessárias para o bom desempenho de suas funções.

Deve-se supor que o desempenho de um funcionário esteja sendo avaliado de acordo com as manifestações das competências desejáveis por seu cargo atual. Tem-se, então, a tabela a seguir de uma avaliação de desempenho estruturado com as competências desejáveis do cargo e com as opções: NA – não apresenta, quando o trabalhador não manifesta a competência em questão, D – em desenvolvimento, quando o funcionário não atende totalmente, mas já a manifesta parcialmente, A – atende, quando manifesta a competência desejável e S – quando atende a competência em um nível acima do esperado.

Caso a empresa esteja realizando um sistema de remuneração inovador, como o apresentado por Tachizawa, Ferreira e Fortuna (2006), a remuneração do trabalhador pode estar vinculada com um indicador de desempenho criado para mensurar a manifestação média de competências apresentadas na avaliação do trabalhador. Supondo-se que exista um indicador prefixado de média de competências no valor de 1,5, pode-se remunerá-lo com um percentual de, por exemplo, 20% acima do seu salário base, caso o indicador demonstrado na avaliação de desempenho supere esse índice. Por outro lado, não se teria remuneração adicional, caso o indicador demonstrado não alcançasse o valor mínimo estipulado.

No exemplo da tabela a seguir, proposto por Dutra (2006), o profissional obterá um adicional em sua remuneração de 20%, pois o indicador apresentado em sua avaliação de desempenho apresenta um valor de 1,66, superando o indicador de 1,5.

Esse tipo de indicador vinculado à manifestação de competências pelo trabalhador pode ser utilizado também caso o profissional esteja pleiteando um novo cargo na organização. Por exemplo, o candidato somente estará apto a pleitear um cargo acima na hierarquia organizacional caso apresente indicadores de desempenho de seu atual cargo em valores acima de 1,5 em pelo menos duas avaliações de desempenho consecutivas. Essas avaliações podem ser anuais ou semestrais, dependendo da organização. No entanto, no caso de ascensão funcional, deve haver uma ferramenta que demonstre os requisitos mínimos do cargo, como por exemplo, os conhecimentos mínimos exigidos para a ocupação do cargo, tempo de experiência no cargo atual, formação mínima requisitada e competências desejáveis.

Na tabela 2, os requisitos de acesso a determinado cargo em um hospital.

No exemplo demonstrado, o candidato está apto a pleitear o cargo de enfermeiro no hospital. Para fins de exemplo, este candidato ocupa o cargo atual de técnico em enfermagem, já possui experiência de trabalho de 2 anos no atual cargo, no próprio hospital e em suas duas últimas avaliações de desempenho apresentou resultados de 1,7 e 1,73, superando o indicador mínimo de 1,5. Nesse caso de ascensão funcional, deve haver outro indicador

Tabela 1 - Exemplo de tabela de avaliação do desempenho por competências

COMPETÊNCIA	ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES	NA	D	A	S
Visão do Negócio	1. Executa atividades de apoio à operação que exigem aplicação de conhecimento técnico, sob supervisão	0	1 ^v	2	3
Domínio tarefa/ processo	2. Domina a execução de atividades que requerem aplicação de conhecimento técnico específico com autonomia	0	1 ^v	2	3
Foco no cliente	3. Troca informações e experiências, nas equipes com as quais se relaciona, mantendo-se atualizado com as possíveis tendências do mercado e da empresa	0	1	2	3 ^v
Orientação para resultados	4. É orientado por resultados na execução de atividades que requerem uso de conhecimentos técnicos específicos	0 ^v	1	2	3
Inovação	5. Identifica a melhor solução para problemas designados às equipes de trabalho	0	1	2 ^v	3
	6. Desenvolve alternativas técnicas visando à manutenção e ao aprimoramento de padrões, garantindo que as operações de sua área desenvolvam-se em conformidade com o estabelecido	0	1	2 ^v	3
Gestão integrada de prazos	7. Acompanha/responde pela utilização de recursos e cumprimento de prazos de projetos sob sua responsabilidade	0	1	2 ^v	3
Gestão do conhecimento	8. Disponibiliza informações relevantes das atividades que desempenha a outras áreas da organização	0	1	2	3 ^v
Capacidade de Análise	9. Analisa situações de trabalho que requerem conhecimento técnico e sugere o melhor encaminhamento, entre as alternativas possíveis	0	1 ^v	2	3
Média= (0 + 3 + 6 + 6) / 9 atribuições = 1,66 →		0	3	6	6

Fonte: Dutra, (2006, p. 144)

relacionado aos requisitos do cargo. Supondo-se que o valor mínimo desse indicador seja prefixado em 1,4, a média aritmética do candidato em relação aos requisitos do cargo apresentou um valor de 1,6, habilitando-o a se candidatar ao novo cargo.

Deve-se ter em mente que, o exemplo demonstrado, é meramente ilustrativo e simplificado, pois podem ser considerados pesos para diferentes competências, formação ou experiências dependendo do cargo. É preciso considerar-se também que, o nível

de complexidade das ferramentas utilizadas, pode variar muito de empresa para empresa.

Verifica-se, com os exemplos citados, que os subsistemas de gestão de pessoas estão relacionados e interligados. A remuneração por competências e a ascensão funcional, baseada em competências, são de responsabilidade do subsistema de cargos e salários em empresas que adotam o modelo de gestão estudado. Além desses subsistemas, o modelo de gestão por competências pode ser verificado nos

Tabela 2 - Exemplo de tabela de requisitos de acesso ao cargo

Requisitos de Acesso		NA	D	A	S
Formação	Graduação em Enfermagem	0	1	2 ^v	3
Experiência	2 anos sem hospitais ou clínicas de saúde	0	1 ^v	2	3
Conhecimentos	Inglês Intermediário	0	1 ^v	2	3
	Word Básico	0	1	2 ^v	3
Habilidades	Aplicação de injeção com eficiência e rapidez	0	1	2 ^v	3
	Organização eficiente de materiais para operação	0	1 ^v	2	3
	Sutura com eficiência e perfeição	0	1	2 ^v	3
Atitudes	Empatia	0	1	2 ^v	3
	Cortesia	0	1 ^v	2	3
	Paciência e capacidade para ouvir	0	1	2 ^v	3
Indicadores de Desempenho	1,7 em 2012 e	OK	Apto		
	1,73 em 2013	OK			
Média = (0 + 4 + 12 + 0) / 10 = 1,6		0	4	12	0

Fonte: Adaptado de Dutra, (2006, p. 145)

exemplos citados no que tange aos subsistemas de avaliação de desempenho e de treinamento e desenvolvimento. Essa percepção é corroborada uma vez que se demonstra no primeiro exemplo uma ferramenta possível de se utilizar em uma avaliação de desempenho por competências. Em ambos os exemplos citados, atuando de maneira integrada, o gestor se torna capaz de verificar as necessidades de treinamento do trabalhador, podendo, além disso, mensurar o grau de desenvolvimento dos funcionários baseados nos exemplos de indicadores de desempenho. Dessa forma, o subsistema de treinamento e desenvolvimento também entra em cena, avaliando-se o desenvolvimento dos funcionários de acordo com as competências demonstradas nos resultados das avaliações de desempenho. Pode-se também monitorar as futuras aspirações dos profissionais que queiram pleitear novos cargos acima na hierarquia organizacional, preparando-os por meio de atividades de treinamento e desenvolvimento; ou pode-se simplesmente melhorar as competências atuais dos trabalhadores, por meio dessas atividades, para que estes atinjam os resultados esperados e manifestem as competências desejáveis do cargo atual.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir do presente estudo que as organizações passam atualmente, por mudanças significativas que visam adequar suas capacidades internas às constantes mudanças no seu ambiente externo. Ou seja, o alinhamento entre as áreas funcionais das organizações e suas estratégias corporativas tem cada vez mais relevância no ambiente organizacional. No atual mundo globalizado, o conhecimento é a peça chave que gera vantagem competitiva nas empresas, quando direcionado corretamente. O sucesso de organizações que se preocupam com o conhecimento pessoal e organizacional se dá, principalmente, em setores com potencial de inovação. A área de pesquisa e desenvolvimento dentro das empresas tem recebido grande atenção por parte dos atuais gestores que se preocupam, cada vez mais, em investir em novos produtos que satisfaçam as necessidades dos seus clientes. E, para que isso aconteça, a empresa deve contar com modelos de gestão mais modernos que tenham o poder de modificar o cenário atual interno e a habilite a reagir melhor a um dinâmico ambiente externo.

O modelo de gestão por competências surge como alternativa para as organizações que almejam tais mudanças e que desejam sobreviver nos atuais mercados competitivos. Além disso, esse modelo de gestão é direcionado para empresas que objetivam ter sucesso no desenvolvimento dos profissionais de seu quadro de pessoal, bem como das capacidades internas da organização. As empresas que adotem o modelo estudado devem manter um ambiente organizacional propício ao desenvolvimento das competências individuais de seus funcionários, investindo constantemente em treinamento e desenvolvimento.

Não se pode esquecer das competências organizacionais, principalmente das essenciais, que são difíceis de imitar e são geradoras de vantagem competitiva. Em suma, a organização que deseje adotar o modelo de gestão por competências, deve focar na retenção e no desenvolvimento de talentos, valorizando seus funcionários e tornando-os, como consequência, mais produtivos. Deve-se focar também nas capacidades internas, otimizando-se continuamente seus processos internos com a adoção e o desenvolvimento de competências essenciais.

A adoção do modelo de gestão por competências oferece um controle maior dos subsistemas de gestão de pessoas, como explicitado anteriormente no presente artigo. Além disso, esses subsistemas trabalham interligados e de maneira contínua proporcionando uma maior eficácia nos níveis tático e operacional da organização. Isso ocorre, pois é por meio das atividades dos subsistemas de gestão de pessoas e da adoção de indicadores quantificáveis e mensuráveis de competências, que se torna possível o alinhamento entre as áreas funcionais da organização e as estratégias corporativas. Dessa forma, o nível estratégico interage constantemente com os níveis tático e operacional.

Ainda em relação aos impactos gerados nos subsistemas de gestão de pessoas pela adoção do modelo de Gestão por Competências, tem-se o subsistema de cargos e salários. Este sofre um grande impacto com a adoção do modelo, pois os requisitos de acesso ao cargo giram em torno, não somente da experiência e da formação do candidato, mas também das competências que ele já possui e que são necessárias para o bom desempenho das funções do cargo. Um candidato que almeje ingressar no quadro de trabalhadores de uma empresa que adote o modelo de Gestão por Competências, já deve demonstrar na fase de recrutamento e seleção, alguns dos conhecimentos, habilidades e atitudes que o cargo exige. Percebe-se a conexão e o impacto conjunto dos subsistemas de cargos e salários e recrutamento e seleção. O subsistema de recrutamento e seleção é um dos mais impactados com a adoção desse modelo, devido à seleção por competências que tenta descobrir quais são as competências que o indivíduo apresenta no processo seletivo, e almeja fazer uma conexão com os requisitos de acesso ao cargo, para verificar se o candidato tem ou não o perfil desejado para a vaga em questão.

Um candidato que esteja pleiteando um cargo acima na hierarquia organizacional deve apresentar indicadores de avaliações de desempenho anteriores com média superior aos indicadores parametrizados. Ocorre, portanto, impacto direto no subsistema de avaliação de desempenho que gira em torno das competências apresentadas pelo funcionário em um determinado tempo de serviço. Há empresas que realizam avaliações de desempenho semestrais ou anuais. Tem-se, então, avaliações periódicas com o intuito de aumentar a produtividade do trabalhador e desenvolvê-lo profissionalmente.

Há nesse caso a conexão entre os subsistemas: a partir dos resultados de uma avaliação de

desempenho, identificam-se subsídios ao treinamento e desenvolvimento, pois verificam se as competências exigidas pelo cargo estão sendo apresentadas, ou se há competências a serem treinadas e desenvolvidas para que o funcionário se torne apto a exercer o cargo.

Apesar do modelo de Gestão por Competências parecer uma excelente alternativa para os gestores atualmente, deve-se ter em mente a complexidade do cenário empresarial. Visto não ser possível a criação de modelos de gestão que ofereçam aos gestores o controle total de suas empresas, pode-se diminuir os impactos negativos provenientes do ambiente externo à organização, quando se tem um quadro de pessoal composto por profissionais competentes, proativos e empreendedores. A formação de tal quadro torna-se possível caso a empresa mantenha o foco nas competências já possuídas, nas lacunas de competências individuais a serem desenvolvidas e nas competências organizacionais necessárias ao sucesso da organização. Em suma, quando há o foco em competências.

O tema estudado tem potencial de contribuição significativa para o aprimoramento das práticas de gestão de pessoas. A gestão por competências representa uma importante alternativa para as organizações contemporâneas, capaz de orientar novas políticas e práticas de gestão de pessoas, visto que seus principais subsistemas são afetados, de modo que modifica todo o trabalho da área, tendo como consequência um impacto positivo em toda a organização.

REFERÊNCIAS

- BECKER, B. E.; HUSELID, A. M.; ULRICH, D. **Gestão Estratégica de Pessoas com "Scorecard"**: interligando pessoas, estratégia e performance. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.
- BRITO, L. M. **Gestão de Competências, Gestão do Conhecimento e Organizações de Aprendizagem**: instrumentos de apropriação pelo capital do saber do trabalhador. Artigo científico. Pelotas: **Cadernos de Educação**: FaE/PPGE/UFPel. Jul – dez. 2008, p. 203 – 225.
- CARBONE, P.P.; BRANDÃO H.P.; DINIZ LEITE, J.B.; VILHENA R.M.P. **Gestão por competências e gestão do conhecimento**. 2ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- CARDOSO, G.S. **Mapeamento das competências funcionais**: estudo de caso em uma empresa de celulose e papel. Ponta Grossa: UTFPR, Campus Ponta Grossa, 2006.
- CHIAVENATO I. **Gestão de Pessoas e o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 2ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- DUTRA SOUZA J. **Gestão de Pessoas**: modelo, processos, tendências e perspectivas. São Paulo: Atlas, 2006.
- FERREIRA, V.C.P.; CARDOSO, A.S.R.; CORRÊA, C.J.; FRANÇA, C.F. **Modelos de Gestão**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 2009.
- FLEURY, M.T.L.; OLIVEIRA JR. M.M. **Gestão Estratégica do Conhecimento**: integrando aprendizagem, conhecimento e competências. São Paulo: Atlas, 2001.
- FLEURY, M.T.L.; FLEURY, A.C.C. Alinhando estratégias e competências. **Revista de Administração de Empresas (RAE)**, vol. 44, nº 1, jan.-mar. 2004, p. 44-56.
- GARCIA AMADEU A. e ARAUJO L.C.G. **Gestão de Pessoas: estratégias e integração organizacional**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GIL, A.C. **Gestão de Pessoas**: enfoque nos papéis profissionais. São Paulo: Atlas, 2011.
- GRAMIGNA, Maria Rita Miranda. **Modelo de competências e gestão dos talentos**. São Paulo: Pearson Education, 2002.
- HITT A. M.; IRELAND D.R., HOSKISSON, E.R. **Administração Estratégica**: Competitividade e Globalização. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- HUIZINGA, J. (1993). **Homo Ludens**: o jogo como elemento da cultura. São Paulo: Ed. Perspectiva.
- LANA, M.S.; FERREIRA, V.C.P. Gestão por competências: impactos na gestão de pessoas. **Revista Estação Científica**. Num. 4, maio 2007. Juiz de Fora: Faculdade Estácio de Sá.
- LUCENA, M.D.S. **Planejamento Estratégico e Gestão do Desempenho para Resultados**. São Paulo: Atlas, 2004.
- MARRAS, J.P. **Administração de recursos humanos**: do operacional ao estratégico. 14 ed. São Paulo: Saraiva, 2011.
- NORTH, K. **Gestão do Conhecimento**: um guia prático rumo a empresa inteligente. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.
- PRAHALAD, C.K.; HAMEL, G. **Competindo pelo futuro**: estratégias inovadoras para obter controle do seu setor e criar os mercados de amanhã. 19 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- RABAGLIO, M. O. **Seleção por Competência**. 2. ed. São Paulo: Educator, 2001.
- SQUIRRA S. **Sociedade do Conhecimento**: In MARQUES DE MELO, J. M.; SATHLER, L. **Direitos à comunicação na sociedade da informação**. São Bernardo do Campo, SP: Umesp, 2005.
- TACHIZAWA T.; FERREIRA, V.C.P.; FORTUNA, A.A.M. **Gestão com Pessoas**: uma abordagem aplicada à estratégia de negócios. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 2006.
- VASCONCELOS, I.F.G.; MASCARENHAS O.A. **Organizações em Aprendizagem**. São Paulo: Thompson Learning, 2007.
- VERGARA, S.C. **Gestão de Pessoas**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- ULRICH, David. **Os campeões de recursos humanos**: inovando para obter os melhores resultados. 9 ed. São Paulo: Futura, 1998.
- ZIMPECK, B.G. **Administração de salários**. São Paulo: Atlas, 1990.

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS APLICADAS NO AUXÍLIO DE DIAGNÓSTICO DE FALHAS EM TRANSFORMADORES

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS APPLIED AS AN AID FOR TRANSFORMER FAULT DIAGNOSIS

Márcio Mendonça¹
Marco A. F. Finocchio²
Lucas Fidelis M. Gonçalves³

Data de entrega dos originais à redação em: 27/02/2015
e recebido para diagramação em: 30/03/2015.

Uma das maneiras utilizadas para diagnosticar transformadores em funcionamento são os métodos de Análise Cromatográfica do Líquido Isolante. Utiliza-se esse tipo de análise, porque o óleo isolante está em contato direto com a parte ativa do equipamento e, de acordo com a quantidade de gases imersa nesse óleo, é possível diagnosticar o equipamento com determinada falha. Existem normas que visam a padronizar o diagnóstico. Podem-se citar o Método de Duval, Método de Dornenburg, IEC e, no Brasil, a NBR 7274 – Interpretação da Análise dos Gases de Transformadores em Serviço. Este trabalho tem como objetivo utilizar Sistemas Inteligentes no diagnóstico de falhas de transformadores. Em especial, Redes Neurais Artificiais, de acordo com os parâmetros de concentração gasosa da NBR 7274, validada e testada com relatórios cromatográficos de transformadores em serviço.

Palavras-chave: Análise de Falhas em Transformadores. Análise Cromatográfica. NBR 7274. Redes Neurais Artificiais.

One of the ways used to diagnose transformers in operating are the methods of Insulating Liquid Chromatographic Analysis. We use this type of analysis, because the insulating oil is in direct contact with the active part of the equipment, and, in accordance with the amount of gas immersed in this oil, it is possible to diagnose equipment fault. There are rules intended to standardize the diagnosis. Among these rules, we can mention the Duval Method, the Dornenburg Method, IEC and, in Brazil, the NBR 7274 - Interpretation of Gases Analysis in Transformer Service. This paper aims to use Intelligent Systems for transformer fault diagnosis. In particular, Artificial Neural Networks, according to the parameters of gaseous concentration of NBR 7274, validated and tested with chromatographic reports on transformers in service.

Keywords: Fault Analysis in Transformers. Chromatographic Analysis. NBR 7274. Artificial Neural Networks.

1 INTRODUÇÃO

Os transformadores são equipamentos fundamentais no sistema elétrico, usados em subestações para baixar ou elevar as tensões. A ocorrência de falhas pode gerar prejuízos de ordem financeira as empresas (prejudicando a produção) e também colocar a vida em risco, como é o caso dos hospitais. Existem métodos de manutenção preventiva como: análise e inspeção visual dos acessórios presentes nos transformadores, reaperto de barramentos e guarnições, ou até mesmo manutenção corretiva.

Estresse térmico e elétrico resultam em fratura dos materiais isolantes, com isso há liberação de gases que contaminam o líquido isolante. A análise destes gases podem fornecer informações sobre o tipo de falha. Várias normas têm sido sugeridas para a identificação de falhas em transformadores com base na proporção de gases dissolvidos no transformador de óleo (RAHMAT, PARASTEGARI e FORGHANI, 2012).

Neste contexto pode ser citado alguns trabalhos similares na literatura.

Existem diversos trabalhos de classificação utilizando Redes Neurais Artificiais, como por exemplo o trabalho de Ahamed e colaboradores (AHAMED; et al., 2015). Neste trabalho, uma técnica de detecção de falha do motor e de classificação usando dados de vibração no domínio do ângulo de manivela é apresentado. Estes dados são utilizados em conjunto com redes neurais artificiais (RNAs), aplicados para detectar falhas em motores a gasolina quatro tempos construído para experimentação. O trabalho de (ARRUDA; et al., 2011) cujo título é Reconhecimento de Padrões e Classificação de Imagens de Escoamentos bifásicos Utilizando Redes Neurais, converte imagens de escoamento geradas em laboratório em dados para treinamento e posterior classificação de padrões. Também é possível citar alguns trabalhos sobre Redes Neurais Artificiais aplicadas a detecção de padrões em transformadores. O trabalho de Silva (SILVA, et al., 2000),

1 Laboratório de Automação e Sistemas de Controle Avançado (LASCA). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba. Celular (43) 9639-9723 (TIM).

2 Laboratório de Segurança Iluminação e Eficiência Energética (LABSIEE). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Cornélio Procopio.

3 Departamento de Engenharia Elétrica, UTFPR-CP. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Cornélio Procopio.

diz respeito ao mapeamento de óleo mineral em processos de contaminação através Redes Neurais Artificiais e pode ser visto como uma ferramenta eficiente, oferecendo alternativas às metodologias convencionais, tendo como atrativos a geração de resultados atraentes, principalmente devido às características intrínsecas da técnica, tais como a capacidade de generalização e facilidade de integração com outras ferramentas computacionais. De um modo geral, uma Rede Neural Artificial é um sistema computacional com capacidade de aprendizado através de dados (HAYKIN, 2001,d), diferentemente de outras técnicas computacionais inteligentes como por exemplo, Sistemas Fuzzy, que utilizam conhecimento (ZADEH, 1968). Neste contexto, podemos citar sistemas Neuro-Fuzzy que agregam características dos dois sistemas inteligentes (MENDONÇA, 2011).

O trabalho de Rahmat (RAHMAT, PARASTEGARI E FORGHANI, 2012) utiliza um sistema ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems*) para diagnóstico de falhas de transformadores; oito falhas são identificadas e diagnosticadas pelo método da IEC (*International Electrotechnical Commission*).

Um dos métodos clássicos utilizados para avaliação de transformadores imersos em óleo é chamado de Análise Cromatográfica do Óleo Isolante, este tipo de método visa diagnosticar o transformador através dos gases contidos no líquido isolante. Existem inúmeras normas que padronizam a interpretação de falhas de transformador; no Brasil a norma que tem este objetivo chama-se NBR 7274.

Outro método clássico é o Método de Duval e o Método de Doernenburg, que normatiza as concentrações de gases extraídas do laudo cromatográfico do equipamento, diagnosticando com uma possível falha.

O principal objetivo deste trabalho é apresentar diagnósticos de transformadores através do Treinamento de uma Rede Neural Artificial *Perceptron* Multicamadas (MLP). O treinamento mais comum deste tipo de rede é o *back-propagation*, com diferentes algoritmos de treinamento. Nesse trabalho foi utilizado o método de *Levenberg Marquadt* (AHMED; et al., 2001).

O Método de Duval foi criado e desenvolvido por Michel Duval em 1974 para análise e interpretação de líquido isolante em equipamentos de alta tensão (Duval, 1974). Este método é baseado principalmente na análise de três gases, são eles: Acetileno, Etileno e Metano.

Duval é baseado em duas análises, a primeira é apresentada na Tabela 1, está cita a taxa de geração em ppm (pontos por minuto). Se todos os gases apresentam a taxa de geração maior ou igual (maior ou igual ao que?) é possível analisar o líquido isolante do equipamento de acordo com a Figura 1.

A segunda etapa do diagnóstico leva em consideração apenas os três gases citados anteriormente. Cada vértice do Triângulo de Duval representa um gás e as variações de cores representam falhas. Na Figura 1 são apresentadas as relações dos gases em porcentagem. A conversão (SETAYESHMEHR, BORSI e GOCKENBACH, 2008), pode ser vista na Equação 1, Equação 2 e Equação 3, onde G1, G2 e G3 representa cada um dos três gases.

De acordo com as variações dos gases encontrados é possível estabelecer cada falha do

Tabela 1 - Geração de Gases Método de Duval

Gás	Limites L1(ppm)	Limites G2(ppm)
H ₂	100	50
CH ₄	75	38
CH ₂	3	3
C ₂ H ₂	75	38
C ₂ H ₆	75	38
CO	700	350
CO ₂	7000	3500

Fonte: Autoria Própria

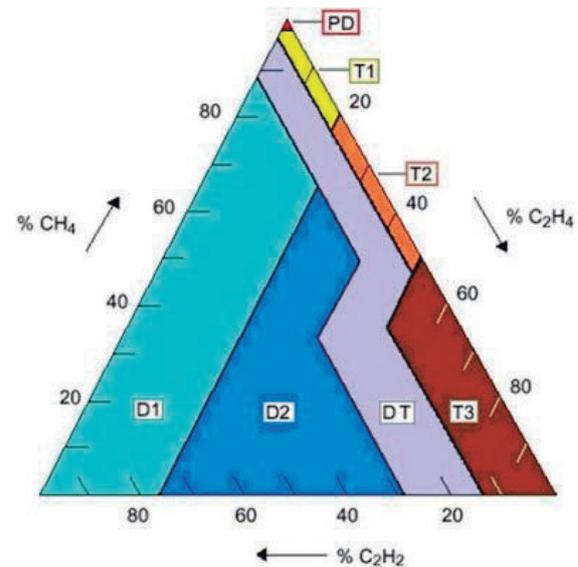


Figura 1 - Variação da concentração de gases segundo Método de Duval

$$P1 = \%C_2H_2 = 100 \times \frac{G3}{(G1 + G2 + G3)} \quad (1)$$

$$P2 = \%C_2H_4 = 100 \times \frac{G2}{(G1 + G2 + G3)} \quad (2)$$

$$P3 = \%CH_4 = 100 \times \frac{G1}{(G1 + G2 + G3)} \quad (3)$$

equipamento. No geral as falhas são classificadas entre térmicas, falhas ocasionadas por descargas parciais ou até mesmo falhas que apresentam características térmicas e descargas parciais simultaneamente.

A Tabela 2 apresenta as prováveis falhas, de acordo com o método Duval.

Tabela 2 - Falhas de acordo com Método de Duval

ABREVIÇÃO	PROBLEMA
DP	Descargas Parciais
DT	Arco elétrico e falta térmica
D1	Centelhamento
D2	Descarga de alta energia
T1	Sobreaquecimento t < 300 °C
T2	Sobreaquecimento 300 °C < t < 700 °C
T3	Sobreaquecimento t > 700 °C

Fonte: Autoria Própria

1.2 Análises Cromatográficas Baseada na NBR 7274

A norma NBR 7274 de 2012 descreve como a concentração de gases livres ou dissolvidos são interpretados para diagnosticarem as condições de equipamentos elétricos em serviço e sugerir ações futuras. Os equipamentos elétricos são preenchidos com óleo mineral isolante e isolado com papel e papelão, ou seja, utilizam a celulose como base. Na Tabela 3 é possível observar as falhas diagnosticadas por esta norma.

A Tabela 4 é utilizada na interpretação da análise dos gases dissolvidos. As relações descritas abaixo são consideradas valores médios que devem ser atingidos pelo equipamento. O valor NS é o valor esperado de Acetileno, devendo ser abaixo do limite de detecção do método utilizado. Alguma superposição entre os problemas D1 e D2 significa uma dupla interpretação e neste caso a norma recomenda considerar o caso de maior gravidade.

1.3 Método de Dornenburg

O Método de Doernenburg foi desenvolvido de forma empírica e baseia-se na existência de limites mínimos de concentrações dos gases, para que o método possa ser aplicado. De acordo com a norma IEEE C57.104/2004, a execução do método deve seguir alguns procedimentos. O primeiro procedimento (RODRIGUES, 2011) é validar o método de acordo com uma variação de gases expressa nesta norma. O segundo procedimento é analisar a variação das quatro relações de gases, se atentando ao fato de que pelo menos um gás de cada relação deve atingir um limite determinado pela Norma IEEE C57.104/2004.

Na Tabela 5 é possível observar as relações e suas respectivas falhas. A Falha 1 tem como diagnóstico a decomposição ocasionada por elevações térmicas, a Falha 2 tem seu diagnóstico é dado por Descargas Parciais de baixa intensidade.

Por fim, a Falha 3 representa seu diagnóstico como sendo a Descarga Elétrica de Alta intensidade, que é um exemplo de descargas atmosféricas ou até mesmo do transformador trabalhando muito tempo com carga além da sua capacidade nominal.

2 REDES NEURAIS ARTIFICIAIS EM ANÁLISE DE FALHAS EM TRANSFORMADORES IMERSOS EM ÓLEO

O método apresentado neste trabalho utilizou Rede Neural Artificial (RNA) aplicado no diagnóstico de transformadores. Os neurônios artificiais utilizados nos modelos de redes neurais artificiais são não lineares, fornecem saídas tipicamente contínuas e realizam funções simples, como coletar sinais existentes em suas entradas, agregá-los de acordo com sua função operacional e produzir uma resposta, levando em consideração sua função de ativação inerente (SILVA, SPATTI e FLAUZINO, 2010).

Este trabalho apresenta uma forma de obter o diagnóstico de transformadores imersos em líquido isolante, através do treinamento de uma Rede Neural Artificial. O aprendizado teve como base a norma ABNT

Tabela 3 - Falhas de acordo com a Norma NBR 7274

CASO	FALHA
DP	Descargas Parciais.
C1	Centelhamento
D1	Descarga de baixa energia
D2	Descarga de alta energia
T1	Sobreaquecimento $t < 300^\circ\text{C}$
T2	Sobreaquecimento $300^\circ\text{C} < t < 700^\circ\text{C}$
T3	Sobreaquecimento $t > 700^\circ\text{C}$

Fonte: Autoria Própria

Tabela 4 - Variação dos Gases de acordo com a NBR 7274

CASO	C_2H_2/C_2H_4	CH_4/H_2	C_2H_4/C_2H_6
DP	NS	$< 0,1$	$< 0,2$
C1	0 – 0,6	0,1 - 1	< 1
D1	> 1	0,1 – 0,5	> 1
D2	0,6 – 2,5	0,1 - 1	> 2
T1	$< 0,01$	> 1	< 1
T2	$< 0,1$	> 1	1- 4
T3	$< 0,1$	> 1	> 4

Fonte: Autoria Própria

NBR 7274, esta norma visa padronizar os diagnósticos de transformadores no Brasil.

Os passos para realização do treinamento e validação dos algoritmos foram os seguintes:

- Levantamento de Análises Cromatográficas de transformadores em serviços;
- Elaboração do Algoritmo;
- Treinamento da Rede Neural Artificial;
- Validação da RNA;
- Estratégia de Treinamento. (A RNA já não foi treinada?)

2.1 Levantamentos de Análises Cromatográficas

Os dados utilizados na Rede Neural foram basicamente Análises Cromatográficas de óleo isolante. Através destas análises foram extraídas as informações necessárias para elaboração do algoritmo.

Foram coletadas aproximadamente 60 análises cromatográficas de transformadores que foram enviados para manutenção em uma empresa do ramo de transformadores. A partir destas informações foram utilizadas treze análises que apresentavam os perfis de falhas que era desejado para validação e testes da RNA treinada.

Com isso, pode-se avaliar se o laboratório está apresentando diagnósticos de maneira correta.

Tabela 5 - Relações gasosas segundo o Método de Doernenburg

CH_4/H_2	C_2H_2/C_2H_2	C_2H_2/CH_4	C_2H_6/C_2H_2	FALHA
$> 1,0$	$< 0,75$	$< 0,3$	$> 0,4$	1
$< 1,0$	NS	$< 0,3$	$> 0,4$	2
$> 0,1$ e $< 1,0$	$> 0,75$	$> 0,3$	$< 0,4$	3

Fonte: Autoria Própria

Outra funcionalidade para este algoritmo é através das concentrações de gases, analisar o material sem necessitar de um laboratório específico para diagnosticar a falha do equipamento, com isso, diminuindo o excesso de tempo que levaria para levar a amostra do óleo até um laboratório padrão.

As concentrações de gases utilizadas no algoritmo podem ser visualizadas nos itens abaixo.

- C_2H_2 - Acetileno.
- C_2H_4 - Etileno.
- CH_4 - Metano.
- H_2 - Hidrogênio.
- C_2H_6 - Etano.

2.2 Arquiteturas da Rede Neural Artificial

Para elaboração do programa desenvolveu-se uma RNA de topologia *feed-forward* com treinamento por retro propagação do erro.

Na Figura 2 é apresentada a topologia da RNA, na qual, a concentração 1 (C_2H_2/C_2H_4), concentração dois (CH_4/H_2) e concentração três (C_2H_4/C_2H_6) representam as entradas da rede, que são as concentrações de gases extraídas das Análises Cromatográficas. Já os sete neurônios de saída representam o diagnóstico da rede, ou seja, são as sete falhas conforme a NBR 7274.

2.3 Treinamento e Validação da RNA

Um dos destaques relevantes das RNAs está na capacidade de aprender a partir da apresentação de amostras (padrões) que exprimem o comportamento do sistema, sendo que, em seguida, após a rede ter aprendido o relacionamento entre as entradas e as saídas, está é capaz de generalizar soluções. A rede será então capaz de produzir uma saída próxima daquela esperada, a partir de quaisquer sinais inseridos em sua entrada (SILVA, SPATTI e FLAUZINO, 2010).

A etapa de aprendizado de uma RNA consiste em processo iterativo de ajuste de parâmetros de rede, os pesos das conexões, ou seja, o aprendizado é o processo pelo qual os parâmetros livres de uma Rede Neural são ajustados por meio de uma forma continuada de estímulo pelo ambiente externo sendo o tipo específico de aprendizado definido pela maneira particular de como ocorrem os ajustes dos parâmetros livres (BRAGA, CARVALHO e LUDEMIR, 2007).

Para efetuar o treinamento foram utilizados aproximadamente 125 exemplos divididos entre as falhas que a Norma NBR 7274 ilustra. Estes exemplos foram adquiridos através dos parâmetros de concentrações de gases dado pela norma e apresentados à rede, conforme a Tabela 6. Com isso pode-se assegurar que o aprendizado do algoritmo deve como padrão a norma vigente de diagnóstico de equipamentos preenchido com óleo mineral isolante.

Depois de treinada a rede, o procedimento seguinte foi à obtenção da validação do algoritmo. Nesta etapa foi apresentada aproximadamente 20 concentrações, na qual, treze são dados reais de transformadores em funcionamento. Obtendo o resultado da validação foi possível comparar com os diagnósticos apresentados pelo laboratório.

2.4 Estratégias de Treinamento

Uma tarefa importante no projeto de uma rede neural artificial é a escolha da topologia da rede, isto é, os números de camadas e os números de neurônios por camada. Isto é feito experimentalmente através de processos repetitivos com o objetivo de obter a precisão desejada através da quantização do número de neurônios e camadas (*layers*) escondidos (ARANTES, 2005).

A camada de entrada será igual ao número de informações de entrada e o número de neurônios na *layer* da saída será definido de acordo com o número de respostas. Neste trabalho foi apresentado três informações de entrada que são as relações de gases. A saída foi definida com as sete falhas do equipamento a ser diagnosticado conforme a NBR 7274.

A utilização de uma grande quantidade de camadas escondidas não é recomendada a uma grande maioria dos problemas de classificação de padrões, pois a maioria utiliza apenas uma camada escondida ou duas camadas escondidas dependendo da complexidade do problema (HAYKIN, 2001).

Durante a elaboração do algoritmo foram elaboradas algumas estratégias de treinamento e validação, com o objetivo de encontrar a melhor forma de avaliação do desempenho da RNA. Foram testadas 6 rotinas de testes para encontrar o melhor resultado. Através destas rotinas foi alterado a quantidade de neurônios (ARRUDA, SANTOS e SILVA, 2011), os exemplos repassados a RNA e também os exemplos de validação. Isso tem como objetivo evitar circunstâncias de memorização excessiva da rede, ou seja, *overfitting*, em que este acaba decorando as repostas

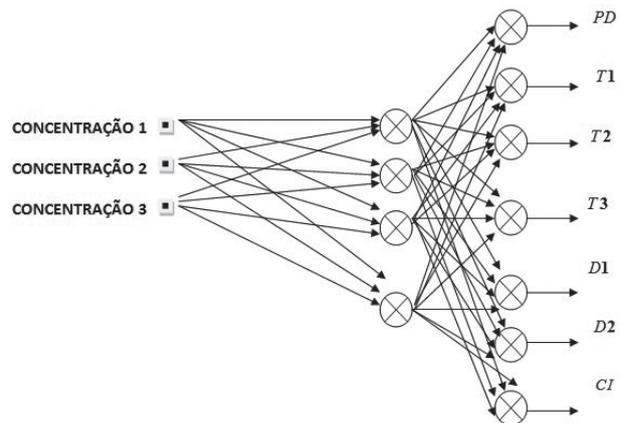


Figura 2 - Topologia da Rede Neural utilizada

Tabela 6 - Exemplos dados a rede

CONCENTRAÇÃO DE GÁS	T	T	T	D	D	C	D
	1	2	3	1	2	1	P
	1	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	

Fonte: Autoria Própria

frente aos estímulos introduzidos em suas entradas (SILVA, SPATTI e FLAUZINO, 2010).

3 RESULTADOS

No total foram utilizadas seis configurações entre dados de treinamento e teste da topologia aplicada na RNA, conforme a Tabela 7. Durante a rotina de testes foi variado o número de validação e número de neurônios. Com isso pode-se analisar qual rede apresenta valores próximos aos valores reais da instrução normativa.

A Figura 3 mostra a bateria de diferentes configurações para dados de testes e treinamentos pela qual a Rede Neural Artificial com sua respectiva taxa de erro de saída 10^{-6} , visando melhor custo benefício entre tempo de treinamento e erro de saída. De acordo, com as cinco configurações avaliadas conclui-se que: 45 neurônios obtiveram como resultado uma pequena taxa de erro, ou seja, a melhor configuração de dados com a topologia treinada e utilizada. Uma alternativa seria com 35 neurônios. Já a terceira e quarta bateria de testes apresentou uma variação de erro maior em relação às duas primeiras.

Após serem encontradas as definições de topologia, foram apresentados treze laudos das concentrações gasosas de transformadores em serviço. Para avaliação, foram feitos diagnósticos e comparações com os resultados dos laboratórios avaliados, para saber se estão de acordo com a NBR 7274. Seguem na Tabela 8, as concentrações gasosas e o diagnóstico conferido pelo laboratório. Entretanto, as amostras colhidas seguiram os procedimentos da ABNT NBR 7070.

Após a verificação dos laudos dos diagnósticos pelo laboratório, o próximo passo é a utilização da RNA treinada nos limites da Norma NBR 7274; os mesmos parâmetros utilizados pelo laboratório, de acordo com a Tabela 9. O resultado obtido em vermelho representa a saída que não obteve o mesmo resultado que o laudo do laboratório. Obtendo um erro em trinta (destacado em vermelho) exemplo, da ordem de 3,33%. A tabela 8 são dados de relatório de concentração e tipo de falha. A RNA na linha 11 encontrou o tipo de falha DP (vide tabela 2), enquanto que os dados de treinamento apontam para a falha T2.

4 CONCLUSÃO

O principal objetivo foi realizar uma maneira alternativa de diagnosticar análises cromatográficas de

transformadores imersos em líquido isolante, através do treinamento de uma RNA que obtivesse resultados iniciais coerentes na avaliação de um fornecedor.

Neste trabalho foram coletados laudos cromatográficos de transformadores que apresentavam sinais de envelhecimento precoce do material isolante, contaminação do óleo, sobreaquecimento dos mais variados tipos. Todos os laudos utilizados foram de um determinado laboratório e também utilizaram a mesma instrução normativa que a RNA treinada e a ABNT NBR 7274 como o método de interpretação. Com isso, a empresa pode verificar e obter parâmetros dos laudos concedidos por este laboratório e se está dentro dos padrões esperados pela norma. A vantagem de se utilizar a RNA está na velocidade de resposta da RNA, previamente treinada, do que consultar a norma ou um método gráfico como de Duval.

Em análise aos resultados obtidos pelo teste da RNA e comparados com os obtidos pelo laboratório, é possível avaliar que em totalidade os diagnósticos obtidos foram similares, ou seja, apenas uma análise obteve diagnóstico diferente do obtido na RNA. Com isso, apesar de ser uma pesquisa ainda em fase inicial, conclui-se que está ferramenta proposta pode ao menos auxiliar na avaliação de laboratórios e fornecedores de líquido isolante em transformadores.

5 FUTUROS TRABALHOS

Como trabalho futuro, pretende-se aumentar a quantidade de dados e conseqüentemente a avaliação de outros laboratórios, visando à consolidação desta ferramenta para auxílio de diagnóstico de transformadores.

Tabela 7- Rotina de treinamento implementada

TREINO	NEURÔNIOS	VALIDAÇÃO	TESTE
1	45	10%	7%
2	35	13%	7%
3	30	15%	7%
4	25	18%	7%
5	20	20%	7%
6	15	20%	7%

Fonte: Autoria Própria

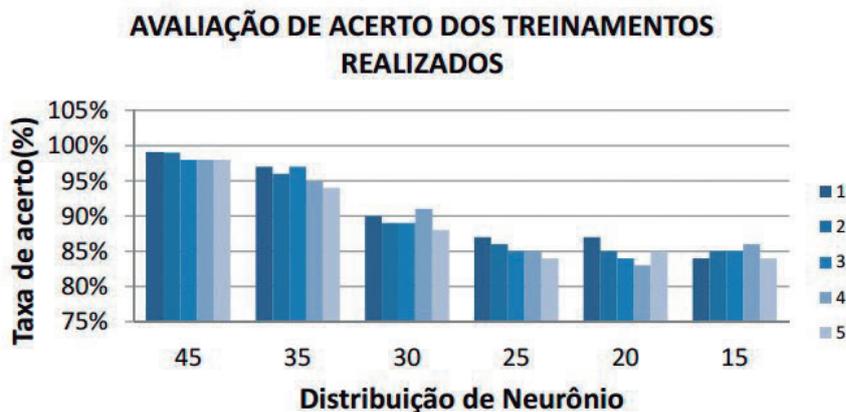


Figura 3 – Resultados das cinco configurações (1-5) de dados de testes e treinamento na RNA

Tabela 8 - Concentrações de gases utilizadas para validar a Rede Neural Artificial utilizada

1	C_2H_2/C_2H_4	CH_4/H_2	C_2H_4/C_2H_6	FALHA
2	0	0,025	0,07	DP
3	0	0,015	0,03	DP
4	0	0,06	0,16	DP
5	0	0,05	0,14	DP
6	0,2	0,3	0,2	T1
7	0,23	0,4	0,39	T1
8	0,35	0,77	0,74	T1
9	0,27	0,17	0,33	T1
10	1,7	0,2	1,7	T2
11	2,1	0,24	2,4	T2
12	4	0,17	2	T2
13	4,5	0,3	3,9	T2
14	1,7	0,51	3,3	T3
15	1,9	0,61	3,5	T3
16	2,1	0,72	3,7	T3
17	2,3	0,8	3,6	T3
18	0,0007	5,2	0,03	D1
19	0,0006	5,7	0,01	D1
20	0,003	2,7	0,8	D1
21	0,001	3,7	0,09	D1
22	0,05	4	3,5	D3
23	0,08	4,2	3,7	D3
24	0,07	1,8	1,7	D3
25	0,08	1,7	1,5	D3
26	0,3	4,2	6	DT
27	0,2	4,7	6,5	DT
28	0,35	4,5	7,0	DT
29	0,45	4,9	7,5	DT
30				

Fonte: Autoria Própria

Tabela 9 - Resultados Obtidos através do treinamento da RNA

1	C_2H_2/C_2H_4	CH_4/H_2	C_2H_4/C_2H_6	FALHA
2	0	0,025	0,07	DP
3	0	0,015	0,03	DP
4	0	0,06	0,16	DP
5	0	0,05	0,14	DP
6	0,2	0,3	0,2	T1
7	0,23	0,4	0,39	T1
8	0,35	0,77	0,74	T1
9	0,27	0,17	0,33	T1
10	1,7	0,2	1,7	T2
11	2,1	0,24	2,4	DP
12	C_2H_2/C_2H_4	CH_4/H_2	C_2H_4/C_2H_6	FALHA
13	4	0,17	2	T2
14	4,5	0,3	3,9	T2
15	1,7	0,51	3,3	T3
16	1,9	0,61	3,5	T3
17	2,1	0,72	3,7	T3
18	2,3	0,8	3,6	T3
19	0,0007	5,2	0,03	D1
20	0,0006	5,7	0,01	D1
21	0,003	2,7	0,8	D1
22	0,001	3,7	0,09	D1
23	0,05	4	3,5	D3
24	0,08	4,2	3,7	D3
25	0,07	1,8	1,7	D3
26	0,08	1,7	1,5	D3
27	0,3	4,2	6	DT
28	0,2	4,7	6,5	DT
29	0,35	4,5	7,0	DT
30	0,45	4,9	7,5	DT

Fonte: Autoria Própria

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Referências Bibliográficas, Rio de Janeiro, (2012). NBR 7274.

Ahmed, R.; El Sayed, M.; Gadsden, S.A.; Jimi Tjong; Habibi, S.(2015); Automotive Internal-Combustion-Engine Fault Detection and Classification Using Artificial Neural Network Techniques, Vehicular Technology, (**IEEE Transactions on**, vol. 64, nº. 1, pp. 21,33.)

Arantes, J. G. (2005). **Diagnóstico de Falhas em Transformadores de Potência pela Análise de Gases Dissolvidos em Óleo Isolante Através de Redes Neurais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) –Universidade de Federal de Itajubá, Itajubá-MG, 2005.

Arruda, L.V.; Santos, E. N.; Silva, M.J. (2011). Reconhecimento de Padrões e Classificação de Imagens de Escoamentos

bifásicos Utilizando Redes Neurais. **Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente** (SBAI). SBAI 2011, São João Del Rei – MG.

Braga, A. P.; Carvalho, A. P. L. F.; Ludemir, T. B. (2007). **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC.

Duval (1974), M., Fault Gases Formed in Oil - Filled Breathing E,H.V. Power Transformers The Interpretation of Gas Analysis Data, **IEEE PES Summer Meeting & Energy Resources Conference**, Anaheim, CA.

IEC standard 599: Interpretation of the Analysis of Gases in Transformers and Other Oil Filled Electrical Equipment in Service, **International Electrotechnical Commission**, Geneva, Switzerland, 1978.

IEEE C57.104-1991, IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil- Immersed Transformers, 1991.

Haykin, S.. (2001). **Redes Neurais. Princípios e prática**. Porto Alegre, RS: Bookman.

Mendonça, M. (2011). **Uma Contribuição ao Desenvolvimento de Sistemas Inteligentes Utilizando Redes Cognitivas Dinâmicas**. Tese de Doutorado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba.

Rahmat, A. H. Parastegari, M.; Forghani, Z. (2012). Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Approach for Simultaneous Diagnosis of the Type and Location of Faults in Power Transformers. **Electrical Insulation Magazine, IEEE** (Volume: 28, Issue: 5).

Silva, I. N. Spatti, D. H.; Flauzino, (2010); R. A. **Redes Neurais Artificiais para Engenharia e Ciências Aplicadas**. São Paulo, SP: Artiliber Editora LTDA.

Silva, I. N. Souza, A. N.; Hossri, R. M.; Hossri, J. H. C. (2000); Intelligent System Applied in Diagnosis of Transformer Oil, Dielectric Materials, Measurements and Applications, 2000. **Eighth International Conference** on (IEEE Conference), Edinburgh.

Setayeshmehr, A. Borsi, H.; Gockenbach, E. A. (2008); Software Implementation of the Duval Triangle Method. Electrical Insulation, 2008. ISEI 2008. Conference Record of the 2008 **IEEE International Symposium** on, Vancouver.

Zadeh, L.A (1968). Fuzzy algorithms, (**Info. & Ctl.**) Vol. 12, pp. 94-102.

Data de entrega dos originais à redação em: 01/04/2015
e recebido para diagramação em: 21/04/2015.

Vicente Zatti ¹
João Pedro Medeiros Vasconcelos de Souza ²
Laura Menestrino Prestes ³

A observação das transformações na educação brasileira nos últimos anos demonstra a valorização da educação profissional e tecnológica, com a expansão dos cursos técnicos e tecnológicos, contexto no qual em 2008, pela Lei 11.892, são criados os Institutos Federais de Educação. Paralelamente a essas transformações no campo da educação, o conceito de tecnociência vem sendo utilizado para designar o estado da ciência contemporânea, que possui como característica estruturante servir a interesses ligados ao capital e ao mercado. Considerando isso, o projeto de pesquisa "Tecnociência e os fundamentos da educação profissional e tecnológica contemporânea", desenvolvido no IFRS Câmpus Canoas desde 2014, reflete sobre a ambiguidade que há entre o discurso político-pedagógico da proposta dos Institutos Federais de Educação, e os rumos dos avanços tecnocientíficos que seguem o ethos do mercado.

Palavras-chave: Educação Profissional e Tecnológica. Tecnociência. Institutos Federais de Educação.

The recent transformations in Brazilian education demonstrate the valorization of the professional and technology education, with the expansion of the technology and technical courses, since 2008, when the Law 11.892 instituted the Federal Institutes of Education. Simultaneously, the concept of technoscience has been used to designate the status of the contemporary science, which has as a structuring characteristic the interest bounded to serving the capital and the market. By considering that, the research project "Technoscience and the contemporary professional and technology education", developed in the Federal Institute of Rio Grande do Sul, in Canoas, Brazil, since 2014, has reflected over the ambiguity between the political-pedagogical discourse about the proposals of the Federal Institutes of Education and the directions of the techno-scientific advances that follow the market ethos.

Keywords: Professional and Technology Education. Technoscience. Federal Institutes of Education.

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual o modo de produção capitalista, com suas demandas produtivas, tem interferido e determinado de forma decisiva o panorama do fazer científico, de tal modo que a ideia clássica de ciência perde terreno para a tecnociência, e a ciência passa a ser compreendida como instrumento potencializador das demandas produtivas do mercado. Paralelamente a essa transformação na concepção do fazer científico, ocorre no Brasil nos últimos anos, a crescente valorização da educação profissional e tecnológica, contexto no qual em 2008 são criados os Institutos Federais de Educação. Ao lermos a legislação de criação dos Institutos Federais de Educação, bem como, as diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Educação do Brasil, constatamos que repetidamente explicita-se a ideia de que a educação profissional e tecnológica não deve voltar-se apenas à formação de mão de obra para o mercado, ou seja, não se reduz a capacitação técnico-tecnológica, mas deve sim formar o ser humano de modo integral,

portanto, voltar-se para apreensão dos princípios científicos da área técnica e possibilitar uma formação cultural e cidadã abrangente. Identificamos portanto, uma ambiguidade entre o contexto da produção científica que estabelece uma compreensão de ciência como tecnociência e reflete socialmente a valorização das áreas técnico-tecnológicas possibilitando a expansão da educação profissional e tecnológica, e o discurso político-pedagógico dos Institutos Federais de Educação que preconizam uma educação emancipatória. A hipótese para compreender tal evidência é que há uma antinomia fundamental na proposta dos Institutos Federais de Educação, que possibilita um paradoxal atendimento, ao mesmo tempo, aos interesses do mercado capitalista e a elaboração de um discurso político-pedagógico fundado em princípios antimercadológicos. Avançar na compreensão de tal problema é o objetivo do projeto de pesquisa "Tecnociência e os fundamentos da educação profissional e tecnológica contemporânea". Esta, refere-se a uma pesquisa

1 Professor de Filosofia do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Câmpus Canoas. Doutor em Educação. Coordenador do projeto de pesquisa Tecnociência e os fundamentos da educação profissional e tecnológica contemporânea.

2 Bolsista de Iniciação Científica de Fomento Interno (IFRS) do projeto de pesquisa Tecnociência e os fundamentos da educação profissional e tecnológica contemporânea.

3 Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/EM - CNPq do projeto de pesquisa Tecnociência e os fundamentos da educação profissional e tecnológica contemporânea.

qualitativa, cujos procedimentos metodológicos são análise bibliográfica de obras de filosofia da ciência e educação profissional e tecnológica e, análise documental da legislação e das diretrizes político-pedagógicas referentes aos Institutos Federais de Educação. A partir da hermenêutica crítica dos documentos e legislação analisados, neste artigo abordamos a questão da redução da ciência à tecnociência, o contexto de expansão da educação profissional e tecnológica no Brasil e a fundamentação da proposta pedagógica dos Institutos Federais de Educação que propõe uma educação emancipatória.

2 A REDUÇÃO DA CIÊNCIA À TECNOCiência

De forma simplificada a ciência clássica é sinônimo de conhecimento, debruça-se sobre a investigação do que é e como funciona o mundo natural e social. A partir de pesquisas, teorias, técnicas e métodos, a ciência tem como objetivo entender o mundo, de modo a enriquecer o conhecimento humano sobre o que está a volta, e descobrir a verdade a partir da análise da realidade. Com o desenvolvimento da ciência, ela passa a ser articulada com a técnica, dando origem à tecnologia. A ideia de tecnologia não está voltada apenas para a compreensão da verdade, mas traz um interesse de intervenção concreta para transformar a realidade de modo que possamos obter maior poder sobre ela. Segundo (MANÃS; REIS; 2001, 2004) a tecnologia é o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos diretamente aplicáveis à produção ou melhoria de bens ou serviços, está associada a impactos socioeconômicos sobre uma comunidade. Para eles, a tecnologia é caracterizada por produzir conhecimentos aplicados que resultarão em um produto ou algo para satisfazer a necessidade humana, com valor monetário. Essa compreensão utilitária que o desenvolvimento tecnológico produz na ciência, possui suas raízes na modernidade, quando o homem passa a se compreender como um sujeito diferente da natureza que é compreendida como objeto. “A natureza deixa de ser reconhecida como uma potência de si, como ordem de todas as coisas, passando a ser percebida como algo exterior ao humano, algo que deve e pode ser submetido e utilizado seja como objeto de consumo, seja como meio de produção” (BAUMGARTEN, sd, p. 2). A natureza então sofre um declínio, passando a ser usada e explorada pelo ser humano para satisfazer suas necessidades e tornar mais eficiente a fabricação da vida material. Desse modo, a ciência inicialmente pretendia explicar os fenômenos do mundo natural, mas com o desenvolvimento da tecnologia é usada para controlar, modificar, alterar ou transformar o mundo.

Essa articulação entre ciência e técnica se intensifica com o passar do tempo, de uma forma que não se pode mais dissociá-las. A determinação dos rumos dos avanços científicos pelos interesses técnicos, com o desenvolvimento do capitalismo, representou que os rumos da ciência passam a ser determinados pelos interesses produtivos,

ou seja, interesses do mercado. O conceito de tecnociência surge justamente para caracterizar essa ciência que se despiu de qualquer pretensão de desvelamento da verdade e produção desinteressada de conhecimentos e, passa a estar determinada pelos interesses produtivos. Isso representa uma redução na ideia de ciência pois desconsidera suas implicações éticas, políticas, epistêmicas e valorativas.

Mas esse processo de redução da ciência à tecnociência e sua subjugação aos interesses do mercado, vem recebendo críticas de uma corrente que se denomina crítica engajada e articula a crítica frankfurtiana com a crítica pós-moderna. O professor de filosofia da ciência de *Swarthmore College*, Hugh Lacey, é integrante da crítica engajada, descrevendo-a como uma maneira de efetuar a atividade científica conduzida por valores. Lacey desenvolve em seus livros *Is Science Value Free? Values and scientific understanding* (1999) e *Valores e Atividades Científicas* (1998), uma análise em que faz uma relação dos fundamentos da ciência em sua interação com a sociedade, demonstrando que a ciência deriva do uso de “valores cognitivos”. O objetivo de Lacey é demonstrar que valores sociais possuem um lugar essencial na atividade científica, pois o conhecimento científico é uma forma de entender o mundo. Com seu trabalho demonstra que a prática científica atual é subvertida pelo poder econômico de tal modo que se produza uma ideologia de neutralidade, imparcialidade e autonomia científica, a qual despe a ciência de valorização social e desse modo cria a possibilidade de ela atender fundamentalmente os interesses do mercado e não os interesses sociais.

3 TRANSFORMAÇÕES NO CENÁRIO ECONÔMICO E EDUCACIONAL BRASILEIRO NO CONTEXTO DA TECNOCiência

A educação brasileira vem sofrendo inúmeras transformações na sua dimensão histórico-econômica, ou seja, na sua forma de relacionamento com o sistema vigente, o capitalismo. Com as crescentes mudanças no cenário econômico brasileiro dos últimos anos, a educação profissional e tecnológica vem ganhando cada vez mais valorização devido a sua capacidade de impacto produtivo para o mercado. Ocorre então, uma expansão significativa de cursos técnicos e tecnológicos e conseqüente criação dos Institutos Federais de Educação em dezembro de 2008. Paralelamente à expansão econômico-produtiva do país, ocorre paulatinamente o crescimento da oferta de educação profissional e tecnológica, que consegue atender aos interesses do mercado e do capital.

A valorização social da educação profissional e tecnológica, importante para o crescimento econômico do país, portanto, em parte ocorre em função de um fenômeno contemporâneo que Lacey (2006) caracteriza como “a mercantilização do conhecimento para o lucro”, contexto em que a ciência se torna instrumento concretizador das ambições do mercado e do capital. Essa mercantilização do conhecimento, segundo Lacey (2006) funda-se

em um *ethos* científico-comercial, que distorce a compreensão de ciência ao reduzi-la à tecnociência. Esse *ethos* científico-comercial está fundamentado na ideia de uma ciência, não mais produtora de conhecimentos específicos acerca de diversos fenômenos e sim de uma ciência produtora de renda, ou seja, de uma tecnociência a favor do mercado e do capital. O *ethos* científico-comercial determina “a profunda incorporação dos valores do capital e do mercado nas instituições sociais; e seu objetivo é a inovação tecnocientífica orientada ao mercado” (LACEY, 2008, p. 313). Essa utilização da ciência em prol do capital está ligada a ideia de que ciência é idêntica à tecnociência, de modo que não há uma dissociação entre objetos socioeconômicos e a ciência, fazendo com que haja uma distorção no conceito de autonomia da ciência. Tanto os pesquisadores, quanto as instituições científicas ficam sujeitas à alterações em sua forma tradicional, tornando-se dependentes das ambições do mercado e do capital. “Atualmente, com a redução da ciência à tecnociência, a tendência é que as únicas alternativas que se mantêm sejam aquelas que podem ser realizadas no interior da trajetória dos interesses correntemente dominantes do capital e do mercado” (LACEY, 2008, p. 318).

E são nessas circunstâncias que nascem os Institutos Federais de Educação. Por mais que eles possuam uma proposta política-pedagógica alicerçada no ideal de emancipação do ser humano, por mais que busquem formar o trabalhador no modo integral, aliando ciência, cultura e trabalho, é evidente que a legitimação social da sua expansão encontra-se na valorização da educação profissional e tecnológica que está relacionada ao *ethos* científico-comercial que utiliza a ciência como mais uma força produtiva.

4 TECNOCiência E A AUTONOMIA DA CIÊNCIA

O contexto em que a ciência é compreendida como tecnociência, nos remete para a questão da autonomia do fazer científico em relação aos interesses políticos, religiosos, econômicos. Tal discussão acompanha o processo de desenvolvimento científico desde os primórdios da modernidade com Galileu Galilei. Em sua época havia uma grande pressão da Igreja Católica quanto o que poderia ou não ser pesquisado. Por isso, o grande objetivo de Galileu nesse aspecto era provar racionalmente que a autonomia era inerente à ciência, ou seja, de que a ciência é livre de qualquer domínio de valor, seja ele econômico, político, ideológico e/ou religioso.

De acordo com (MARICONDA, 2001; LACEY, 2001) Galileu afirmou primeiramente que devido às descobertas serem feitas através do método científico, utilizando basicamente dados empíricos que não tem influência alguma de perspectivas de valor, elas não podem ser julgadas por nenhum desses valores, ou seja, a Igreja não tem como se opor ao valor que é propriamente dito da ciência, já que foi usado unicamente e especificamente o método científico. Em segundo lugar, as análises críticas através do empirismo, devem ser feitas por

especialistas, estes, adeptos do método da ciência e cultivadores do *ethos* científico e das virtudes científicas. Sendo assim, duas virtudes, a de possuir espírito aberto e possuir espírito racional. A virtude de possuir espírito aberto significa tirar conclusões de modo que o especialista não dê preferência para suas próprias contribuições, e que esteja aberto a conhecer os argumentos de seus oponentes. Já a virtude de possuir espírito racional, compreende aceitar a sua teoria só depois de ouvir os argumentos prós e contras, sintetizando-os e verificando a sua imparcialidade. Na terceira suposição, Galileu irá afirmar que os juízos científicos, devem ser feitos baseados nas observações e que tais observações não devem possuir interferência da Igreja, ou que de algum modo venha a fornecer evidências a favor da Igreja, ou também de qualquer perspectiva de valor, respeitando assim a neutralidade.

Com o intuito de fugir da interferência religiosa na ciência, Galileu formula uma concepção de ciência neutra, imparcial e autônoma. A filosofia da ciência do último século demonstrou que o fazer científico é um modo de interpretar a realidade, e desse modo, a ciência não é neutra, imparcial e autônoma em relação ao contexto e às valorações sociais. Mas o fato de a ciência não ter o grau de neutralidade, imparcialidade e autonomia pretendido por Galileu, não significa que interferências no fazer científico sejam legítimas. Significa que o fazer científico deve ser significado, legitimado, arraigado, no todo do processo de desenvolvimento social. Em linguagem habermasiana diríamos que a justificação e legitimação do fazer científico provém do mundo da vida. Portanto, o *ethos* científico-comercial que interfere na ciência contemporânea a reduzindo à tecnociência, promove uma interferência distorcida do mesmo modo que a interferência distorcida da Igreja na época de Galileu. Portanto, é nesta interferência econômica que a ciência perde seu espaço de atuação legítima, constituindo-se agora como tecnociência que através das inovações tecnocientíficas vem a atender aos interesses do mercado e do capital. De igual forma, era equivocada a Igreja ordenar os rumos da ciência na época de Galileu, é equivocado que o mercado o faça também nos dias de hoje.

5 A FUNDAMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA DOS INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO

A análise dos documentos e diretrizes dos Institutos Federais de Educação do Brasil revelam que sua proposta de educação profissional e tecnológica, está fundada teoricamente no conceito de trabalho desenvolvido no materialismo histórico de Karl Marx. No materialismo histórico de Marx, o conceito de trabalho possui caráter ontológico, está ligado à ação de produção dos meios de vida do homem no mundo, com caráter dialético, o que implica que enquanto produz seus meios de vida se produz enquanto homem, fazendo então com que ele se diferencie dos outros animais. “Essa concepção antropológica

segundo a qual o homem se constitui enquanto tal e constitui a própria consciência através do trabalho, é o pressuposto a partir do qual Marx desenvolve sua concepção materialista de história" (ZATTI, 2012, p. 52). Ao compreender o trabalho como o elemento fundamental para a humanização do ser humano, Marx vai criticar as relações de exploração do trabalho no capitalismo e vai fundar uma utopia política na qual as relações de trabalho sejam libertárias.

Na proposta pedagógica dos Institutos Federais de Educação, tal compreensão filosófica provinda do materialismo histórico, inspira uma perspectiva que considera a educação profissional e tecnológica como algo que integra capacitação profissional à humanização do educando. Nesse sentido, Eliezer Pacheco (2010, p. 10) afirma "A educação para o trabalho nessa perspectiva se estende como potencializadora do ser humano, enquanto integralidade, no desenvolvimento de sua capacidade de gerar conhecimentos a partir de sua prática interativa com a realidade, na perspectiva da emancipação". Essa compreensão supera a visão tecnicista em educação profissional que possui como maior objetivo capacitar profissionais para o mercado de trabalho. "Nosso objetivo central não é formar um profissional para o mercado, mas sim um cidadão para o mundo do trabalho, o qual poderia ser tanto técnico, como um filósofo, um escritor ou tudo isso". (PACHECO, 2010, p. 10).

A formação cultural, política, científica e profissional fazem parte do mesmo processo de humanização que tem no conceito de trabalho seu eixo integrador. A implementação da proposta político-pedagógica dos Institutos Federais de Educação está intimamente ligada à necessidade da vinculação da educação profissional e tecnológica nas diversas dimensões da vida, tais como, ciência, cultura, política. "Assim, derrubar as barreiras entre o ensino técnico e o científico, articulando trabalho, ciência e cultura na perspectiva da emancipação humana, é um dos objetivos basilares dos Institutos." (PACHECO, 2010, p. 14). Por isso a lei Lei 11.892 de 2008 estabelece que os Institutos Federais de Educação devem oferecer prioritariamente ensino técnico integrado ao ensino médio. Ao referir-se à educação profissional e tecnológica integrada ao ensino médio, Ramos, afirma:

[...] o trabalho é princípio educativo no ensino médio à medida que proporciona a compreensão do processo histórico de produção científica e tecnológica, como conhecimentos desenvolvidos e apropriados socialmente para a transformação das condições naturais da vida e a ampliação das capacidades, das potencialidades e dos sentidos humanos. (RAMOS, 2010, p. 49).

Tal concepção integrada de educação profissional de nível técnico, fundamenta-se numa concepção filosófica em que o trabalho constitui-se

como princípio ontológico, e nos remete à uma prática educativa em que a aprendizagem integra questões técnicas, éticas, políticas, estéticas e científicas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A base de legitimação teórica dos Institutos Federais de Educação funda-se na concepção de trabalho provinda do pensamento marxista, o que representa uma antinomia com o contexto de legitimação social em que essas instituições são implantadas. No contexto de implantação dos Institutos Federais de Educação a valorização social da educação profissional e tecnológica ocorre na medida em que se estabelece uma concepção de ciência como tecnociência, que leva inclusive a classe média a valorizar a educação profissional e tecnológica enquanto possui eficiência no mercado, possibilitando alta empregabilidade tendo em vista seu alto potencial de geração de capital. Desse modo, ao mesmo tempo, verificamos a valorização e o aumento de demanda por educação profissional e tecnológica no Brasil contemporâneo por razões relacionadas ao mercado e ao capital, e, paradoxalmente, a expansão da rede federal de educação profissional e tecnológica por razões que estão relacionadas a um projeto político de esquerda que busca a formação integral do trabalhador.

A existência de tal antinomia é decisiva para a implementação e consolidação dos Institutos Federais de Educação no contexto e momento histórico em que ocorrem. De um lado, a proposta recebe suporte para sua implementação de grupos políticos de esquerda e apoio de intelectuais pesquisadores em educação profissional e tecnológica por fundar-se no conceito marxista de trabalho e propor um modelo que pretende superar o histórico tecnicista da educação profissional e tecnológica brasileira. Por outro lado, a proposta recebe apoio da classe média, dos trabalhadores e empresários, que movidos por uma visão reduzida de ciência como tecnociência, veem na educação profissional e tecnológica uma possibilidade de geração de capital: a classe média e trabalhadores pela possibilidade de alta empregabilidade com bons salários, e os empresários pela possibilidade de capacitação abundante da então escassa de mão de obra qualificada.

REFERÊNCIAS

BAUMGARTEN, Maíra. **Natureza, trabalho e tecnociência**. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/cedcis/natureza.pdf> >. Acesso em: 14/03/2015.

BRASIL. Lei 11.892, de 29 de Dezembro de 2008.

LACEY, Hugh. O princípio de precaução e a autonomia da ciência. **Revista Scientiae Studia**. Vol. 4. Nº 3. São Paulo, Jul/Set. 2006.

_____. Ciência, respeito à natureza e bem-estar humano. **Revista Scientiae Studia**. Vol. 6. Nº 3. São Paulo, Jul/Set. 2008.

MAÑAS, A. V. **Gestão de tecnologia e inovação**. São Paulo: Editora Érica, 2001.

MARICONDA, Pablo; LACEY, Hugh. A águia e os estorninhos Galeileu e a autonomia da ciência. São Paulo: Tempo Social; **Rev. Sociol. USP**, 13(1): p. 49-65, 2001.

PACHECO, Eliezer. **Os Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica**. Natal: IFRN, 2010.

RAMOS, Marise. Ensino Médio Integrado: ciência, trabalho e cultura na relação entre educação

profissional e educação básica. In: **MOLL, Jaqueline (Org.). Educação profissional e tecnológica no Brasil contemporâneo**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

REIS, D. R. **Gestão da inovação tecnológica**, São Paulo: Manole Ltda, 2004.

ZATTI, Vicente. **Educação técnico-científica emancipatória nos IFETs: um olhar através de Habermas e Freire**. Porto Alegre: PPGEDU/UFRGS, 2012. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/61743>>. Acesso em: 15/12/14.

MEDIÇÃO DE COBERTURA VEGETAL USANDO ANÁLISE COMPUTACIONAL DE IMAGENS

MEASUREMENT OF VEGETABLE COVER USING COMPUTER IMAGE ANALYSIS

Leandro Inácio Gonçalves¹
Luigi Francesco Mazzini Passerino²
Ricardo Pires³

Data de entrega dos originais à redação em: 12/12/2014
e recebido para diagramação em: 28/04/2015.

Atualmente, nas grandes cidades, dá-se importância crescente à presença de áreas verdes em proporção adequada. Para isso, pode ser necessário medir-se esta proporção periodicamente, de forma confiável e rápida. O objetivo deste trabalho é a medição automática da cobertura vegetal presente em áreas das quais se têm imagens aéreas, como as do serviço Google Maps. Para isso, foi usada a biblioteca computacional OpenCV e a classificação de trechos de imagens por meio de uma máquina de vetores de suporte. Os resultados obtidos foram satisfatórios.

Palavras-chave: Áreas verdes. Cobertura Vegetal. Medição. OpenCV. Máquina de Vetores de Suporte.

Currently, in large cities, growing importance is given to the presence of green areas in proper proportion. For this, it may be necessary to measure up this proportion periodically, in a reliable and fast way. The objective of this study is the automatic measurement of green areas present in areas of which aerial images are available, such as in the Google Maps service. To this goal, the OpenCV computational library was used along with a classification process carried by means of a support vector machine. The results obtained are satisfactory.

Keywords: Green Areas. Vegetable Cover. Measurement. OpenCV. Support Vector Machine.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, nas grandes cidades, devido a diversos fatores, dá-se importância crescente à presença de áreas verdes em proporção adequada (MEUNIER, 2014). Para isto, pode ser necessário medir-se esta proporção periodicamente, de forma confiável e automática.

Uma forma de medição de cobertura vegetal que vem sendo usada há décadas é a que se vale de dados registrados por satélites. Exemplos deste tipo são apresentados em (STOW; CHEN, 2002; NICHOL; WONG, 2007; CHEN; CHENG; WANG, 2013). Eles usam dados tais como a intensidade de radiação em frequências fora do espectro visível. Em particular, em (CHEN; CHENG; WANG, 2013), é usada a biblioteca OpenCV (OPENCV, 2014) para a manipulação de imagens no processo de medição, associada ao uso de um método estatístico.

Imagens aéreas se tornaram mais facilmente disponíveis com o advento do serviço Google Maps (GOOGLE, 2014), de livre acesso, o qual fornece imagens aéreas detalhadas de muitas cidades pelo mundo, incluindo cidades brasileiras. As imagens disponíveis livremente por este serviço não possuem todos os dados que seriam obtidos por um satélite, mas têm resolução adequada ao objetivo deste trabalho, uma vez que a resolução com que áreas de várias grandes cidades são disponibilizadas permite a identificação até de árvores isoladas.

Tendo-se em mãos uma imagem aérea, uma solução para a medição da cobertura vegetal presente na área correspondente seria uma avaliação subjetiva, feita por um ser humano. Este poderia quadricular a imagem,

contar os quadrados preenchidos predominantemente por vegetação e dividir este número pelo número total de quadrados, obtendo, assim, a proporção buscada. Evidentemente, para a medição da cobertura vegetal em uma grande cidade, usando-se imagens de boa resolução que cubram toda a área de interesse, a quantidade de trabalho seria enorme e demandaria um longo tempo. Justifica-se, assim, a busca por uma solução automatizada.

Uma maneira automática simples de se medir a cobertura vegetal numa imagem digital seria usando-se um programa computacional que lesse cada ponto (*pixel*) da imagem, contasse o número de pontos verdes e dividisse este número pelo número total de pontos da imagem. Mas, um ponto isolado identificado como sendo verde pode não fazer parte de vegetação. Ele pode fazer parte da pintura de um imóvel, de um carro ou de um outro objeto artificial qualquer. Por isto, o reconhecimento de uma área como sendo de vegetação deve se dar não pela avaliação de pontos isolados, mas avaliando-se conjuntos de pontos vizinhos. Um programa deve analisar, então, pequenas regiões da imagem e avaliar se o padrão de distribuição de tons de verde e de sombra em cada região corresponde àquele típico de uma área vegetal.

Um trabalho que usa este tipo de técnica, mas não para medição de vegetação, é (CHAPELLE; HAFFNER; VAPNIK, 1999). Seu objetivo é o de, por meio de um programa, classificar uma imagem a ele apresentada como pertencendo a uma dentre várias classes pré-estabelecidas, tais como "aviões" e "ursos". Para isto, é usada a biblioteca OpenCV e uma máquina de vetores de suporte, mais

1 Consultor nas áreas de Risco, Inteligência de negócios e Integração de dados, pelo SAS Brasil.

2 Graduando em Tecnologia em Sistemas Eletrônicos.

3 Professor na área de Eletrônica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

conhecida pela sua sigla em inglês, SVM, de *Support-Vector Machine* (STEINWART; CHRISTMANN, 2008). A SVM é uma ferramenta de classificação. Para ser usada, ela deve passar, inicialmente, por uma fase de treinamento, quando lhe são apresentados, pelo usuário, vários elementos pertinentes ao problema a ser resolvido e lhe é indicada a classe à qual pertence cada um destes elementos. Com as informações que lhe são fornecidas no treinamento, a SVM calcula uma fronteira matemática ótima entre aquelas classes. Esta fronteira pode ser uma reta, um plano ou um hiperplano, dependendo do número de dimensões envolvidas no problema. Finalmente, quando lhe é apresentado algum novo elemento (que não fazia parte do conjunto de treinamento), a SVM o localiza em relação à fronteira calculada na fase de treinamento e, com isto, classifica-o numa das classes existentes. Em (CHAPELLE; HAFFNER; VAPNIK, 1999), na fase de treinamento da SVM, são apresentadas imagens digitais pertencentes àquelas classes (“ursos”, “aviões” etc.) e é indicada pelo usuário a classe à qual pertence cada uma daquelas imagens. Cada imagem digital é lida pela OpenCV e, dela, é obtido um histograma contendo a distribuição dos pontos da imagem pelas cores possíveis, no padrão HSV de representação de cores (SHARMA, 2003). Apenas as duas primeiras componentes, H e S, das coordenadas HSV são usadas, porque a componente V é afetada apenas pela luminosidade. Cada histograma é fornecido como dado de entrada para a SVM, bem como a indicação da classe à qual pertence. Após o fornecimento dos histogramas de um conjunto de imagens de treinamento, a SVM passa a classificar corretamente a maioria das novas imagens que lhe são fornecidas. Assim, a SVM consegue associar cada classe de imagens a uma classe de padrões de histogramas de cores.

O objetivo do presente trabalho é a automação da medição da proporção de cobertura vegetal presente em áreas urbanas, a partir de imagens digitais como aquelas disponibilizadas no serviço Google Maps. É usada aqui a biblioteca OpenCV, bem como uma máquina de vetores de suporte e histogramas de cores, usando ideias como aquelas de (CHAPELLE; HAFFNER; VAPNIK, 1999). Espera-se que os histogramas de pequenas regiões da imagem possam revelar a presença ou não de vegetação em cada região, porque áreas com vegetação têm padrões característicos de distribuição de cores

(especialmente de tons de verde) e de luzes e sombra, devidos à folhagem.

2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento prático se iniciou obtendo-se, no serviço Google Maps, uma imagem aérea do bairro da Vila Andrade, na cidade de São Paulo, uma imagem do bairro de Vila Bastos, em Santo André (SP) e uma imagem de área coberta totalmente por floresta na Amazônia, conforme as figuras de 1 a 7. Da imagem original da Vila Andrade (figura 2), foram geradas outras imagens (figura 1, figura 3, figura 4 e figura 5), por edição gráfica. Uma destas alterações consistiu na inserção de quadras poliesportivas (figura 1), pintadas de verde, copiadas de outros locais da mesma imagem e colocadas em lugar de áreas cobertas por vegetação na imagem original, para se verificar se o método a ser usado é capaz de distinguir um piso pintado de verde de área com vegetação. Outra das alterações, ao contrário, consistiu em se copiar uma área coberta por vegetação na imagem original de forma que ela cobrisse outras áreas que, originalmente, não eram vegetação (figura 3, figura 4 e figura 5). O uso de versões alteradas de uma mesma imagem, ao invés de se usarem imagens de locais diferentes, justifica-se pelo fato de que, tendo-se pequenas alterações controladas de cobertura vegetal de uma imagem para outra, a verificação do correto funcionamento do método aqui empregado fica facilitado. A figura 6, do bairro de Vila Bastos, no município de Santo André (SP), foi usada por se tratar de imagem de uma área muito urbanizada, com cobertura vegetal consideravelmente menor do que na Vila Andrade. Finalmente, a figura 7 é uma imagem de uma área totalmente coberta por floresta na Amazônia.



Figura 1 - Bairro de Vila Andrade, São Paulo, com 6 quadras poliesportivas inseridas



Figura 2 - Bairro de Vila Andrade, São Paulo, imagem original



Figura 3 - Bairro de Vila Andrade, São Paulo, 1 região verde inserida



Figura 4 - Bairro de Vila Andrade, São Paulo, 2 regiões verdes inseridas



Figura 5 - Bairro de Vila Andrade, São Paulo, 17 regiões verdes inseridas



Figura 6 - Bairro Vila Bastos, Santo André



Figura 7 - Área totalmente coberta por floresta, na Amazônia

Na seção 1, afirmou-se que uma pessoa poderia medir a cobertura vegetal em uma imagem quadriculando-a e contando os quadrados preenchidos por vegetação. Neste trabalho, este método é usado na geração dos resultados padrão. Espera-se que os resultados gerados automaticamente pelo método aqui desenvolvido fiquem próximos destes resultados padrão.

Aqui, o treinamento da SVM usa pequenos retângulos, com dimensões de 78x33 pontos, pertencentes às imagens obtidas. Foi montado um banco de dados contendo dezenas daqueles retângulos, amostrados de diferentes imagens. Este banco de dados contém retângulos com vegetação em diferentes condições de luminosidade e com diferentes tons de verde e diferentes padrões de sombra. Retângulos não correspondentes a vegetação têm cores e características mais variadas do que os anteriores. Alguns correspondem a asfalto, outros a telhados, a calçadas e a outros elementos artificiais da paisagem urbana, em diferentes condições de luminosidade.

Foi desenvolvido um programa, escrito na linguagem C++ e usando a biblioteca OpenCV. Ele lê cada retângulo e, como em (CHAPELLE; HAFFNER; VAPNIK, 1999), monta um histograma de cores do retângulo, usando apenas as componentes H e S do trio HSV de cada pixel. Foram feitos experimentos usando os seguintes números de faixas de valores de H e de S nos histogramas: 8, 12, 16 e 20. As faixas dos histogramas têm larguras uniformes.

Na fase de treinamento, os histogramas de retângulos com vegetação foram apresentados à SVM da OpenCV como pertencentes a uma classe rotulada como "+1". Os histogramas de retângulos sem vegetação foram apresentados à SVM como pertencentes a uma classe "-1".

Após o treinamento, na fase de classificação, o programa recebe uma imagem completa e a fragmenta em retângulos. O histograma de cada retângulo é montado e submetido à SVM, para ser classificado como +1 ou -1. Finalmente, o número de histogramas classificados como +1 é dividido pelo número total de retângulos da imagem, obtendo-se, assim, a proporção de vegetação da imagem.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos aplicando-se este método são apresentados na tabela 1:

Tabela 1 – Resultados da aplicação do método

Imagem	Número de faixas	Área verde calculada (%)	Padrão (%)	Diferença
Imagem1.jpg bairro Vila Andrade, 6 quadras inseridas	8	32.25%	19.50%	12.75%
	12	25.50%	19.50%	6.00%
	16	24.00%	19.50%	4.50%
	20	24.00%	19.50%	4.50%
Imagem2.jpg bairro Vila Andrade, original	8	32.50%	22.25%	10.25%
	12	26.00%	22.25%	3.75%
	16	24.50%	22.25%	2.25%
	20	25.00%	22.25%	2.75%
Imagem3.jpg bairro Vila Andrade, 1 região verde inserida	8	34.25%	22.75%	11.50%
	12	28.75%	22.75%	6.00%
	16	27.25%	22.75%	4.50%
	20	27.50%	22.75%	4.75%
Imagem4.jpg bairro Vila Andrade, 2 regiões verdes inseridas	8	36.50%	29.00%	7.50%
	12	31.75%	29.00%	2.75%
	16	29.50%	29.00%	0.50%
	20	30.25%	29.00%	1.25%
Imagem5.jpg bairro Vila Andrade, 17 regiões verdes inseridas	8	66.50%	70.75%	-4.25%
	12	65.50%	70.75%	-5.25%
	16	64.25%	70.75%	-6.50%
	20	64.50%	70.75%	-6.25%
Imagem6.jpg bairro Vila Bastos, Santo André	8	0.50%	1.75%	-1.25%
	12	0.00%	1.75%	-1.75%
	16	0.00%	1.75%	-1.75%
	20	0.25%	1.75%	-1.50%
Imagem7.jpg área totalmente coberta por floresta, na Amazônia	8	99.25%	99.75%	-0.50%
	12	99.75%	99.75%	0.00%
	16	99.75%	99.75%	0.00%
	20	99.75%	99.75%	0.00%

Nela, são apresentados resultados para sete imagens, com variados graus de cobertura vegetal. Cada imagem foi fragmentada em retângulos e foram calculados histogramas de cores, usando-se diferentes números de faixas para os valores de H e de S: 8, 12, 16 e 20.

A terceira coluna da tabela mostra o resultado da cobertura vegetal, calculado pelo programa aqui desenvolvido, como a proporção de retângulos que foram classificados como vegetação pela SVM.

A quarta coluna da tabela mostra o resultado padrão de cobertura vegetal, calculado subjetivamente, conforme descrito anteriormente.

A última coluna mostra, para cada caso, a diferença entre o resultado padrão e o resultado calculado automaticamente.

Verifica-se que, em quase todos os casos, a diferença entre o resultado padrão e o calculado pelo

programa foi de menos de 10%. Em geral, a medição automática gera resultados proporcionais à cobertura vegetal avaliada subjetivamente.

Os piores resultados ocorreram para casos em que se usaram 8 faixas nos histogramas. Provavelmente, isto se deve à resolução insuficiente destes histogramas,

o que pode acarretar numa classificação com variações superiores a 10%. Os casos em que se usaram 12, 16 ou 20 faixas nos histogramas, em geral, apresentaram resultados melhores do que os casos de 8 faixas, mas nenhum deles se mostrou sistematicamente superior aos demais.

4 CONCLUSÃO

Dos resultados obtidos, conclui-se que o método aqui aplicado funcionou a contento, especialmente se forem usados números de faixas a partir de 12 nos histogramas de cores. Desta forma, podem ser obtidos resultados razoavelmente precisos para a medição de cobertura vegetal, usando-se imagens aéreas disponíveis ao público pelo serviço Google Maps,

não se exigindo, portanto, dados especiais obtidos por satélites.

Como trabalhos futuros, pode-se avaliar o efeito nos resultados do uso de maior número de faixas nos histogramas (acima de 20 faixas). Também pode-se avaliar o efeito do uso de retângulos com dimensões diferentes das aqui usadas. E, ainda, pode-se buscar estender este método à identificação de outras características da área avaliada, tais como: área pavimentada, área coberta por água (rios, lagos, enchentes), classificação da vegetação pelo tipo (distinguindo tons de verde entre si) e variação temporal da área coberta por vegetação.

REFERÊNCIAS

MEUNIER, Isabelle. **Por que as Áreas Verdes são tão Importantes para uma Cidade?** Disponível em: <<http://www.ufrpe.br/>>

artigo_ver.php?idConteudo=1259>. Acesso em: 10 de dezembro de 2014.

STOW, Douglas A.; CHEN, Dong Mei. Sensitivity of Multitemporal NOAA AVHRR Data of an Urbanizing Region to Land-Use/Land-Cover Changes and Misregistration. **Remote Sensing of Environment**, volume 80, número 2, páginas: 297–307, Elsevier, 2002.

NICHOL, J.; WONG, M. S. Remote Sensing of Urban Vegetation Life Form by Spectral Mixture Analysis of High-Resolution Ikonos Satellite Images. **International Journal on Remote Sensing**, volume 28, número 5, páginas: 985–1000, Taylor & Francis Online, Janeiro de 2007.

CHEN, Renxi; CHENG, Li; WANG, Chengfang. Vegetation Extraction Based on the Visual Characteristics of Plants from Remote Sensing Image. **Seventh International Conference on Image and**

Graphics (ICIG), 2013, páginas: 243–247, IEEE, Qingdao, Shandong, China, Julho de 2013.

OPENCV. **OpenCV** (Open Source Computer Vision). Disponível em: <<http://www.opencv.org>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2014.

GOOGLE. **Google Maps**. Disponível em: <<http://www.google.com/maps>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2014.

CHAPELLE, O.; HAFFNER, P.; VAPNIK, V.N. Support Vector Machines for Histogram-Based Image Classification. *Neural Networks*, **IEEE Transactions** on, 10(5):1055–1064, setembro de 1999.

STEINWART, Ingo; CHRISTMANN, Andreas. **Support Vector Machines**. Springer Publishing Company, Incorporated, 1st edition, 2008.

SHARMA, Gaurav. **Digital Color Imaging Handbook**. CRC Press, Boca Raton, Florida, Estados Unidos, 2003.

Data de entrega dos originais à redação em: 26/01/2015
e recebido para diagramação em: 30/04/2015.

Bruno Nogueira Luz¹
Rafael Santos²
Marcelo de Paiva Guimarães³

Objetos de Aprendizagem são recursos computacionais que permitem uma abordagem diferenciada a determinados conteúdos. Através da sua padronização, busca-se facilitar a criação desses conteúdos e a sua reutilização. Porém objetos de aprendizagem não fornecem recursos para que os professores possam conhecer as dificuldades dos alunos de forma imediata e interativa. Este artigo apresenta um modelo de padrão para Objetos de Aprendizagem que favorece a interatividade entre os alunos e professores; e que, além disso, é capaz de auxiliar o processo de ensino permitindo que o professor monitore o desenvolvimento do aluno e interaja com ações pré-determinadas. Esse padrão proposto é derivado do SCORM e foi implementado na ferramenta eTutor. O resultado do uso desse padrão é também apresentado nesse trabalho após a validação em sala de aula.

Palavras-chave: Objetos de Aprendizagem. E-Learning. Interação.

Learning objects are computer resources that allow a differentiated approach to certain contents. Through its standardization we seek to facilitate the creation of such contents and their reuse. However, learning objects do not provide resources for teachers to meet students' difficulties immediately and interactively. This article presents a standard model for learning objects that favors interactivity among students and teachers; and, in addition, it is able to assist the learning process by allowing teachers to monitor pupils' development and interact with pre-determined actions. This proposed standard is derived from SCORM and was implemented in the eTutor tool. The result of this pattern use is also presented in this paper after validation in the classroom.

Keywords: Learning Objects. E-Learning. Interaction.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente nas salas de aula e praticamente em todas as modalidades e níveis de ensino, existe uma demanda por novas formas de relação e interação entre os professores e alunos, pois diversas tecnologias já fazem parte do cotidiano, como computadores e dispositivos móveis.

O incremento do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no eixo educacional demanda que o próprio processo de ensino e aprendizagem seja revisto. O advento e avanço nas TICs permite que o professor mantenha contato com o aluno e este com o restante do grupo sem a limitação de uma sala de aula e sem fronteiras físicas, o que altera toda a forma tradicional de ensino, que baseia-se quase que exclusivamente à sala de aula física.

Uma das tecnologias que impulsionou a popularização das TICs no contexto educacional foi a Internet. Segundo ITU (2012), 49,25% da população

brasileira tem acesso a rede mundial. Da mesma forma o CGI.br (2012) apresentou que ocorreu crescimento no uso da internet pelos professores, que em 2010 era de 81% e em 2012 foi de 92%. Porém, a utilização e difusão das TICs no contexto educacional ainda apresenta desafios.

Existem diversas ações providas pelas TICs vias internet, dentre elas, o uso dos objetos de aprendizagem (OA), que representam atualmente um paradigma no processo de ensino aprendizagem.

Hodgins (2000) e Wiley (2000) concordam que o processo de concepção dos OA envolve detalhes muito técnicos que dificultam a criação por grande parte dos professores, facilitando apenas a criação por aqueles que dominam o uso da tecnologia de uma forma mais aprofundada.

Wiley (2000) trata os OA como qualquer entidade digital ou não-digital que pode ser utilizada, reutilizada e referenciada durante o processo de ensino. Rodríguez e

1 Programa de Mestrado em Ciência da Computação - FACCAMP - Professor de Arquitetura de Redes do IFSP - Câmpus Boituva.

< bnogueira.luz@gmail.com >.

2 Programa de Mestrado em Ciência da Computação - FACCAMP. < rafael@renovaci.com >.

3 Docente Permanente do Mestrado em Ciência da Computação - FACCAMP - Universidade Aberta do Brasil - UNIFESP.

< marcelodepaiva@gmail.com >.

¹ Mestrando em Ciência da Computação pela FACCAMP. Especialista em Design Instrucional para EAD pela UNIFEI. Especialista em Redes de Computadores pela ESAB. Docente Dedicado Exclusivo do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IFSP - Câmpus Boituva.

² Mestrando em Ciência da Computação pela FACCAMP.

³ Doutor em Engenharia Elétrica pela USP. Docente Permanente do Mestrado em Ciência da Computação da FACCAMP. Professor do Magistério Superior da UNIFESP.

Ayala (2012) definem OA como entidades de informação digitais e interativas criadas para o processo de ensino aprendizagem e geração de conhecimento. Esta interação mencionada por Rodríguez e Ayala (2012) se refere a adaptabilidade conforme as preferências do usuário, permitindo assim uma configuração da interface.

Neste trabalho apresenta-se uma estrutura de padrão para criação de Objetos de Aprendizagem Interativos (OAI), com foco no acompanhamento do aluno. Como é diferente de um OA tradicional, os OAI são definidos como: o conjunto de um ou mais conteúdos instrucionais digitais que permitem a interação do aluno mediada pelo professor e possibilitando o acompanhamento e intervenção durante o processo de ensino e aprendizagem.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 são tratados os padrões de OA; a seção 3 apresenta o padrão de objetos de aprendizagem criado neste trabalho, os OAI; a seção 4 mostra a metodologia do desenvolvimento deste trabalho, a discussão e a análise dos resultados, inclusive a implementação dos OAI no ambiente eTutor e os testes realizados em um curso de extensão; a seção 5 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2 PADRÕES PARA OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Os padrões para criação de OA possuem foco em quatro características principais: interoperabilidade – visa garantir que o objeto possa ser utilizado em diferentes Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA); reutilizável – tem como objetivo permitir que seja reutilizado por diversas pessoas nas mais diversas situações; acessível – possibilita, através do uso de metadados, uma leitura catalogada do objeto e sua disponibilidade em repositórios; e durável – conforme ele atende as características anteriores se torna durável por garantir o uso e reuso em diversas plataformas (JORDÃO, 2009 E WILEY, 2000).

Dentre essas características, considera-se a interoperabilidade uma das mais exigentes e dinâmicas frente aos AVAs e suas plataformas distintas. A produção de objetos que atendam esta característica está diretamente ligada a sua acessibilidade, pois somente com o uso de conjuntos de metadados estas ações se tornam possíveis.

Miller (1996) demonstra uma preocupação global em relação a padronização dos metadados, quando apresenta a demanda por um padrão que ajude a Web a alcançar seu potencial máximo e garantir seu crescimento e interoperabilidade, o W3C.

Alguns dos principais padrões de metadados são discutidos por Ferlin, Kemezinski, Murakami e Hounsell (2010):

- Dublin Core (DC): é simples e eficaz para descrever uma gama de recursos. Em seu nível mais simples possui 15 elementos de descrição, e pode ser visto como um “pidgin de metadados para os turistas digitais” (HILLMANN, 2005). Porém, não deve ser considerado para trabalhos muito complexos e que relacionam vários recursos;
- LOM e IMS-LD: possuem a mesma estrutura de metadados com 58 elementos no total. O padrão LOM é especificado através da norma IEEE 1484.12.1-2002, que especifica um esquema conceitual de dados para definição da estrutura de uma instância de um OA (LOM, 2002). Essa norma e suas especificações servem também como base para o IMS-LD (IMS, 2006);
- ARIADNE: baseia-se estritamente no LOM e no IMS, e ainda está relacionado com a definição de metadados para repositórios digitais (LRS), e portanto não foi utilizado para comparação neste trabalho;
- CanCore: derivado do LOM, foi concebido como proposta de simplificar a estrutura do LOM. Embora seja mais objetivo e detalhado que o LOM, não foge à sua estrutura de base, com exceção do acréscimo de alguns subconjuntos (GONÇALVES, PEIXOTO E LINHALIS, 2011).

Em Simões, Luís e Horta (2004) o padrão de metadados do modelo SCORM é expandido com a criação de uma nova categoria “Environmental”, cujo objetivo é preencher uma lacuna do SCORM no que diz respeito a modelagem de materiais essenciais do OA, como bibliografia sugerida e regras de avaliação. Nesta nova categoria, um elemento “item” agrupa outros atributos filhos como Tipo e Valor, e de forma recursiva também outros metadados do padrão LOM.

Com intuito de garantir a adaptabilidade do conteúdo de um OA ao perfil do aprendiz, Rey-López et al. (2009) apresenta uma solução de extensão do SCORM através de uma análise de um conjunto de parâmetros de adaptação obtidos através do perfil do usuário, aplicando a adaptabilidade a partir de dois níveis: SCO e Atividades.

Vicari et al. (2010) descreve uma proposta de padrão de metadados para OAs baseados em agentes. Seu objetivo foi de criar a partir do LOM um conjunto de metadados com principal foco em OAs multi-plataformas de mídia, como TV Digital e mídias móveis. Neste padrão vários elementos são acrescentados ao LOM, dos quais destacamos o elemento 5.13 *Interaction*

Nr.	Nome	Descrição	Cardinalidade	Domínio
5	<i>Educational</i>	Descrição das características educacionais do objeto de aprendizagem.	1	-
5.12	<i>LearningContentType</i>	Especificação educacional do tipo do conteúdo do objeto de aprendizagem.	1	Fatual, Conceitual, Procedimental, Atitudinal
5.13	<i>Interaction</i>	Especifica a interação educacional proposta por este objeto de aprendizagem e seu(s) usuário(s).	1	Objeto-sujeito Sujeito1 – sujeito 2 – objeto

Figura 1 - Exemplos dos Metadados propostos como extensão do padrão LOM para o OBAA. Adaptado de Vicari et al. (2009)

na classe *Educational*, cujo objetivo é descrito na figura 1. Esta interação indicada em seu trabalho diz respeito ao tipo de interação, a saber: mista, ativa ou expositiva, que se difere da interação do padrão OAI.

Diante de uma análise dos principais padrões, na tabela 1 são relacionados os elementos comuns em todos eles, identificando com “S” quando o padrão tem o elemento e “O” quando o elemento é opcional. Todos esses elementos identificados foram considerados como essenciais por Ferlin, Kemezinski, Murakami e Hounsell (2010), uma vez que representam os únicos elementos encontrados em todos os padrões.

O SCORM, que embora seja baseado nos metadados do LOM, possuindo os mesmos elementos, apresenta como vantagem que a grande maioria dos elementos são considerados como opcionais, o que fortalece ainda mais a sua utilização.

Além disto, o SCORM é o que possui maior nível de detalhamento e documentação, isto porque ele vai além de um padrão de metadados, englobando também uma coleção de especificações e normas que definem a inter-relação de objetos de conteúdo, modelos de dados e protocolos, de tal forma que os objetos se tornam sistemas compartilháveis em conformidade com o mesmo modelo proposto pelo padrão (ADL, 2009).

Embora o padrão SCORM seja o mais completo e usual entre os desenvolvedores e educadores, Vahldick e Raabe (2008) apresentam como uma de suas limitações o fato de que possui foco no auto-aprendizado do aluno, sem a interferência de outros atores.

Dessa forma o SCORM não garante a interação e acompanhamento de conteúdo propostos por este trabalho, sendo necessária a sua extensão através de mudanças em seus elementos.

De acordo com Marczal e Direne (2012), não existe, de forma prática e funcional, ferramentas de autoria que permitam a construção de OAs que garantam o acompanhamento do aluno na atividade, fortalecendo a premissa deste trabalho.

O padrão para OAI criado foi baseado no padrão de metadados do SCORM, que foi escolhido por conter todos os elementos comuns dos principais padrões, sendo a maioria deles opcionais para os desenvolvedores, conforme apresentado na tabela 1. Desta forma, atinge-se o objetivo proposto sem a

obrigatoriedade de todas as definições, garantindo a reusabilidade, interoperabilidade, acessibilidade e durabilidade, além da facilidade para sua construção através do ambiente eTutor que será apresentado nas próximas seções.

3 OBJETOS DE APRENDIZAGEM INTERATIVOS

Cada padrão possui sua própria especificação. Os autores deste trabalho propõem que um OA deva considerar também a possibilidade de interação conforme descrita na figura 2. Para tanto, os padrões existentes precisam ser remodelados, podendo ser uma extensão de um padrão já existente e consolidado, como é a proposta deste trabalho, derivando o padrão de metadados do SCORM para um novo padrão com suporte a Objetos de Aprendizagens Interativos (OAI).

Com o olhar voltado para a interação e principalmente para os benefícios agregados que ela proporciona no processo de ensino e aprendizagem, Kemezinski et al. (2012) já descreviam uma metodologia para construção de objetos de aprendizagem interativos, porém, se limitavam a este processo sem a preocupação de se estruturar a construção do OA baseada em padrões, como o SCORM.

Marczal e Direne (2012) apresentam uma ferramenta de autoria para OA que promove uma maior interação entre o professor e o OA e entre o aluno e o OA, porém, ainda não atende as demandas apresentadas neste trabalho, de um OAI que garanta a interação ativa e efetiva entre o aluno e professor mediado pelo OA e sua interface.

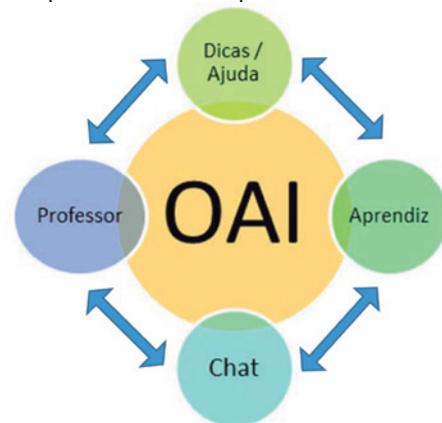


Figura 2 - Fases de operação de um OA baseado na interação

Tabela 1 - Classificação dos Metadados Comuns em todos os Padrões. Adaptado de Ferlin et al. (2010)

Padrões		LOM e IMS-LD	CanCore	Dublin Core	SCORM
Categorias	Metadados				
Geral	Entrada	S	S	S	S
	Título	S	S	S	S
	Idioma	S	S	S	O
	Descrição	S	S	S	S
Ciclo de Vida	Entidade	S	S	S	O
	Data	O	S	O	O
Técnico	Formato	S	S	S	S
Educacional	Tipo de Recurso Aprendizagem	O	S	S	O
Direitos	Descrição	S	S	S	O

As ações de interação a partir do uso do ambiente interativo se resumem a quatro:

- 1- Um **OAI se relaciona** com o aprendiz disponibilizando o conteúdo instrucional (texto, vídeo, áudio, animação, etc);
- 2- O **aprendiz percebe**, lê, interpreta, ouve, assiste o conteúdo;
- 3- O **aprendiz interage** com o OAI novamente com uma resposta a ação percebida, seja ela em forma de comentário, resposta, seleção, exclusão, solicitação de dica ou ajuda, chamada no chat;
- 4- Após perceber o conteúdo apresentado o **OAI deve permitir** alguma forma de **interação** entre **aprendiz e OAI** ou **aprendiz e professor**, que por sua vez, deve **garantir ao professor formas de interação com o aluno**, bem como, **interagir diretamente com o aluno** após a percepção de parâmetros baseado em valores previamente definidos.

Com o uso deste padrão, os OAI permitem por exemplo, que ao iniciar determinada atividade sejam fornecidas opções de interação para o aluno, como solicitar dicas ou conversar com o professor via recurso de chat. Durante o uso de uma dica o aluno ainda pode utilizar recursos como arquivos anexos (vídeos, apresentações, tutoriais, etc) configurados pelo professor para cada dica e atividade. Damesmaforma,osistemaonde foi implementado o padrão, baseado nas informações do objeto, fornece alertas ao professor, como quando o aluno ultrapassa determinado tempo sem interagir com a atividade, além de oferecer uma dica ao aluno, o sistema alerta o professor através de um sistema de cores que indica a situação do aluno em relação ao uso de dicas e tempo na atividade. Estes recursos estão implementados no sistema eTutor, ilustrado na figura 4.

Dessa forma, entendemos OAI como: conteúdos instrucionais implementados através do uso de tecnologia respeitando as regras do padrão, que permite ao aluno e professor interagirem entre si, via ferramentas educacionais (chat, dicas, anexos, entre outros) de tal forma que é promovido o acompanhamento individual dos alunos.

As inclusões de metadados necessárias para atender a interação proposta

são descritas na figura 3. A fim de garantir a interação, a partir dos metadados essenciais (tabela 1), foram necessárias a inclusão de novos elementos, totalizando 46 elementos para o novo padrão.

A especificação e descrição dos elementos e classes incluídas no padrão foram descritas com suas especificações na tabela 2. Os itens comuns e já definidos no padrão SCORM não foram descritos, pois não sofreram alteração na sua funcionalidade.

4 METODOLOGIA E DISCUSSÃO

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho teve início na percepção por parte dos autores da necessidade de se estruturar um OA que garantisse a interação entre aluno e professor, bem como o acompanhamento do aluno por parte do professor, garantindo assim uma ferramenta que permita uma avaliação formativa do aprendiz, mapeando o seu desenvolvimento durante o processo de ensino e aprendizagem.

Para validar o novo padrão, foi implementado sua funcionalidade e características em um AVA chamado eTutor (figura 4). O eTutor possui foco no aluno e garante através do formato de disciplinas, a aplicação de conteúdos instrucionais baseados na interação garantindo o acompanhamento síncrono do desenvolvimento do aluno pelo professor.

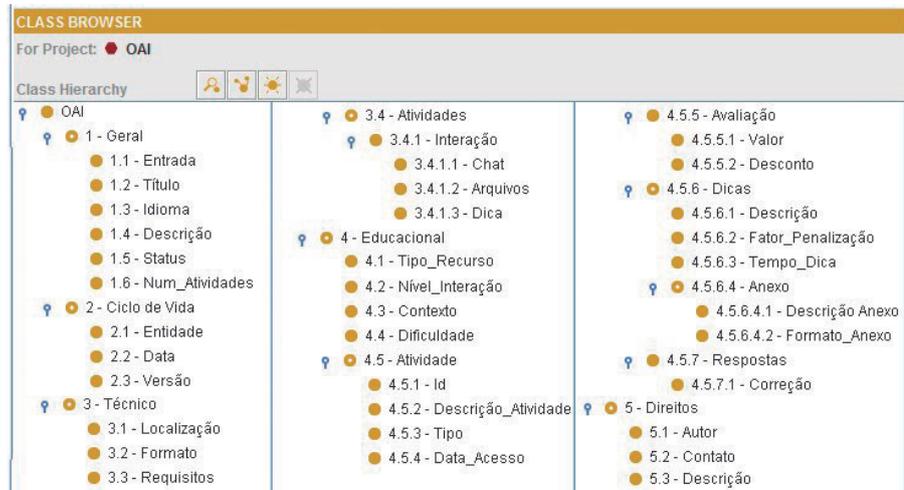


Figura 3 - Classes de Metadados do Padrão OAI



Figura 4 - Ambiente eTutor implementando um OAI

Tabela 2 - Especificação dos elementos do Padrão OAI

Nr.	Nome	Descrição
1.5	Status	Registra o status do objeto, como "não acessado", "iniciado", "concluído".
1.6	Núm_Atividades	Registra a quantidade de atividades implementadas no objeto.
3.4	Técnico_Atividades	Representa informações acerca das questões técnicas de implementação das atividades.
3.4.1	Interação	Representa as questões técnicas que subsidiam as interações do OAI.
3.4.1.1	Chat	Registra informações referentes a interação de ajuda pelo chat.
3.4.1.2	Arquivos	Registra valores referentes aos arquivos utilizados como ajuda nas dicas.
3.4.1.3	Dicas	Registra valores referentes as dicas implementadas no OAI, como formato e observações gerais.
4.5	Edu_Atividades	Representa informações acerca das questões educacionais de implementação das atividades.
4.5.1	Id	Identificador único para cada atividade, para fins de registro único.
4.5.2	Desconto_Atividade	Registra o fator de desconto máximo no uso das dicas pelos alunos.
4.5.3	Tipo	Registra o tipo de atividade utilizada, como por exemplo, dissertativa, escolhas, entre outras.
4.5.4	Data_Acesso	Registra a data de acesso da atividade para acompanhamento do OAI.
4.5.5	Avaliação	Representa as informações sobre a avaliação da atividade.
4.5.5.1	Valor	Registra o valor/pontuação da questão.
4.5.5.2	Desconto	Registra a pontuação a ser descontada da nota final.
4.5.6	Dicas	Representa informações acerca das dicas disponibilizadas.
4.5.6.1	Descrição_Dica	Registra a descrição/conteúdo da dica propriamente dita.
4.5.6.2	Fator_penalização	Registra a pontuação a ser descontada pelo uso de cada dica.
4.5.6.3	Tempo_Dica	Armazena o tempo determinado para a liberação da dica.
4.5.6.4	Anexo	Representa informações dos anexos disponibilizados nas dicas
4.5.6.4.1	Descrição_Anexo	Registra a descrição do arquivo disponibilizado em anexo.
4.5.6.4.2	Formato_Anexo	Registra o formato/extensão do arquivo de dica.
4.5.7	Respostas	Representa informações sobre as respostas disponíveis ou editáveis.
4.5.7.1	Correção	Registra informações a respeito da correção das atividades.
5.1	Autor	Registra o nome e informação do autor do OAI.
5.2	Contato	Registra os dados de contato do autor do OAI.

Após implementando no eTutor, o teste foi realizado com 1 professor que ministrou o mesmo curso para 2 turmas, sendo que a Turma A utilizou OAI e a Turma B não. As turmas tinham respectivamente 5 e 4 alunos, que concluíram o curso com carga horária de 16 horas em dois dias. O professor ministrou o mesmo conteúdo para as duas turmas. No final do Curso, a Turma A e o professor participaram respondendo um questionário sobre os principais pontos implementados no padrão,

enquanto para a Turma B, apenas os resultados finais (notas) foram utilizados neste trabalho, uma vez que, não tiveram nenhum contato com o padrão proposto.

O questionário continha questões que abordam as relações entre os agentes: OAI, aluno e professor. As respostas estão indicadas na tabela 3. Algumas questões são de avaliação, tendo as notas 5 como "excelente", nota 4 "ótimo", nota 3 "bom", nota 2 "regular" e nota 1 "pouca influência".

Tabela 3 - Respostas do questionário dos alunos referentes a interação

INTERAÇÃO	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5
Em relação ao acompanhamento do professor durante a atividade.	5	4	4	4	5
Durante a utilização do objeto de aprendizagem, você interagiu com o professor solicitando ajuda?	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Durante a utilização do objeto de aprendizagem, o professor acompanhou a sua atividade?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Em relação a possibilidade de solicitar e receber ajuda do professor durante a atividade.	3	3	5	5	5
Em relação aos arquivos disponibilizados junto com as dicas com intuito de auxiliar na atividade.	4	1	5	4	4
Em relação a possibilidade de interação no Chat com o professor durante a atividade.	3	3	4	4	4

Todos os alunos que utilizaram o OAI foram acompanhados durante as atividades pelo professor, e desses apenas 40% não interagiram com o professor solicitando auxílio. Destaca-se nesta análise a recepção dos alunos pelo uso do OAI, onde 40% dos alunos indicam o acompanhamento do professor durante as atividades como excelente, e 60% avaliaram como ótima esta ação.

Observa-se que o grupo de alunos que não interagiu com o professor solicitando ajuda, são os mesmos que avaliaram com a nota mais baixa dentre as encontradas (nota 3 - boa) a possibilidade de interação no chat. Este grupo pode ser incluído nas formas de aprendizado citadas por Gardner (2002), que apresenta as diversas maneiras que os indivíduos têm para que as inteligências múltiplas sejam desenvolvidas, onde alguns aprendem melhor de forma passiva e outros se desenvolvem mais de forma ativa.

Os testes aplicados apresentam resultados positivos quando comparadas as médias de ambas as turmas, com uma diferença de 20% a mais no uso do OAI.

Tabela 4 - Resultado com as Notas dos Alunos.

TURMA A						
	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Média
NOTAS	7	9	8	7	8	7,8
TURMA B						
	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Média	
NOTAS	6	6	7	7	6,5	

A avaliação do professor em relação ao uso do padrão OAI se destaca com a maioria das respostas classificadas como excelente, proporcionando aos alunos as principais características propostas pelo padrão: garantir a interação com os alunos; proporcionar um acompanhamento das atividades realizadas pelo professor; e facilidade na criação dos OAs.

Tabela 5 - Resposta do Questionário aplicado ao Professor

Qual o nome da Disciplina e quantas atividades você criou?	Introdução a Segurança da informação. 5 atividades
Você já tinha desenvolvido alguma atividade de questionário com uso de Objetos de Aprendizagem?	Sim
Em relação a criação dos objetos de aprendizagem (facilidade ou dificuldade em criar as atividades).	4
Em relação a interface de navegação e utilização do ambiente eTutor.	5
Em relação a sua interação com o ambiente eTutor.	5
Em relação a possibilidade de disponibilizar dicas durante o uso do objeto.	5
Em relação ao fato de anexar arquivos junto com as dicas com intuito de auxiliar na atividade.	5
Durante a utilização do objeto de aprendizagem pela turma, você interagiu com os alunos através do Chat?	Sim
Em relação ao uso do Chat com os alunos.	5
Em relação as possibilidades de interação "professor X alunos" que o ambiente proporciona.	4
Durante a utilização do objeto de aprendizagem, você acompanhou as atividades que estavam sendo desenvolvidas?	Sim
Em relação a poder visualizar e acompanhar o aluno durante a atividade, visualizando os alunos logados e o que estão fazendo.	4

5 CONCLUSÃO

A proposta de extensão dos metadados do padrão SCORM para um novo padrão denominado neste trabalho como OAI, se mostrou eficaz e principalmente, garantiu as características dos OAs: interoperabilidade, acessibilidade, reusabilidade e durabilidade, e a nova característica criada nesta nova concepção de OA: a interação.

O padrão foi validado no ambiente eTutor desenvolvido especificamente para este fim, e comprovou a validade do mesmo, bem como a exportação dos metadados de forma fidedigna a proposta implementada, e conforme Hodgins (2000) já descrevia, para garantir o sucesso os OAs devem ser conectados, relevantes e simples.

A utilização de OAI apresentou resultados positivos quando comparado há outra turma sem o uso do OAI, demonstrando e validando a preocupação dos autores em relação a interação existente no mesmo, que permite o acompanhamento e substancia uma nova demanda nos processos de ensino aprendizagem que vão além de sistemas tutores inteligentes, com a intervenção síncrona e assíncrona do professor durante todo o processo.

Como trabalhos futuros pretende-se desenvolver uma ontologia utilizando linguagem OWL e adaptação de módulos que interpretem o novo modelo em AVAs como o Moodle.

REFERÊNCIAS

- ADL (2009) "**SCORM 2004 4th Edition. Content Aggregation Model** [CAM]". Version 1.1. August 14. Disponível em: <http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2011/07/SCORM_2004_4ED_v1_1_Doc_Suite.zip>. Acesso em: 17/07/14.
- CGI.br (2012) "**TIC Educação 2012 – Pesquisa sobre o Uso da Tecnologias da Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras**". Comitê Gestor da Internet no Brasil. pp. 163-164. Disponível em: <<http://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/tic-educacao-2012.pdf>>. Acesso em: 09/07/14.

Ferlin, J., Kemezinski, A., Murakami, E., Hounsell, M. S. (2010) "Metadados Essenciais: Uma metodologia para Catalogação de Objetos de Aprendizagem no Repositório Digital ROAI". In: **XXX Congresso da SBC**. Anais do XVI Workshop Sobre Informática na Escola WIE 2010. Belo Horizonte-MG.

Gardner, H. (2002) "**Inteligência: um conceito reformulado**". São Paulo: Objetiva, 2000. Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artmed.

Gonçalves, B. T., Peixoto, C. S. A., Linhalis, F. (2011) "Estudo Exploratório sobre Padrões de Objetos de Aprendizagem para Ambientes Colaborativos de Aprendizado Eletrônico". 9ª Mostra Acadêmica Unimep. Tema: "Ambiente e Sustentabilidade". **19º Congresso de Iniciação Científica UNIMEP**.

Hodgins, H. W. (2000) "**The future of learning objects**". In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*: Online Version. Retrieved MONTH DAY, YEAR, from the World Wide Web: < <http://reusability.org/read/chapters/hodgins.doc> >.

Hillmann, D. (2005) "**Using Dublin Core – The Elements**". Metadata Innovation – Dublin Core® Metadata Initiative. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/usageguide/elements.shtml>>. Acesso em: 21/06/14.

IMS (2006) "**Global Learning Consortium. IMS Learning Resource Meta-Data Information Model, Version 1.2.1 Final Specification**". Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/metadata/imsmdv1p2p1/imsmdv1p2p1.html>>. Acesso: 21/06/14.

ITU (2012) "**Explore Key ICT Statistics**". ITU - International Telecommunication Union. Disponível em: <<http://www.itu.int/net4/itu-d/icteye/>>. Acesso em: 09/07/2014.

Jordão, T. C., (2009) "Recursos Digitais de Aprendizagem". In: **Revista Tecnologias na Educação**. ISSN: 1984-4751. Ano 1 – Nº 1. Dezembro.

LOM (2002) "**Draft Standard for Learning Object Metadata IEEE 1484.12.1**". Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf>. Acesso em: 21/06/2014

Kemezinski, A, Costa, I. A., Wehrmeister, M. A., Hounsell, M. S. e Vahldick, A. (2012) "Metodologia para Construção de Objetos de Aprendizagem Interativos", Anais do **23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2012)**. Rio de Janeiro.

Miller, J. S. (1996) "W3C and Digital Libraries". Word Wide Web Consortium. Cambridge, Massachusetts. **D-Lib Magazine**, November. ISSN 1082-9873. Disponível:<<http://www.dlib.org/dlib/november96/11miller.html>>. Acesso: 21/06/14.

Marczal, D. e Direne, A. (2012) "FARMA: Uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos". Anais do **23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2012)**. Rio de Janeiro.

Rey-López, M., Díaz-Redondo, R. P., Fernández-Vilas, A., Pazos-Arias, J. J., García-Duque, J., Gil-Solla, A., Ramos-Cabrer, M. (2009) "An extension to the ADL SCORM standard to support adaptativity: The t-learning case-study. In: **Computer Standards & Interfaces**, Vol. 31, ELSEVIER, pp. 309-318.

Rodríguez, V. e Ayala, G. (2012) "Adaptivity and Adaptability of Learning Object's Interface". In: **International Journal of Computer Applications**. Vol. 37, Nº 1, January.

Simões, D., Luís, R., Horta, N. (2004) "Enhancing the SCORM Modelling Scope". In: **Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'04)**.

Vahldick, A., Raabe, A. L. A. (2008) "Adaptação de Conteúdo SCORM em Ambientes Inteligentes de Aprendizagem". Anais do **XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2008)**, Fortaleza-CE, 12 a 14 de novembro.

Vicari, R. M, Gluz, J. C., Santos, E. R., Primo, T. T., Rossi, L. H. L., Bordignon, A., Behar, P., Passerino, L. M., Filho, R. C. M. F., Roesler, V. (2009) "**Relatório Técnico RT-OBAA-01**". Portal OBAA. Disponível em: < <http://www.portalobaa.org/padrao-obaa/relatorios-tecnicos/relatorio-final-proposta-obaa-finep/RT-OBAA-01.pdf/view> >. Acesso em: 16/07/14.

Vicari, R. M., Bez, M., Silva, J. M. C., Ribeiro, A., Gluz, J. C., Passerino, L., Santos, E., Primo, T.T, Rossi, L, H. L., Bordignon, A., Behar, P., Filho, R., Roesler, V. (2010) "Proposta Brasileira de Metadados para Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA)". In: **Revista Renote** v.8, nº 2. CINTED - UFRGS.

Wiley, D. A. (2000) "**Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy**". In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*: Online Version. Retrieved MONTH DAY, YEAR, from the World Wide Web: < <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> >.

MELHORIAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS EM EMPRESA DO RAMO DE BEBIDAS

IMPROVEMENTS IN THE MAINTENANCE MANAGEMENT OF THE ELECTRICAL SUBSTATIONS IN BEVERAGE COMPANIES

Roberto Rennó S. S. Sousa ¹
João Sinohara da Silva Sousa ²
Luiz Octávio Mattos dos Reis ³

Data de entrega dos originais à redação em: 29/07/2014
e recebido para diagramação em: 05/05/2015.

Este trabalho apresenta a análise, desenvolvimento e implantação de ferramentas para melhorias no sistema de gestão da manutenção de subestações elétricas de uma empresa do ramo de bebidas composta por dezenas de plantas que trabalham em regime ininterrupto. As limitações impostas ao sistema de manutenção comprometem sua eficiência, gerando um indesejável índice de indisponibilidade de energia elétrica. O objetivo principal deste trabalho de pesquisa é apresentar uma análise crítica do atual sistema de gestão da manutenção de subestações e uma proposta para melhorar este sistema em sua aplicação no setor elétrico. Esta proposta é baseada na correção de distorções no índice de indisponibilidade e em uma ferramenta para garantir o processamento das informações resultantes da manutenção preventiva, a ser usada tanto para monitorar o sistema como para suportar o processo de decisão para priorizar a manutenção corretiva e investimentos.

Palavras-chave: Gestão da manutenção. Manutenção preventiva. Indisponibilidade Elétrica.

This work presents the analysis, development and application of tools to improve the electrical substations maintenance management system of a beverage company composed of dozens of plants working continuously. The limitations imposed on the maintenance management system compromise their efficiency, generating an undesirable level of electrical power unavailability. The main objective of this paper is to present a critical analysis of the current substations maintenance management system and a proposal to improve this system in its application in the electrical sector. This proposal is based on correcting the distortions in the unavailability index and also on a tool to enhance the processing of information resulting from preventive maintenance, to be used both for monitoring the system and supporting the decision making process of prioritizing the corrective maintenance and investment.

Keywords: Maintenance Management. Preventive Maintenance. Electrical Unavailability.

1 INTRODUÇÃO

A competitividade industrial da atualidade é, sem dúvida, um grande desafio que obriga as indústrias dos mais variados ramos e portes a se modernizarem e se inserirem no modelo de produção global. Este modelo requer que os processos produtivos atinjam altíssimos níveis de eficiência e para tal fica evidente a necessidade da busca pela produção contínua e ininterrupta para que as linhas de produção consigam garantir competitividade empresarial. Neste contexto, a indisponibilidade de energia elétrica impacta negativamente e significativamente nos resultados empresariais.

No setor elétrico, usualmente, é praticada a manutenção preventiva com o intuito de diminuir a indisponibilidade de energia elétrica através de ações preventivas e também pelo mapeamento e gestão das anomalias e geração as ordens de serviços para os casos que exigem intervenção corretiva antes da falha no sistema elétrico.

Por motivos de logística, a empresa do ramo de bebidas abordada neste trabalho, é composta por dezenas

de plantas fabris distribuídas por todo o território nacional. Assim, para viabilizar a manutenção, normalmente utiliza-se de fornecedores de mão-de-obra próxima a cada planta. Devido a conseqüente diversidade de fornecedores, da quantidade de dados e da complexidade do sistema; a gestão e o processamento para tomada de decisão e geração de ordens de serviço para manutenção pelo centro de engenharia corporativo têm apresentado deficiências e verifica-se um comportamento inadequado do índice de indisponibilidade da empresa.

O objetivo principal deste trabalho de pesquisa é melhorar o índice de indisponibilidade elétrica da empresa e, conseqüentemente, dos riscos à segurança dos trabalhadores através da implantação de ações e de ferramentas de gestão da manutenção. Estas se constituirão na implantação de melhores práticas, na padronização dos dados e dos relatórios de anomalias fornecidos pelas empresas terceirizadas e servem para automatizar o tratamento e a consolidação das informações para melhorar a gestão da manutenção. Assim, a ferramenta desenvolvida permitirá uma otimização quanto a

1 Universidade de Taubaté.

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

3 Universidade de Taubaté.

tomadas de decisão independentemente da localização de cada anomalia e de qual empresa a detectou.

2 MOTIVAÇÃO E METODOLOGIA

O trabalho de pesquisa aplicada para este caso empresarial foi motivado pelo comportamento indesejável do índice de indisponibilidade elétrica da empresa. Esse índice apresentava uma taxa de crescimento médio anual de 4,69% em 2010 e acarretava o comprometimento da meta de indisponibilidade elétrica da empresa.

No início dos trabalhos foi realizada uma pesquisa bibliográfica para fundamentação teórica sobre os conceitos de gestão da manutenção e das tomadas de decisão lastreadas no tratamento de informações de manutenção. A seguir foram realizadas uma análise do processo de gestão e observações para tratamento dos problemas encontrados na gestão da manutenção preventiva da empresa. Na sequência foram elaboradas propostas e implantação de ações de melhoria e de ferramentas computacionais para tratamento automático de dados e de apoio à tomada de decisões na gestão da manutenção elétrica. Ao final foram apresentados os resultados e análise de resultados que fundamentam a conclusão do trabalho.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A manutenção dos equipamentos está na linha de frente do processo produtivo devido ao requisito de desempenho dos equipamentos para a obtenção da qualidade (FALCONI, 2004a). Falconi menciona que é necessário estruturar um sistema de manutenção de equipamentos e seguir o PDCA (*Plan, Do, Check e Act*) para atingir as metas relacionadas aos equipamentos. Para a melhoria de resultados, o primeiro passo dentro da etapa de planejamento do ciclo é identificar o problema (FALCONI, 2004b) e a partir do planejamento todos os outros passos do fluxo do PDCA devem ser criteriosamente seguidos e implantados para que as soluções dos problemas sejam alcançadas e revisitadas ciclicamente através de uma metodologia de melhoria contínua dos processos. Isto pode ser observado na Figura 1. O mesmo autor apresenta os conceitos de produtividade, valor agregado, da importância da melhoria dos equipamentos, do conhecimento do processo e da resolução dos problemas complexos empregando métodos tradicionais tais como a Análise de Pareto.

Como apresentado em Sousa (2012), a falta de informações a respeito do estado dos equipamentos e do controle de variáveis críticas é um problema complexo por três motivos principais: o estado dos equipamentos varia continuamente ao longo do tempo, o número de equipamentos de uma empresa tende a ser muito grande

e, finalmente, devido à determinação do estado de cada equipamento ser qualitativa e ser necessário o estabelecimento de parâmetros para se definir quais equipamentos estão em condições de operação, ou seja, operam sem anomalias. No contexto deste trabalho, visando a manutenção elétrica preventiva realizada por empresas terceirizadas, a identificação do problema nos equipamentos é evidenciada nos relatórios apresentados pelas empresas terceirizadas.

Segundo Branco Filho (2008), na gestão da manutenção preventiva, se faz necessário definir quais informações e qual será a formatação dos relatórios e também se estes relatórios serão digitais ou físicos e quais escalões terão acesso às informações. Adicionalmente, segundo Fuentes (2006), o uso da informação é um complemento fundamental à gestão da manutenção, mas deve ser usada na sua quantidade e qualidade adequada. Neste caso, visando a melhoria na tomada de decisões.

Segundo Hassanain (2001), tem havido uma proliferação das ferramentas de tecnologia da informação (TI) para suprir às necessidades das mais diversas áreas dentro da indústria. Entretanto, esse conjunto de ferramentas de TI têm formado grande volume de dados fracamente estruturados e de baixa interoperabilidade. Ainda, segundo Hassanain, a integração destes conjuntos de dados requer padronização na sua forma de representação. Com motivação semelhante a apresentada neste trabalho, Cunha (2007) apresenta uma aplicação de

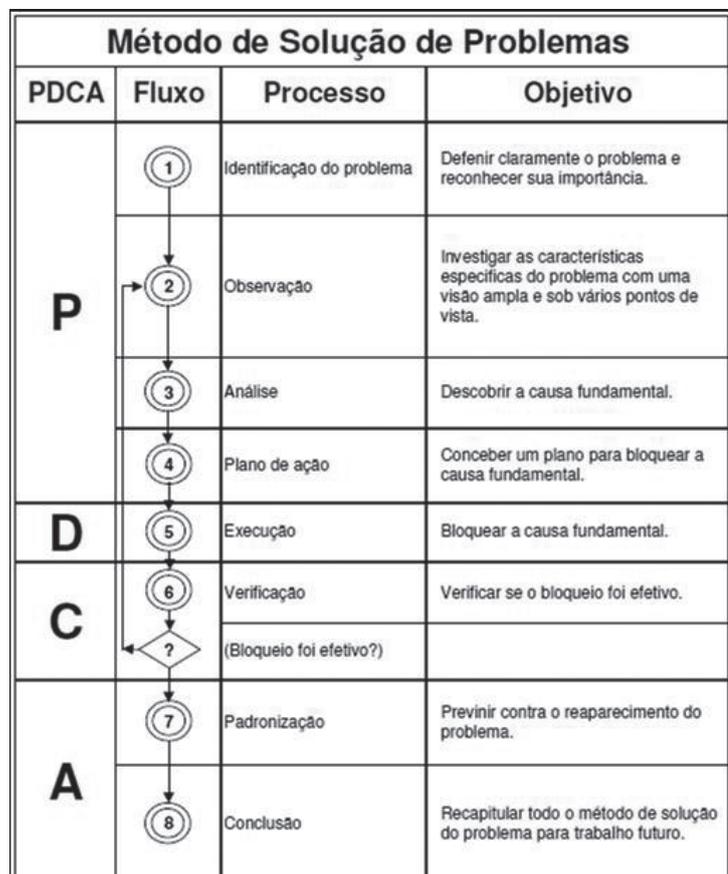


Figura 1 - O ciclo PDCA (FALCONI, 2004a)

sistema de informação corporativo com o objetivo principal da gestão da 'explosão' de dados e de informações disponíveis para tomada de decisões.

Lindholm (2011) apresenta os conceitos de utilidades no sistema fabril, a interdependência entre os indicadores, os aspectos do sistema de gestão e os passos para a coleta de dados das utilidades. O índice de indisponibilidade pode ser definido como sendo a razão entre a somatória do tempo em que uma linha de produção ficou parada devido à indisponibilidade de determinada utilidade e o número total de horas disponíveis daquela linha. Ou seja, representa-se o tempo de indisponibilidade como um percentual das horas disponíveis para produzir. O índice tratado neste trabalho é o referente a indisponibilidade elétrica interna. De Barbosa (2009) pode-se estabelecer o impacto da indisponibilidade relacionada às falhas em equipamentos e da importância do conhecimento e acompanhamento do sistema para se prevenir falhas e reduzir ao máximo sua duração.

A melhoria dos materiais pode ser obtida através da manutenção uma vez que a manutenção está se adaptando para aumentar a disponibilidade dos equipamentos (MOUBRAY, 1997). Para que se possa fazer um bom planejamento e controle da manutenção, é necessário que se saiba quais são os equipamentos a serem mantidos (BRANCO FILHO, 2008).

As informações mais relevantes para a gestão da manutenção dos equipamentos e do sistema elétrico podem ser encontradas em autores como: Bayliss (2007), Souza (2002), Fulchiron (2009), Willis (2006), Scheneider (2000), Martins (2008). Assim foram analisadas as informações específicas e necessárias para manutenção de cada um dos tipos de componentes ou equipamentos tais como cabos, chaves seccionadoras, disjuntores, relés de proteção, para-raios, resistor de aterramento, transformador de corrente, transformador de tensão, de força ou de distribuição.

4 ANÁLISE DA SITUAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Para tentar resolver o problema do índice de indisponibilidade devido à energia elétrica interna da empresa foi realizada uma análise detalhada da gestão da manutenção no setor elétrico para levantar pontos críticos, identificar quais os agentes causadores e elaborar hipóteses e propostas de ações ou ferramentas para eliminar os problemas detectados.

4.1 Visão geral da gestão da manutenção da empresa

O sistema de gestão da empresa utiliza como principal ferramenta o sistema SAP (*Systems Applications and Products in Data Processing*). Dentre os principais processos integrados no sistema de gestão tem-se:

Registro, identificação e criticidade dos equipamentos no SAP: Os registros e identificação dos equipamentos são acessados através de etiquetas ('tag') atribuídas para mapeamento do estado de cada equipamento ou subsistema. Como apresentado em Sousa (2012) a criticidade de cada equipamento é

determinada em função dos critérios: risco de saúde e segurança dos funcionários, riscos ambientais e/ou segurança do patrimônio, impacto na capacidade de produção; impacto na qualidade do produto; impacto nos indicadores de custo; existência de equipamento *backup*; fator de utilização; frequência de falhas e tempo médio de reparo. Os equipamentos são classificados em críticos A, B ou C com base nesses critérios e o tipo de manutenção a ser realizado em cada equipamento depende de sua criticidade.

Planos de Manutenção preventiva: Os planos de manutenção são estabelecidos através do sistema SAP para cada unidade fabril ou local da instalação. Esses planos estabelecem as atividades de manutenção, atreladas aos procedimentos de manutenção para cada equipamento, e também geram demandas para a manutenção autônoma, contratação de serviços externos e rotinas preditivas. Os planos de manutenção também se constituem em base de informação para formação do custo de manutenção e do gerenciamento de peças em estoque.

Planejamento de longo e médio prazo: Uma vez definidas quais atividades de manutenção devem ser realizadas para cada equipamento, realiza-se a distribuição destas atividades ao longo do ano. Para esta distribuição é levado em conta o regime de operação, os recursos disponíveis de mão-de-obra e financeiro e quais os recursos necessários para cada atividade. Este planejamento sofre um ajuste mensal de acordo com a realização ao longo dos meses e com as condições atuais dos recursos disponíveis.

Programação e ordens de serviço: Com as visões de longo e médio prazo estabelecidas, realiza-se a programação no curto prazo. Nesta programação, com visão semanal e diária, estabelece-se quem e quando cada atividade de manutenção será realizada. A ferramenta SAP sinaliza ao PCM (Planejamento e controle da manutenção) as ordens de manutenção sugeridas pelo plano de manutenção. O PCM, por sua vez, atribui as ordens de acordo com a disponibilidade de HH (Homem Hora), gera as ordens de serviço para a realização e as disponibiliza para o operador ou técnico que irá executar cada ordem. As ordens de serviço já contêm o procedimento de manutenção, bem como o material que deverá ser utilizado em cada manutenção. Esta programação ocorre diariamente.

Histórico dos equipamentos, revisão e melhoria contínua: Após concluir a ordem de manutenção cada executante registra os serviços que foram realizados formando-se assim o histórico dos equipamentos. Cada executante deve ainda conferir a conformidade do procedimento, tempo previsto para a realização da atividade, materiais e ferramentas necessários e relatar todas as anomalias que forem encontradas. Este procedimento garante a revisão dos procedimentos e planejamentos de curto, médio e longo prazo e permite a melhoria contínua condizente com o PDCA.

Índice de indisponibilidade: Um dos componentes de mensuração de eficiência da gestão da manutenção no setor de utilidades é representado pelo índice de indisponibilidade que, diferentemente do indicador

disponibilidade, é dado pela razão entre o tempo em que a produção ficou parada devido falta de utilidade pelo tempo de produção planejado. A disponibilidade é um indicador que mede quanto do tempo disponível para produzir as utilidades estavam disponíveis. O indicador indisponibilidade, pelo contrário mede quanto do tempo disponível para produzir deixou de ser utilizado devido à falta de alguma utilidade. Este indicador é subdividido entre cada tipo de indisponibilidade, ou seja, água, frio, vapor, CO₂ (dióxido de Carbono), ar comprimido, energia elétrica interna, energia elétrica da concessionária ou manutenção predial. Como sugerido na literatura, a indisponibilidade deve ser indicada para a utilidade que for a causa fundamental da parada.

Na empresa, foco da pesquisa, a responsabilidade por relatar a parada das linhas de envase de bebidas e indicar qual o motivo da parada, seja para utilidades, seja para o processo de fabricação das bebidas, seja por falta de algum insumo ou seja para a logística como falta de armazém, ou outros, é do setor de envase. Esta tarefa, geralmente é realizada pelos operadores das máquinas na linha de envase na qual a falha foi sentida. Todos os eventos que paralisam o setor de envase são contabilizados no índice de indisponibilidade da empresa.

Os agentes da gestão e suas atribuições:
Atualmente, as responsabilidades pela manutenção do setor elétrico estão divididas entre o centro de engenharia corporativo, as unidades fabris e as empresas terceirizadas. Estes operam da seguinte forma:

- centro de engenharia corporativo: é setor o responsável por definir o escopo, contratar, acompanhar, definir as datas de realização, garantir a realização do escopo contratado para as manutenções preventivas e também garantir a entrega dos relatórios nos padrões pré-definidos. Após a realização da manutenção preventiva, o centro de engenharia corporativo faz uso das informações dos relatórios para a tomada de decisão para a priorização dos investimentos para o período seguinte ou em caráter emergencial.
- unidade fabril: uma vez definido e contratado o escopo da manutenção preventiva, cabe a cada unidade fabril definir a melhor data para a realização das atividades em função de sua programação de produção. Cada unidade é responsável por realizar uma reunião prévia para planejamento da execução dos trabalhos (divisão de equipes, informações de segurança, definição de áreas energizadas, etc.). Durante a execução, as unidades também são responsáveis por acompanhar os trabalhos e se certificarem de que o escopo contratado está sendo cumprido, de que as atividades estão sendo realizadas em total segurança e de que todas as informações necessárias estão à disposição da empresa terceira ou terceirizada.
- empresas terceiras: uma vez contratadas, são responsáveis pela execução prática de

todo o escopo seguindo as normas vigentes. Suas atividades se iniciam na reunião com a unidade fabril, segue através das atividades em campo para limpeza, reaperto, coleta de dados e ensaios e se concluem somente com a entrega do relatório completo da manutenção. Nesse relatório constam os resultados dos ensaios e inspeções realizados em campo, informados através de folhas de dados, e das conclusões técnicas sobre as condições e anomalias encontradas em cada equipamento.

Pode ser observado, sob a óptica do PDCA e baseando-se na Figura 1, que as atividades realizadas pelas empresas terceiras correspondem aos itens 1, 2 e 3 do fluxo do PDCA aplicado na gestão da manutenção. O item 4 a 8 do fluxo, atualmente são cumpridos pelas unidades fabris.

Pode-se comprovar que o modelo de gestão da manutenção aplicado na empresa e considerado como referência no mercado empresarial é condizente com a literatura e aplica conceitos relatados como eficientes em diversos trabalhos tais como Falconi (FALCONI, 2004 a, b) e Cunha (CUNHA, 2007). No entanto, como o índice de indisponibilidade apresentava um comportamento inadequado para a empresa, o estudo aprofundado do sistema de gestão como um todo foi realizado e apontou-se alguns problemas e sugestões para implantação de ações de melhoria e de ferramentas computacionais para apoio a tomadas de decisão.

4.2 Problemas, sugestões e implantação de melhorias possíveis no modelo de gestão

Constatou-se que o uso, ao longo dos últimos anos, do modelo descrito acima apresentou algumas deficiências principalmente devido a forma, ao volume de informação a ser tratado e ao foco da manutenção nos setores que impactam diretamente na produção. Estas deficiências se apresentam nas funções das unidades fabris, das empresas terceirizadas e nas funções do centro de engenharia corporativo.

O problema encontrado pelas unidades fabris para a realização de suas funções no que tange a manutenção preventiva em subestações se deve principalmente a necessidade de empenho da mão-de-obra disponível para a manutenção nos setores produtivos que impactam de forma mais direta nos resultados da empresa. Além disso, a empresa conserva o quadro líquido de pessoal no mínimo necessário para a redução dos custos de produção; este quadro mínimo de pessoal é denominado internamente como quadro enxuto. Desta forma não há, em geral, disponibilidade de mão-de-obra para realizar o tratamento adequado das informações resultantes da manutenção preventiva das subestações. Adicionalmente, pôde-se constatar falhas nos registros de indisponibilidade elétrica por falta de treinamento e orientação quanto ao apontamento da causa raiz ou fundamental da indisponibilidade. Isto acarreta distorções no índice de indisponibilidade da empresa e deve ser corrigido.

Os problemas acarretados pelas atividades das empresas terceirizadas são devidos a quantidade e diversidade de empresas, pela quantidade de dados e pela falta de exigência quanto ao registro e fornecimento de dados em formato padronizado. Esses deveriam ser integrados em plataforma digital otimizada para tratamento automático das informações visando a tomada de decisões em todos os níveis.

O centro de engenharia corporativo, por sua vez, também sofre com o quadro líquido de pessoal enxuto e, apesar de não ter de priorizar o atendimento de setores que impactem mais diretamente na produção; como nas unidades fabris, não consegue tratar adequadamente as informações resultantes da manutenção preventiva das subestações. Isto deve-se principalmente pela deficiência no registro e padronização das informações nos relatórios e ao volume de informações. Este volume de informações também decorre do fato de o centro de engenharia ser corporativo e portanto, teria de processar os dados das manutenções preventivas em todas as dezenas de subestações da empresa. Verificou-se, dentre outros, faltas de registro e do estado de equipamentos, pendências apontadas que não foram tratadas e falta de embasamento para a gestão, planejamento e tomadas de decisão de manutenção.

Analisando novamente sob o foco do fluxo do PDCA, nota-se que os problemas descritos acima ocorrem na transição do item 3 para o item 4 do fluxo e interrompendo sua sequência.

4.3 Síntese de causas de problemas, propostas e implantação de melhorias

O estudo detalhado do sistema de gestão demonstrou que, em resumo, as causas dos problemas encontrados estão fundamentadas em três pontos principais: quadro líquido de pessoal enxuto, priorização da manutenção dos setores que impactam diretamente no resultado da empresa e geração e tratamento das informações das manutenções preventivas nas subestações. Analisando-se possíveis soluções, propostas de ações e possibilidades de implantação de infraestrutura de gestão concluiu-se por:

- retirar o foco da manutenção nos setores que impactam diretamente no resultado não é viável economicamente para a empresa;
- aumentar o quadro líquido de pessoal implica em aumento de custo de produção e portanto é igualmente desfavorável para a empresa;
- o problema com os erros de apontamentos de indisponibilidade foi resolvido por ação de aperfeiçoamento, através do setor de engenharia junto aos responsáveis, para indicação da causa real da indisponibilidade elétrica;
- houve implantação de melhorias nos procedimentos rotineiros e de ações para facilitar, agilizar e otimizar as práticas da manutenção; e
- tendo em vista que:

- a) o número de empresas contratadas é enorme e estão dispersas territorialmente;
- b) não há meios de reduzir a quantidade de informações que resultam da manutenção preventiva pois são uma consequência da extensão do sistema elétrico que também não pode ser reduzido;
- c) existem falta e falhas de registros e do estado dos equipamentos instalados;
- d) muitas decisões são tomadas com base na memória e conhecimento acumulado por parte de alguns especialistas e não embasados na enorme quantidade de dados dos relatórios existentes;
- e) a padronização nos registros e fornecimento de informações são falhos e
- f) as decisões são centralizadas e necessitam de uma melhor estruturação e otimização de apoio a tomada de decisões,

Concluiu-se, baseando-se no embasamento teórico e no estudo de casos semelhantes, que a melhor solução para a realidade da empresa seria o desenvolvimento e implantação de uma nova plataforma ou ferramenta digital para apoio à gestão da manutenção e em sinergia com a infraestrutura já instalada. Esta plataforma deveria ser iterativa, evolutiva e de fácil utilização por todos os setores envolvidos na gestão da manutenção elétrica da empresa. Esta ferramenta foi desenvolvida e implantada na empresa como detalhado a seguir.

5 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

Tendo em vista que é necessário encontrar uma nova forma de tratar as informações dos relatórios digitais e para viabilizar o tratamento destas informações foi necessário, de forma análoga ao sugerido por Hassanain (HASSANAIN *et al.*, 2001), padronizar o formato destas informações. Nesta padronização é necessário garantir que os requisitos de qualidade e quantidade adequados propostos por Fuentes (2006) sejam atendidos. Assim que padronizados, tornar-se a possível um tratamento automatizado para a composição um banco de dados cuja forma permita a fácil extração de informações de apoio a tomada de decisão.

A dificuldade, para a gestão da manutenção de subestações elétrica surge da diferença de informações necessárias para cada equipamento. Para o desenvolvimento da ferramenta proposta neste trabalho, foram consideradas as características mais relevantes de cada equipamento dispostas como uma coluna de uma planilha. Foi levantado um conjunto de características que são importantes para todos os equipamentos. Nos formulários de entrada de dados, estas características estão sendo inseridas através de um único formulário para todos os equipamentos. Este formulário está sendo denominado de "características comuns".

Cada linha da planilha irá conter as informações de um equipamento. As características que não se aplicam a este equipamento terão suas informações em branco. Cada equipamento será identificado e unificado através de sua etiqueta (*tag*) atribuído ao local de instalação do equipamento.

Uma vez definida quais as características deveriam compor a planilha foi necessário encontrar um modo de padronizar a forma como estes dados seriam inseridos. Somente assim pode ser garantido que os dados teriam uniformidade para viabilizar o seu tratamento e permitir às empresas terceiras que inserissem as informações nos campos adequados. A inserção das informações diretamente na planilha seria muito complexa devido à que nem todas as características se apliquem a todos os equipamentos. A solução encontrada para este fim foi criar diversos formulários que especificam quais características devem ser inseridas e em qual formato.

Desta forma, foi criado, através de macros, um programa dentro da planilha que permite a entrada de dados através de formulários que indicam ao usuário quais informações devem ser inseridas para cada equipamento. Ao iniciar a planilha o programa será inicializado e o usuário irá selecionar os equipamentos, um a um. O programa direcionará o usuário ao formulário correspondente àquele equipamento e em seguida ao formulário de cadastro das características comuns. Estas etapas deverão ser cumpridas para cada equipamento encontrado em campo. Esta parte da ferramenta será utilizada pelas empresas terceiras para introduzir os dados resultantes da manutenção preventiva.

Por fim, foi necessário criar uma segunda planilha com o mesmo formato cujo propósito é unificar os relatórios digitais referente a cada unidade fabril. Esta planilha irá utilizar um programa diferente da anterior para importar os dados de cada planilha e consolidá-los em uma única planilha formando um único banco de dados padronizado. As ferramentas digitais foram desenvolvidas em planilha eletrônica Excel®

de uso comum na empresa e de fácil integração aos sistemas já existentes.

5.1 Primeira parte: Relatório Digital

O propósito do relatório digital é fazer com que as empresas terceirizadas introduzam as informações encontradas em campo em um formato padrão. Assim, todas as informações das unidades fabris poderão ser consolidadas e processadas em um banco de dados.

A Figura 2 mostra uma das telas para a entrada de dados. A preocupação no desenvolvimento foi de criar campos que não limitassem a descrição do equipamento, mas que também não permitissem a inserção desordenada das informações. No exemplo acima, fica evidente onde cada informação tem de ser digitada mas mantém-se a flexibilidade para digitação de comentários. Desta forma, uma descrição mais detalhada pode ser fornecida pelos profissionais que realizaram a manutenção.

5.2. Segunda Parte: Consolidador

A função do consolidador é agrupar os bancos de dados recebidos de todas as empresas terceirizadas, relativas às unidades fabris, e agrupá-los em um único banco de dados. Com isto, torna-se possível o processamento automático de todas as informações em unicidade. A Figura 3 apresenta um exemplo da planilha consolidador.

Figura 2 – Tela para preenchimento de informações no relatório digital

DATA DE INCLUSÃO NO BANCO DE DADOS	FORNECEDOR	DATA DO PREENCHIMENTO	Características comuns							
			Fabrica	TAG	Localização	Criticidade	Previsão de Custo	Tempo de reparo	Numero da pagina da folha de dados	Equipamento
14/06/2014	Empresa A	19/02/2014	Agudos	AGCF601001	Poste	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	7	Cabos de Força
14/06/2014	Empresa B	15/03/2014	Guarulhos	GUDI601004	1º Cubiculo	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	19	Disjuntor
14/06/2014	Empresa C	19/02/2014	Contagem	CHCF631002	3º Cubiculo	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	25	Cabos de Força
14/06/2014	Empresa D	15/03/2014	Aquiraz	AQCS661001	Poste	Pouco critica	R\$ 3.300,00	2h	12	Chave Seccionadora
14/06/2014	Empresa E	16/03/2014	Brasilia	BRTF601001	Patio	Muito Critica	R\$ 45.000,00	8h	16	Transformador
14/06/2014	Empresa F	16/03/2014	Arosuco Aromas	ASDJ651003	2º Cubiculo	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	14	Disjuntor
14/06/2014	Empresa G	15/03/2014	Brasilia	BRTC631002	Cubiculo blindado	Nenhuma anomalia	R\$ 000,00	0	19	Transformador de Corrente

Figura 3 – Consolidador: características comuns

A título de exemplo, se for de interesse da empresa contratar a recuperação do óleo isolante dos transformadores que apresentam humidade elevada em todas as unidades fabris buscando a redução de custos de manutenção, o banco de dados será capaz de informar rapidamente quantos e quais são os equipamentos que necessitam desta intervenção. Ainda, se não for de interesse realizar a manutenção em todos os equipamentos, o banco de dados unificado será capaz de listar a criticidade do problema para a anomalia encontrada em cada equipamento.

6 RESULTADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

O programa relatório digital foi desenvolvido preliminarmente e implantado para testes. Durante os testes, foram detectadas algumas oportunidades de melhorias que foram desenvolvidas antes da distribuição às empresas terceiras para os testes finais.

O programa consolidador foi desenvolvido e testado. Neste caso, por ser a própria empresa a usuária final, foi possível testar e implantar totalmente a ferramenta.

Estas ferramentas implantadas ainda encontram-se em evolução e podem sofrer novas melhorias através de sua utilização contínua e também em função de outros resultados ou testes para aperfeiçoamento.

Em ambos os casos, foi possível identificar a funcionalidade gerencial e de apoio à decisão através da ferramenta completa: Relatório Digital e Consolidador. Obteve-se bons resultados como mostrado na Figura a seguir.

Através da Figura 4 pode-se constatar o comportamento da média de indisponibilidade elétrica interna no período de 2010 a 2014. A média de indisponibilidade evoluiu de um crescimento médio anual e indesejável de 4,69% em 2010 para uma estabilização e tendência de decréscimo durante e após o período de 2012. Através da análise dos resultados ao longo no período 2010 a 2014 pode-se concluir que houve uma grande evolução no comportamento da média de indisponibilidade.

Convém salientar que as metas de indisponibilidade elétrica da empresa não foram atingidas nos anos 2010, 2011 e 2012. Entretanto, em 2013, a empresa encerrou o ano com um resultado positivo em relação à sua meta de indisponibilidade. O ano de 2014, apesar de ainda não concluído, apresenta índice de indisponibilidade elétrica interna abaixo da meta fixada pela empresa.

Com a continuidade de utilização das ações de gestão interna e da obrigatoriedade contratual de elaboração de relatórios consistentes, através da utilização das ferramentas pelas empresas terceirizadas contratadas; espera-se que os resultados de indisponibilidade elétrica interna continuem a melhorar. Consequentemente haverá redução dos eventos que geram riscos à segurança dos trabalhadores dos setores.

Adicionalmente, o uso contínuo das ferramentas constituirá uma série histórica que embasará, de forma melhorada, a tomada de decisões. De forma análoga, através do banco de dados dos equipamentos e das anomalias será possível uma melhor identificação e classificação de problemas semelhantes em unidades fabris distintas; o que tornará viável a contratação de soluções em escala ou em lotes. Desta forma será possível reduzir os custos das manutenções corretivas correspondentes.

Após a implantação das ações e ferramentas gerenciais e também como consequência da utilização da plataforma digital e da melhoria do comportamento do índice de indisponibilidade o número de eventos com potencial de risco à saúde dos trabalhadores foi reduzido em 30%.

7 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que este trabalho de pesquisa atingiu os objetivos propostos. Através da implantação de melhorias de gestão e da plataforma digital para apoio à tomada de decisões o índice de indisponibilidade elétrica não somente foi controlado como apresentou redução atingindo a meta empresarial e continua com tendência

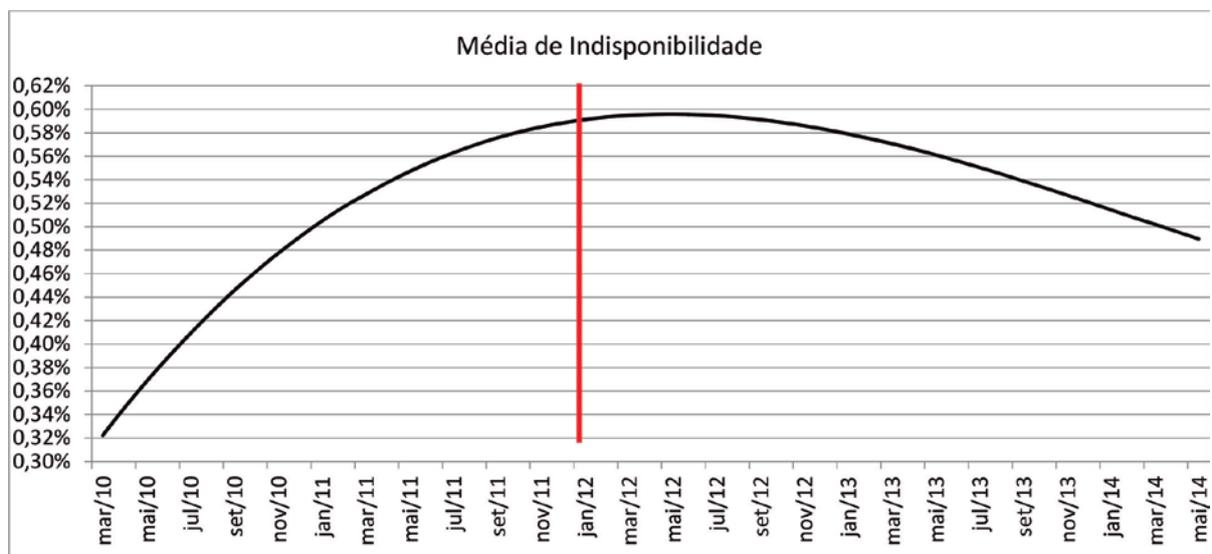


Figura 4 - Média de Indisponibilidade no período 2010-2014

de redução. Os riscos à segurança dos trabalhadores da empresa foram reduzidos devido à diminuição do número de eventos potencialmente perigosos. A ferramenta implantada cria um banco de dados com as informações relativas a todos os equipamentos elétricos dispostos no parque fabril, suas condições de funcionamento e características para o caso de eventual necessidade de substituição e contratação de serviços em escala possibilitando a redução do custo e da melhoria de qualidade destas contratações. Este banco de dados será utilizado para embasar outras tomadas de decisão quanto às manutenções para os anos subsequentes. Possivelmente, previsões de falhas em equipamentos elétricos poderão ser obtidas através do uso da base de dados históricos e/ou utilizando-se ferramentas de mineração de dados.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. C. **Aplicação da manutenção centrada em confiabilidade na função transmissão a fim de reduzir o tempo de indisponibilidade.** Rio de Janeiro – RJ, 2009.

BAYLISS, C. et al. **Transmission and Distribution Electrical Engineering**, third edition, 2007.

BRANCO FILHO, Gil. **A organização, o Planejamento e o Controle da manutenção.** Rio de Janeiro – RJ, 2008.

CUNHA, D. G. **Modelo de Manutenção Integrada para Equipamentos de Sistemas Elétricos e Ferramentas Computacionais de Suporte.** Dissertação Mestrado UFMG. Minas Gerais – 2007.

FALCONI, Vicente C. **Gerenciando a manutenção produtiva.** Nova Lima – MG, 2004.

FALCONI, Vicente C. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês.** Nova Lima – MG, 2004.

FUCHIRON D. *et al.* **Medium voltage disconnectors and safety.** 20th International Conference on Electricity Distribution. Prague, 2009.

FUENTES, Fernando F. E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial.** Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

HASSANAIN, M. A. *et al.* **Development of a maintenance management model based on IAI standards. Artificial Intelligence in Engineering.** Pp. 177-193. 2001.

LINDHOLM, A. **Utility Disturbance Management in the Process Industry.** Department of Automatic Control Lund University Box 118 SE-221 00 Lund Sweden, 2011.

MARTINS JR, L. **Análise técnica de condições de paralelismo entre transformadores.** UFES. Vitória – ES, 2008.

MOUBRAY, J. **Reliability-centered Maintenance.** New York – NY, 1997.

SCHNEIDER Electric. **Cahier technique no. 194. Current transformers: How to specify them.** 2000.

SOUSA, Roberto S. S. **Melhoria na gestão da manutenção elétrica através da análise, desenvolvimento e implantação de controle de variáveis críticas.** Unindu, Taubaté – SP, 2012.

SOUZA, A. F. **Sistema para monitoração da operação de chaves seccionadoras de alta tensão baseado na análise das correntes do motor de acionamento.** Dissertação UFSC, 2002.

WILLIS, H L.; RASHID, M. H. **Protective Relaying Principles and Applications.** Third Edition, 2006.

WATER GOVERNANCE IN THE STATE OF SAO PAULO, BRAZIL: FIRST PERCEPTIONS AND FURTHER REFLECTIONS

Pedro Augusto Pinheiro Fantinatti ¹
Antonio Carlos Zuffo ²
André Munhoz de Argollo Ferrão ³

Data de entrega dos originais à redação em: 27/10/2014
e recebido para diagramação em: 17/05/2015.

The world water crisis has been regarded as a governance crisis by some authors. They sustain that the way to improve the water quality and availability is to improve the water governance. Although the term governance is still not a consensus, it is well accepted that it is truly necessary to improve it in order to get good water management in four identified dimensions: environmental, social, economic and political. We have analysed two dissertations which show quite different opinions about the current state of Water Governance by watershed committees in the state of Sao Paulo, Brazil. We have shown that it is primordial to adopt a constructivist paradigm to promote a better governance. Finally, we suggest that MCDA (multiple criteria decision aid) can provide us with this new paradigm to improve the water governance, besides other complex contexts.

Keywords: Governance. Water Management. Sustainable Development.

1 INTRODUCTION

Since the Second World Water Forum in The Hague, Netherlands, in 2000, there has been a common sense that the water crisis is a governance crisis (GWP, 2002). The consensus is that the water crisis has been happening because there is bad management. This bad management includes lack of appropriated analysis, corruption, lack of adequate institutions, bureaucratic delays and lack of enough people able to face the problem (BARBI, 2007).

1.1 Early perceptions about governance and water governance

"A phenomenon of the last 20 years has been the rapid rise of network from governance. This governance form has received significant scholarly attention, but, to date, no comprehensive theory for it has been advanced" (JONES; HESTERLY; BORGATTI, 1997, p. 911).

Sartori (2013) has found out that the term "governance" does not have a complete definition. According to Sartori (2013), the meaning of "governance" is still being built, so it is neither accurate nor unique yet.

According to Kooiman et al. (2008), "governance", in its general sense, suggests that not only does the state but also private and civil society have significant roles in the governing of modern societies, from local to international levels. Interactive governance places the interactions among institutions belonging to these societal parties.

The governance directly influences the governability. The governability depends on the

level of maturity in an organized society and also on its capacity for assuming shared responsibilities in the implementation of decisions and in the art of governing well. Governability is related to political and institutional stability with efficiency and efficacy in public administration and decision-making.

Kooiman et al. (2008) define governability as the governance status of a societal sector or system. The performance of such governability should be evaluated by regarding or not its components in a systemic and coherent analytical form. The authors approach three components: the system-to-be-governed, its governing system and governance interactions. And they insist that we should distinguish and conceptualize these three components in order to find an approach which will be able to assess the process of the governability of societal systems.

Jones, Hesterly & Borgatti (1997) state that a challenge in governance researches is to define network membership. We comprehend this point by the stakeholder mapping approach, which will be discussed later in this paper.

To introduce the concern of Water Governance, we would like to reproduce the Water Governance Facility (WGF) (2013) statements:

Water governance is defined by the political, social, economic and administrative systems that are in place, and which directly or indirectly affect the use, development and management of water resources and the water service delivery at different levels of

¹ Civil Engineer, PhD. Professor at IFSP¹, Campinas [SP]. Postdoctoral Researcher at LADSEA², DRH/FEC/UNICAMP³. Campinas [SP], Brazil. +55 19 3746-6207. <fantinatti.pedro@gmail.com>.

² Civil Engineer, PhD. Postdoc at University of Toronto [Ontario, Canada]. LADSEA² Coordinator. Lecturer-Professor at DRH/FEC/UNICAMP³. Campinas [SP], Brazil. +55 19 3521-2357. <zuffo@fec.unicamp.br>.

³ Civil Engineer, Architect and Urban Designer, PhD. LABORE⁴ Coordinator. Lecturer-Professor at DRH/FEC/UNICAMP³. Campinas [SP], Brazil. +55 19 3521-2562. <argollo@fec.unicamp.br>.

¹ IFSP – Brazilian Institute for Education, Science and Technology of Sao Paulo.

² LADSEA - Research Group in MCDA for Organizational and Environmental Sustainability.

³ DRH - Department of Water Resources/FEC - School of Civil Engineering, Architecture and Urban Design / UNICAMP - University of Campinas.

⁴ LABORE - Research Group in Enterprises and Developments.

a society. Importantly, the water sector is a part of broader social, political and economic developments and thus it is also affected by decisions outside of the water sector (WGF, 2013).

WGF (2013) addresses the main issues which should be regarded in the water governance:

1. Principles such as equity and efficiency in water resource and services allocation and distribution, water administration based on catchments, the need for integrated water management approaches and the need to balance water use between socio-economic activities and ecosystems.
2. The formulation, establishment and implementation of water policies, legislation and institutions.
3. Clarification of the roles of the government, the civil society and the private sector and their responsibilities regarding ownership, management and administration of water resources and services, for example:
 - Inter-sectoral dialogue and co-ordination;
 - Stakeholder participation and conflict resolution;
 - Water rights and permits;
 - The role of women in water management;
 - Water quantity and quality standards;
 - Bureaucratic obstacles and corruption;
 - Price regulation and subsidies;
 - Tax incentives and credits.

According to WGF (2013), the water governance has four dimensions:

- The environmental dimension, which aims at the sustainable use;
- The social dimension, which aims at the equitable use;
- The economic dimension, which aims at the efficient use; and,
- The political dimension, which aims at the equal democratic opportunities.

Bucknall & Damania (2006) state that the water governance is a challenge for any corporation or public service. They sustain that water has several

characteristics, which present additional complications for the governance. Among them:

- Water has an emotional and often spiritual dimension for many users.
- Rivers, lakes, coastlines, aquifers and infrastructure are often common-pool resources, that is, when one member of a group uses the resource it is not available for others in that group and it is possible for members of the group to stop others from getting access to it.
- There is significant uncertainty about the amount and quality of water available from year to year, in terms of both stocks and flows.
- Investments in water infrastructure provide a mix of public and private benefits. A dam, for example, provides public benefits such as flood protection, but also stores water for individual households or businesses to use.
- Water management often requires large investments of public funds that are difficult for the general public to evaluate at the planning stage and are vulnerable to be captured by special interests.
- Water resources must usually be managed across different time frames and at different scales (local, regional, national, international).

Finally, besides the advances that have happened in the last 15 years, we believe that there is still a lot of work to be done.

3 THE WATER GOVERNANCE IN THE STATE OF SAO PAULO, BRAZIL

According to Brannstrom (2004), the governance should be more decentralized. This fact could bring a higher public participation in the decision making process, which would improve the efficiency, equity and development in terms of its management. Barbi (2007) believes that the Brazilian watershed committees (CBH – the acronym in Portuguese) are the best forums where people can debate, negotiate and articulate in an organized and democratic way.

In the CBHs' management system, the stakeholders participate in the negotiation and decision making process, in which it is possible to discuss and decide what the priorities are in terms of water resources, at least rhetorically. This process highlights the needs for a new and more democratic decision-making process, as it has been required for many authors, such as Jones, Hesterly & Borgatti (1997), Ribeiro & Vargas (2001), among others.

Ribeiro & Vargas (2001) and Ratner (2000) sustain that it is necessary to adopt a new way to make decisions on public subjects. The authors defend that a holistic

view must be adopted, as first presented by Smuts (1926). They support that a holistic paradigm should be regarded to ensure more effective actions. Barbi (2007) has stated that the social participation to change the water management in Brazil for a more democratic, participative and legitimate process is still a challenge.

Besides this challenge, the management system by CBHs has changed the old paradigm, which was centralized and technocratic (BARBI, 2007; ZUFFO, 2011). Porto & Porto (2008) and Zuffo (2011) also sustain that the Brazilian Law has established this paradigm change, aiming at a systemic, integrated and shared water management system. WMO (1992) and Yassuda (1993) confirm that the watershed based on the water management enable the holistic paradigm to work. Randolph (2004) shows sorts of sustainable techniques which can be applied when there is a watershed based on public management.

Barbi (2007) and Sartori (2013) state that the Brazilian water management system has a lot of trade-offs because it is a system with many different interests and thus too many conflicts.

Barbi (2007) believes that there are specific conditions which enable the Sao Paulo CBHs' management system to work well. According to the author, these conditions are: cooperation, confidence, solidarity and reciprocity.

On the other hand, Sartori (2013) sustains that it is still necessary to understand how much of social participation on the CBHs is, in fact, real and effective or if it is just a game to create the illusion that there is popular participation in the decision-making processes of water management. The author thinks that most of the decision makers would like to see changes in the water governance process; they consider that there is low capacity in terms of governance in the Alto Tietê CBH.

While Barbi (2007) affirms that there is a shared management in the Piracicaba, Capivari and Jundiá CBH (PCJ); in contrast, Sartori (2013) sustains that the decision-making processes are centralized at the Alto Tietê CBH.

Barbi (2007) also states that the PCJ negotiated its interests with the Cantareira system very well in 2004, when there was the grant renewal to this system, which provides the water supply to the city of Sao Paulo by taking a great volume of water from the Atibaia River – which joins to the Jaguari River to form the Piracicaba River.

According to Barbi (2007), the PCJ's members have "social assets", which have been built based on cooperation, confidence, solidarity and reciprocity. The author insists that this "social assets" are related to beliefs, traditions and culture. In the Piracicaba county, people have an affective relationship with the river. Thus, Barbi (2007) believes that there is a synergy between the state and the society, related to water governance.

However, recent discoveries by Sartori (2013) show a quite different truth. The author considers that nowadays we have an adequate moment to improve

the water governance, and should listen to the needs of all the society, besides the ones of CBH's members.

Sartory (2013) has compared three CBHs: Alto Tietê, PCJ and Baixo Tietê. The author discovered that there are many differences among the three CBHs' water governance practices. But there is the common aspect of centralized decision-making. And there is a common disgust even among the CBHs' members, which is related to the investment distribution criteria. On the other hand, the author also found out that this disgust can be greater or lesser depending on the context.

Finally, Sartori (2013) supports that good water governance may be achieved considering the concerns of all the stakeholders in the decision-making processes. The author has applied MCDA approach to find out the concerns of some stakeholders, and then he has realized that this approach is a stout but flexible tool for improving governance.

3.1 The water crisis in the state of Sao Paulo

The state of Sao Paulo has been living an unparalleled water crisis. The Cantareira system has gotten a collapsed situation. Despite the fact that Cantareira is the main water supply system for the two biggest metropolitan regions in this State, according to Zuffo (2015), it has been badly managed by the Sao Paulo State Sanitation Company (SABESP) for years, and the collapse situation has been happening for at least two years due to low rainfall.

Zuffo (2015) sustains that the Cantareira system has not been able to supply the capacity for the last five years. Rainfall has been lower than SABESP's water abstraction, which is destined to Sao Paulo. This collapse is due to a discrepancy between SABESP's captured volume and the natural recharging of Cantareira's reservoirs.

The Sao Paulo Government has been responsible for this collapsed situation for the last twenty years. Zuffo (2015) has shown that in the Cantareira's project, which was created in the 1960s, extension works of the reservoirs had been planned to the 1990s. But the Sao Paulo Government did not build the reservoirs' extension; despite it has been alerted for at least the last fifteen years.

The state of Sao Paulo has been governed by the same political party for more than twenty years. This is a hypothesis about the water crisis being due to the bad water governance in Sao Paulo. Besides, it may also be true that the bad water supply management by SABESP is an indicator of large water loss in its system.

It is believed that people need to be conscious and able to make decisions in order to adopt better techniques to solve the problem of lack of water. And they cannot accept to be manipulated by bad governors, but have to claim for good water governance, as attested by Telles & Fantinatti (2015).

4 KEY CONSIDERATIONS TO IMPROVE GOVERNANCE AND WATER GOVERNANCE

Romeiro (2003) sustains that it is necessary to adopt a tool which enables us to regard the concerns

of all stakeholders, besides scientists, researchers, technicians, specialists and politicians. Fantinatti (2011) and Fantinatti, Zuffo & Argollo Ferrão (2014) agree with Bana e Costa, De Corte & Vansnick (2004; 2005), which state that, in order to consider the concern of all stakeholders, it is necessary and essential to take use of the "value-focused thinking" (KEENEY, 1992). Bana e Costa e De Corte & Vansnick (2004; 2005) state that the MCDA (multiple criteria decision aid) is the only effective approach which considers the concern of as many stakeholders as possible. Fantinatti & Zuffo (2011) propose the MCDA approach as a tool which will allow to deal with the conflicts inside the watersheds, aiming at a sustainable use of water resources.

Fantinatti (2011) and Fantinatti & Zuffo (2012) have presented the MCDA method being used to evaluate the Anhumas watershed's current situation and further scenarios, in the city of Campinas, in the state of Sao Paulo, Brazil. The application has regarded the watershed social sustainability, besides the environmental and economic. Their findings have allowed to evaluate the watershed sustainability degree by the stakeholders' value. At the end of the evaluation process, all the involved stakeholders have appointed that the MCDA approach should be applied to all society sectors, aiming at more legitimate and long lasting solutions. They have also felt that the MCDA approach is stout and flexible at the same time.

Therefore, we also believe that the MCDA approach can be the tool which will support the actions to improve the water governance.

5 STAKEHOLDER MAPPING AND MULTIPLE CRITERIA APPROACH: CRUCIAL STEPS FOR GOOD GOVERNANCE

We have found that for good governance, two very important steps are the stakeholder mapping and the multiple criteria decision aid (MCDA). In fact, the stakeholder mapping and their value mapping are mandatory steps within the MCDA approach.

Olander & Landin (2005) have shown that there are various stakeholder mapping techniques. However, Sharma (2003) has shown it is possible to develop stakeholder mapping techniques according to the research objectives. The author suggests that it is necessary to adapt it to a special-purpose typology based on key characteristics of the governance context. The context includes governance mechanisms, society sectors, number of influenced individuals (directly or indirectly), relative performance of various alternatives, effectiveness of governance structures, among others. In addition, the stakeholder interests and power and also the dynamism of the environment must be regarded. "Power and dynamism are relevant factors. Power ranges from low to high, and dynamism ranges from static to dynamic" (OLANDER; LANDIN, 2005, p. 324). Walker, Bourne & Shelley (2008) contribute significantly to this discussion. They present five dimensions which must be regarded in a stakeholder mapping process: 1. political perspectives of stakeholders; 2. purpose and objectives of stakeholders; 3. value of stakeholders; 4. considering

the stakeholders' intervention level; 5. considering the degree of stakeholder enforcement.

Although some authors have considered the stakeholder mapping as the main tool in policy practices (ALIGICA, 2006), we believe that this tool is really a fundamental part in every diagnostic phase of a solving problem process, for any project.

Walker, Bourne & Shelley (2008) have shown a possible and effective combination of two methods for stakeholder mapping. According to the authors, stakeholder mapping is one of the three key skills in project management, which includes the management and the engagement of the stakeholders themselves; however, they consider that this is a tacit skill that requires both intuition and hard capacity of analysis. The authors consider that stakeholder mapping helps everyone involved with the problem to better comprehend a complex situation being examined.

Keeney (1992) states that decision-making traditional methods do not enable to deal with complex contexts which are characterized as uncertain, value conflicts, different levels of power, multiple criteria and uncountable information that are not complete in general. According to the author, dealing with complex contexts requires to regard subjective aspects, making them explicit and quantified. Both subjective aspects, strongly influenced by stakeholders' value, and quantitative aspects, such as costs and physical characteristics must be regarded. The possible alternatives must be evaluated from established objectives. Then, the decision must be supported by all stakeholders' perceptions.

Bana e Costa, De Corte & Vansnick (2004) support Keeney's statements, sustaining that through the MCDA approach we are able to deal with complex situations because of its constructivist paradigm (BELTON; STEWART, 2001; ROY, 1968).

As stated by Fantinatti (2011) and Zuffo (2011), the MCDA constructivist approach does not consider that any problem could be moulded to achieve an optimum answer, neither that there are predefined alternatives. By the constructivist approach, the decision makers must build the evaluation model, stating the problem description and reflecting about the set of evaluation criteria.

Thomaz (2002) sustains that the problem structuring process is the most important phase in the constructivist paradigm. However, it is mandatory that all involved stakeholders take place in the decision-making process. Otherwise, there will be asymmetric information among the stakeholders. This asymmetric information influences the decision-making process, leading it to a non-consensual comprehension about the problem. This detour is due to several factors: politics or ideologies, lack of knowledge, different interests etc. The worse result is the impossibility of sharing understanding.

A problem structuring process aims at increasing the understanding the problem by all involved stakeholders (KEENEY, 1992). The structuring process includes the stakeholder mapping and their cognitive

mapping (individual and collective) to find out the alternatives' evaluation criteria based on the stakeholders' value.

6 VALUE MAPPING

Since stakeholder mapping is complete, the next step is to find out the stakeholders' value. This must be done through cognitive mapping. In practice, cognitive maps must be obtained almost simultaneously to the development of the stakeholder mapping.

The stakeholders' value will provide the alternatives' evaluation criteria. These criteria will orient the decision makers to developing and monitoring policies and strategies. Simão (2005) suggests two main questions to better define the criteria:

- What kind of criteria must be applied to evaluate the investment, regarding a sustainable project?;
- What kind of decision-making model is more appropriate to the evaluation process?

Each criterion must be evaluated by stakeholders' value, aiming at fundamental objectives to be achieved. Keeney (1992) states that the mechanisms (actions) which will allow to achieve those objectives must be identified. Bana e Costa & Sanchez-Lopez (2009) recommend that the criteria must be defined by stakeholders who have the best knowledge of the problem. They sustain that these stakeholders can be the decision-makers or an expert group. Finally, Ensslin, Montibeller Neto & Noronha (2001) suggest using two questions which will identify the criteria:

- Why is this concern (objective) important? What are the desired purposes?
- How can the objective be achieved? What are the available means?

Figure 1 illustrates the basic structure of a cognitive mapping, by which are defined the fundamental objectives, the end objectives (desired purposes) and the means objectives (the resources to achieve the end objectives) (ENSSLIN; MONTIBELLER NETO; NORONHA, 2001).

Once the criteria has been defined, their descriptors must be developed, which will allow to develop the value functions for each criterion. Bana e Costa, De Corte & Vansnick (2004, 2005) support Keeney (1992) about the adoption of standardized scales to develop the value functions, avoiding detours in the alternatives' evaluation. Reinforcing this point, the authors sustain that semantic scales, instead of numeric scales, have to be adopted. Besides the definition of the weights among the criteria must follow the same concepts.

7 DECISION CONFERENCE

The last step in the MCDA approach is to get the consensus among the stakeholders. This must be done by decision conference if possible. According to Thomaz (2002), the decision conference is an adequate moment when all decision makers together are able to structure the problem and identify possible alternatives, regarding the different points of view from each decision-maker. The author also affirms that a decision conference has the advantage of providing the commitment of all stakeholders involved in the process. Figure 2 illustrates a decision conference made by Fantinatti (2011).

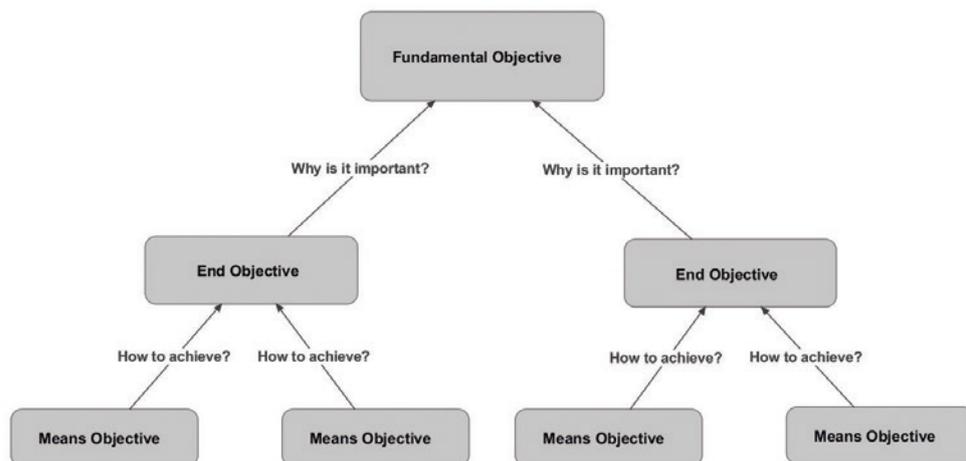


Figure 1 - Cognitive mapping - basic structure. Source: Fantinatti (2011)



Figure 2 - Decision conference session. Source: Fantinatti (2011)

8 CONCLUSIONS AND FURTHER RESEARCHES

We have found that the governance is still a developing concept. We have also revealed that water governance is been built at least in Brazil.

Although there is one author who believes that there is good water governance in the state of Sao Paulo's CBH, we have detected that it is not still a current context. While we were reviewing this paper, a great social and political problem about the lack of water was happening in the state of Sao Paulo. This problem affects the two major watersheds discussed in this study: Alto Tietê and PCJ.

The main cause of the lack of water is related to bad management by Sao Paulo government. This fact comes to corroborate our point of view, that is, there is not a good water governance in the state of Sao Paulo.

We have shown that it is necessary to adopt more effective tools to improve water governance in the state of Sao Paulo, Brazil. And we have pointed that MCDA is an effective tool to promote real water governance (and also governance in general).

In addition, we have noticed that there are various researches which have been applying some other methods which, in fact, are very similar to the MCDA approach in terms of their processes.

Finally, we believe that there should be some effort to stimulate the dialogue among those diversities of researches. This dialogue could merge the discoveries and contribute to improve their results.

ACKNOWLEDGEMENTS

Special acknowledgements to CNPq for the support to the first author of DTI-B research grant of Science and Technology Program in Water Resources (CT-HIDRO – the acronym in Portuguese). And to both English professors of IFSP, campus of Caraguatubá (SP, Brazil), who have reviewed this paper: Jaqueline Lopes and Marcelo Rosa Hatugai.

REFERENCES

ALIGICA, P. D. Institutional and stakeholder mapping: frameworks for policy analysis and institutional change. **Public Organization Review**, v. 6, 2006, p. 79-90.

BANA e COSTA, C. A.; De CORTE, J. M.; VANSNICK, J. C. MACBETH. **LSE OR Working Paper**, p.03-56, London, UK: London School of Economics, 2004.

_____. On the mathematical foundations of MACBETH. In: FIGUEIRA, J.; GRECCO, S.; EHRGOTT, M. (Ed.). **Multiple criteria decision analysis: state of art surveys**. Boston, USA: Springer Science, Business Media, 2005. cap. 10, p. 409-442.

BANA e COSTA, C. A.; SANCHEZ-LOPEZ, R. El enfoque Macbeth para la incorporación de temas transversales en la evaluación de proyectos de desarrollo. **Centro de Estudos de Gestão Working Paper**, n. 2, Lisbon, Portugal: Instituto Superior Técnico, 2009. (Title in English: **The Macbeth approach for regarding transversal themes in development projects evaluation**).

BARBI, F. **Capital social e ação coletiva na gestão das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá: os desafios da gestão compartilhada do sistema Cantareira – SP**. 2007. 158 f. Dissertation (Master Degree in Environmental Science) – State University of São Paulo, São Paulo, Brazil, 2007. (Title in English: **Social Capital and Collective action in the Piracicaba, Capivari and Jundiá watershed management: the challenges of participatory management of Cantareira System**).

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multicriteria decision analysis an integrated approach**. Boston, USA: Kluwer Academic Publishers, 2001.

BRANNSTROM, C. Decentralising water resource management in Brazil. **European Journal of Development Research**. v. 16, n. 1, 2004.

BUCKNALL, J.; DAMANIA, R. Good governance for good water management. **Environment Matters 2006 – The World Bank Group**, Annual Review, June, 2006, p. 20-23.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M.: **Apoio à decisão: metodologia para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis, Brazil: Insular, 2001. (Title in English: **Decision aid: methodology for problems structuring and multicriteria evaluation of alternatives**).

FIGUEIRA, J.; GRECCO, S.; EHRGOTT, M. (Ed.). **Multiple criteria decision analysis: state of art surveys**. Boston, USA: Springer Science, Business Media, 2005. cap. 10, p. 409-442.

FANTINATTI, P. A. P. **Abordagem MCDA como ferramenta de mudança de paradigma no planejamento dos recursos hídricos**. 2011. 399 f. Thesis (Doctor Degree in Civil Engineering – Study's Area: Energetic, Environmental and Water Resources) - College of Civil Engineering, Architecture and Urban Planning, State University of Campinas, Campinas, Brazil, 2011. (Title in English: **MCDA approach as a tool for changing paradigm in water resources planning**).

_____; ZUFFO, A. C. A importância da percepção do patrimônio natural dos recursos hídricos em processos de parcelamento do solo. **Labor & Engenharia**, Campinas [Brazil], v.5, n.2, p. 99-109. 2011. Available at: <www.conpadre.org>. (Title in English: **The relevance of natural water heritage in soil subdivision's processes**).

_____. Mudança de paradigma no planejamento dos recursos hídricos por meio da abordagem MCDA: avaliação da bacia do ribeirão Anhumas, em Campinas, São Paulo, Brasil. **Labor & Engenharia**, Campinas [Brazil] v.6, n.3, 2012. Available at: <www.conpadre.org>. (Title in English: **Changing paradigm in the water planning by MCDA approach: evaluation of Anhumas watershed, Campinas, Sao Paulo, Brazil**).

_____; ARGOLLO FERRÃO; A. M. (Coord.). **Indicadores de sustentabilidade em engenharia: como desenvolver**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. (Title in English: *Sustainability criteria in engineering: how to develop*).

GLOBAL WATER PARTNERSHIP (GWP) (2002) Introducción de una gobernabilidad eficaz para el agua. Base Document for **Effective Water Governance: Learning from the Dialogues**, April, 2002. Written by Allan Hall with collaboration of Laura Piriz and Nighisty Ghezae. (Title in English: *Introduction of efficacy governability for water management*).

JONES, C.; HESTERLY, W. S.; BORGATTI, S. P. A general theory of network governance: exchange conditions and social mechanisms. **Academy Management Review**, v. 22, n. 4, 1997, p. 911-945.

KEENEY, R. L. **Value-focused thinking: a path to creative decision-making**. Cambridge, USA: Harvard University Press, 1992.

KOOIMAN, J.; BAVINCK, M.; CHUENPAGDEE, R.; MAHON, R.; PULLIN, R. Interactive governance and governability: an introduction. **The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies**, v. 7, n. 1, 2008.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro, Brazil: Campus, 2003. (Title in English: *Environmental economy*).

OLANDER, S.; LANDIN, A. Evaluation of stakeholder influence in the implementation of construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 23, 2005, p. 321-328.

PORTO, M. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, 2008. Available at: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a04.pdf>>. Accessed: March 9, 2011. (Title in English: *Watershed management*).

RANDOLPH, J. **Environmental land use planning and management**. Washington, DC, USA: Island Press, 2004.

RATTNER, H. (Org.). **Brasil no limiar do século XXI: Alternativas para a construção de uma sociedade sustentável**. São Paulo, Brazil: Edusp, 2000. (Coleção Brasil 500 anos). (Title in English: *Brazil in the threshold of XXI century: alternatives for building a sustainable society*).

RIBEIRO, H. VARGAS, H. C. (Org.). **Novos instrumentos de gestão ambiental urbana**. São Paulo, Brazil: EDUSP, 2001. (Title in English: *New mechanisms for urban environmental management*).

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. **Economia do meio ambiente**.

Rio de Janeiro, Brazil: Campus, 2003. (Title in English: *Economy or politics economy of sustainability*).

ROY, B. Classement et choix en presence de points de vue multiples (la methode ELECTRE). **Revue d'Informatique et de Recherche Opérationnelle**, v. 6, n. 8, 1968, p. 57-75. (Title in English: *Classification and choice in the presence of multiple viewpoints (the method ELECTRE)*).

SARTORI, M. P. L. **Governança na bacia hidrográfica do Alto Tietê: avaliação por critérios de investimentos**. 2013. 122 f. Dissertation (Master Degree in Civil Engineering) – College of Civil Engineering, Architecture and Urban Planning, State University of Campinas, Campinas, Brazil, 2013. (Title in English: *Governance in the Alto Tietê basin: evaluation by investment criteria*).

SHARMA, P. Stakeholder mapping technique: toward the development of a family firm typology. In: ACADEMY OF MANAGEMENT'S, 2002, Denver, USA. **Annual Conference...** Denver, USA: School of Business and Economics, Wilfrid Laurier University, 2003.

SIMÃO, J. M.: Project Evaluation for the accommodation industry in a sustainable development context. In: BUSINESS STRATEGY AND THE ENVIRONMENT CONFERENCE, 2005, Leeds, UK. **Proceedings...** University of Leeds, Leeds, UK, 2005.

SMUTS, J. C. **Holism and evolution**. Nova Iorque, USA: Mac Millan, 1926.

TELLES, B. P. T. de G.; FANTINATTI, P. A. P. Análise da viabilidade técnica e dimensão econômica do uso da água de chuva no Litoral Norte Paulista: protótipo de um SAAP em Caraguatatuba. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 2, n. 2, 2015. (Title in English: *Analysis of the technical feasibility and economic dimension of rain water use on the North Coast of Sao Paulo State: prototype of a SAAP in the Caraguatatuba city*).

THOMAZ, S. R. T. **Using Multi-Criteria Decision Analysis to develop a prototype model to assess integrated proposals for the Rodrigo de Freitas lagoon**. 2002. 58 f. Dissertation (Master Degree in Decision Sciences) - London School of Economics & Political Science, London, UK, 2002.

WALKER, D. H. T.; BOURNE, L. M.; SHELLEY, A. Influence, stakeholder mapping and visualization. **Construction Management and Economics**, v. 26, n. 6, 2008, p. 645-658.

WATER GOVERNANCE FACILITY (WGF). **What is water governance?** In: UNDP Water Governance Facility (WGF) at SIWI 2013. Available at: <<http://www.watergovernance.org/whatiswatergovernance>>. Accessed: July 6, 2013.

WMO. The Dublin Statement and Report of the Conference. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER AND THE ENVIRONMENT: DEVELOPMENT ISSUES FOR THE 21ST CENTURY, 1992, Dublin, Ireland. **Report...** Dublin, Ireland: WMO - World Meteorological Organization, 1992.

YASUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública**, v. 27, n. 2, p. 5-18, 1993. (*Title in English: Water management: basement and institutional aspects*).

ZUFFO, A. C. Incorporação de matemática *Fuzzy* em métodos multicriteriais para descrever critérios subjetivos em planejamento de recursos hídricos: *Fuzzy - CP e Fuzzy - CGT*. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 16, n. 4, 2011. (*Title in English: Adding Fuzzy math in multicriteria methods to describe subjective criteria in water resources planning: Fuzzy - CP and Fuzzy - CGT*).

_____. O Sol, o motor das variabilidades climáticas. **Revista DAE**, v. 63, n. 198, p. 6-24, 2015.

AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE A CAPACIDADE DE BUFFERS DE ENTRADA EM ROTEADORES E A TAXA DE SUCESSO NO TRÁFEGO DE UMA REDE DE COMUNICAÇÃO INTRACHIP

ASSESSMENT OF A RELATIONSHIP BETWEEN THE INPUT BUFFERS CAPACITY IN ROUTERS AND THE RATE OF SUCCESS IN INTRACHIP COMMUNICATION NETWORK TRAFFIC

Marcelo Henry Kato da Fonseca ¹
Vitor Luis Campagnucci ²
Ricardo Pires ³
Martha Johanna Sepúlveda Florez ⁴
Marius Strum ⁵

Data de entrega dos originais à redação em: 16/12/2014
e recebido para diagramação em: 20/05/2015.

Sistemas eletrônicos digitais implementados como circuitos integrados (chips) agrupam vários componentes num só encapsulamento. Recentemente, o grande aumento no número destes componentes levou à adoção da comunicação entre eles por meio de uma rede intrachip, constituída por roteadores interligados, pela qual trafegam pacotes que carregam mensagens de um componente a outro. Cada roteador armazena em buffers os pacotes entrantes, para tratá-los mais tarde, enquanto encaminha um pacote previamente recebido à saída apropriada. Quanto maior for a capacidade destes buffers, menos frequentemente pacotes serão recusados às entradas do roteador, mas maior será a área ocupada por eles no sistema. Este trabalho consiste na avaliação quantitativa da relação entre a capacidade daqueles buffers, a taxa de injeção de pacotes na rede e a taxa de sucesso no tráfego numa rede de comunicação intrachip descrita na linguagem SystemC.

Palavras-chave: Redes Intrachip. Roteadores. Buffers. Sistemas Integrados.

Digital electronic systems implemented as integrated circuits (chips) comprise several components into a single package. Recently, the large increase in the number of these components has led to the adoption of communication among them by means of an intrachip network comprised of interconnected routers, in which packages carry messages from each component to the others. Each router has input terminals, through which it receives packets and output terminals, through which the packages received are sent to other routers, towards their destinations. The bigger the capacity of these buffers, the less often packages will be refused in the router inputs, but the bigger is the area occupied by the routers in the system. This work consists of the assessment of the relationship among the capacity of these buffers, the packet injection rate and the success rate in the traffic in an intrachip network described in the SystemC language.

Keywords: Networks-on-Chip (NoCs). Routers. Buffers. Integrated Systems.

1 INTRODUÇÃO

Sistemas eletrônicos digitais implementados como circuitos integrados (chips) agrupam uma grande quantidade de componentes, tais como processadores, módulos de memória e módulos de entrada e de saída, num só encapsulamento. Tradicionalmente, a comunicação entre aqueles componentes é feita por meio de um barramento. Este consiste num conjunto de condutores elétricos paralelos, ao qual todos os componentes do sistema são diretamente conectados

(NULL; LOBUR, 2006). Quando dois componentes querem trocar dados entre si, os demais componentes do sistema devem se isolar eletricamente do barramento, para não interferir naquela comunicação. Com isto, apenas dois componentes podem se comunicar a cada instante, deixando outros componentes na espera pela liberação do barramento. A viabilidade do uso do barramento, portanto, diminui com o aumento no número de componentes conectados a ele. Para números grandes de componentes, os longos

1 Graduando no curso de Engenharia Eletrônica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo desde 2013, funcionário do Metrô de São Paulo. Desenvolve projeto de iniciação científica na modalidade voluntário.

2 Graduando no curso de Engenharia Eletrônica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo desde 2013. Desenvolve projeto de iniciação científica com bolsa institucional.

3 Professor na área de Eletrônica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

4 Doutora e Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo. Graduada em Engenharia Eletrônica pela Universidad Nacional de Colômbia.

5 Graduado em Engenharia Elétrica, licenciado em Matemática, mestre em Engenharia Elétrica, doutor em Engenharia Elétrica e livre-docente. Professor associado no Departamento de Sistemas Eletrônicos da Universidade de São Paulo.

tempos de espera pela sua disponibilidade prejudicam em muito o desempenho do sistema.

Com o contínuo e acelerado desenvolvimento tecnológico na Microeletrônica, o número de componentes complexos (microprocessadores, memórias etc.) integrados num único chip cresceu à ordem de dezenas e de centenas (HASELMAN; HAUCK, 2010). Com isto, recentemente, passou a ser usada, como alternativa ao barramento, a comunicação entre eles por meio de uma rede intrachip, constituída por roteadores interligados, pela qual trafegam pacotes que carregam mensagens entre os componentes (DALLY; TOWLES, 2001, ATIENZA et al., 2008). Como numa rede de computadores convencional, numa rede intrachip, cada roteador tem vários terminais de entrada, onde são recebidos os pacotes contendo informações enviadas de um módulo do sistema a um outro, e vários terminais de saída, pelos quais os pacotes recebidos são encaminhados a outros roteadores que estejam no caminho a ser seguido pelos pacotes até seus destinos (ASLAM; KUMAR; HOLSMARK, 2013). Com isto, ao contrário do que ocorre num sistema baseado em barramento, uma rede intrachip pode ter muitos pares de componentes se comunicando simultaneamente, sem a espera por disponibilidade característica do caso do barramento.

Frequentemente, enquanto ocorrem solicitações de inserção de pacotes num roteador, através de suas várias entradas, ele está ocupado em encaminhar um pacote previamente recebido à saída apropriada. Para se evitar que o roteador recuse pacotes às entradas devido ao fato de estar ocupado, é conveniente que cada entrada possua um *buffer*, o qual consiste num conjunto de registradores para armazenamento temporário de pacotes até que estes possam ser encaminhados aos seus destinos. A figura 1 mostra um exemplo esquemático de roteador

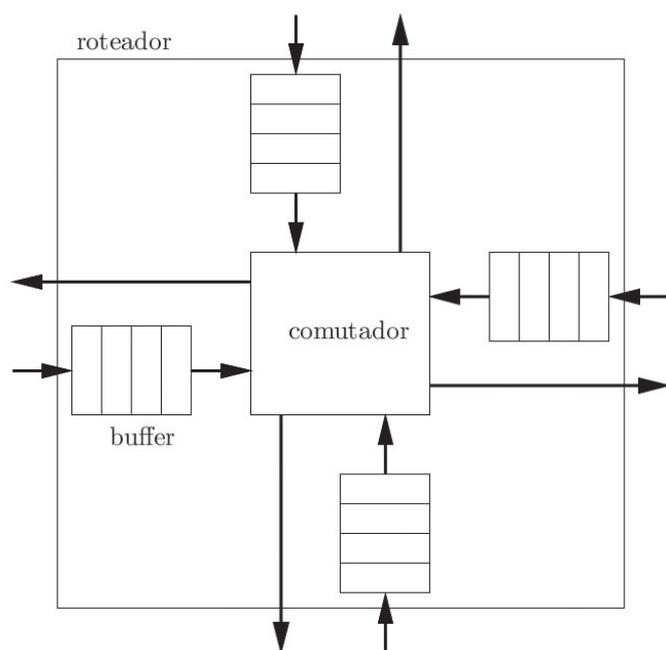


Figura 1 - Exemplo esquemático de roteador com quatro entradas, cada uma com um *buffer* com capacidade de quatro pacotes, e quatro saídas

com quatro entradas, cada uma com um *buffer* com capacidade de armazenar quatro pacotes, e quatro saídas. Quanto maiores forem estes *buffers*, em termos de número de pacotes que possam armazenar, menos frequentemente pacotes serão recusados às entradas do roteador, mas maior será a área ocupada pelo *buffer* no sistema (ZHANG et al., 2009, KUMAR et al., 2011). Assim, no projeto destes roteadores, deve-se buscar uma solução de compromisso entre tempos de espera e área ocupada. Na figura, vê-se que, além dos buffers, o roteador possui um módulo comutador, responsável por encaminhar o pacote recebido à saída que estiver no melhor caminho rumo ao seu destino.

Uma técnica consagrada de projeto de sistemas digitais consiste em se partir de uma especificação inicial em um nível comportamental, que permita a realização de simulações computacionais que verifiquem o comportamento desejado. Gradualmente, a descrição do sistema é refinada e novas simulações são realizadas, até que se chegue a uma especificação correspondente no nível físico, objetivando a fabricação do sistema. Uma forma de se fazer a especificação comportamental inicial é por meio da linguagem SystemC, a qual consiste em uma biblioteca para a linguagem C++ desenvolvida com esta finalidade (PANDA, 2001).

Em (ZHANG et al., 2009), usando-se simulações de uma rede intrachip em SystemC, é avaliada a relação entre a capacidade dos *buffers* de entrada e o tempo médio para que pacotes cheguem a seus destinos, mantendo-se fixa a intensidade do tráfego na rede. A conclusão daquele trabalho foi que, aumentando-se a capacidade dos *buffers* de entrada até um certo valor limite, o tempo médio para chegada é reduzido, mas que, continuando-se a aumentar a capacidade dos *buffers* além daquele valor limite, não há mais redução no tempo médio para chegada dos pacotes. Assim, para se obter um desempenho ótimo da rede sem desperdício de área no chip, aquele valor limite deve ser o adotado.

De forma similar, o objetivo deste trabalho é a avaliação da relação quantitativa entre a capacidade dos *buffers* de entrada nos roteadores e a taxa de sucesso numa rede de comunicação intrachip descrita na linguagem SystemC. Mas, aqui, diferentemente de (ZHANG et al., 2009), a intensidade do tráfego de pacotes é mais um parâmetro a ser variado nos experimentos. Para isto, foi criado um tipo de roteador parametrizável quanto à capacidade de seus *buffers* de entrada e foram criados geradores de tráfego parametrizáveis quanto a sua taxa de injeção de pacotes na rede. Exemplos de roteador parametrizável formam uma rede intrachip descrita em SystemC e, por meio de simulações, são obtidos os dados experimentais necessários. Neste trabalho, define-se a taxa de sucesso como sendo a razão entre o número de pacotes que chegaram a seus destinos e a soma deste número com o número de

pacotes perdidos no sistema simulado. Decidiu-se, arbitrariamente, que um pacote é perdido quando ele espera por mais de cinquenta ciclos de relógio para passar de qualquer módulo do sistema ao módulo seguinte em seu caminho rumo ao destino, caso em que é descartado.

2 DESENVOLVIMENTO

No desenvolvimento deste trabalho, usou-se uma rede intrachip descrita em SystemC, a qual segue um arranjo matricial, conforme a figura 2, contendo quatro linhas e quatro colunas de roteadores (indicados como R). Cada roteador está conectado a um processador (P) e a um módulo de memória (M).

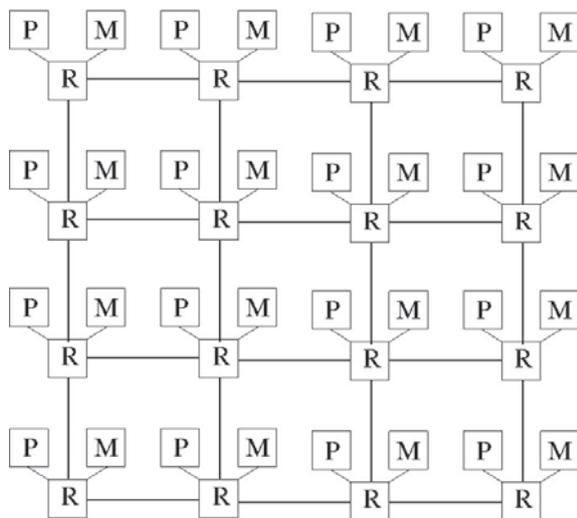


Figura 2 - Sistema usado nos experimentos. Os módulos indicados com M são de memória, com P são processadores e com R são roteadores

Os processadores aqui usados apenas geram tráfego aleatório de pacotes, já que o foco deste trabalho está na avaliação da rede de comunicação e não no programa executado internamente pelos processadores. O sistema possui um sinal de relógio global, chamado *ck*. A cada subida de *ck*, cada processador sorteia internamente um número *n* entre 0 e 1, com distribuição de probabilidade uniforme neste intervalo. Se *n* for menor do que a taxa de injeção de pacotes configurada para o processador no sistema, o processador gera um pacote e o encaminha, por meio da rede, a um módulo de memória. Este módulo de memória de destino é sorteado pelo processador, sendo os 16 módulos presentes no sistema igualmente prováveis neste sorteio. A operação a ser realizada pelo processador no módulo de memória pode ser de leitura ou de escrita. Também é feito um sorteio equiprovável, pelo processador, dentre estas duas possibilidades. Se a operação for de escrita, um dado aleatório é enviado, dentro de um pacote, ao módulo de memória sorteado. Se a operação for de leitura, o processador solicita, por meio de um pacote, que

o módulo de memória lhe envie um dado cujo endereço foi sorteado pelo processador. Após iniciar uma operação de leitura, o processador aguarda pela chegada do dado solicitado, sem gerar novos pacotes. Se aquele dado não chegar em até 50 ciclos de *ck*, o processador desiste de esperá-lo e volta à fase de sorteio de pacotes.

Quando um pacote sai de um processador ou de um módulo de memória, ele passa a percorrer uma série de roteadores, até chegar a seu destino. Para o pacote poder passar de um roteador ao seguinte, deve haver uma vaga no *buffer* de entrada correspondente naquele roteador. Caso aquele *buffer* esteja cheio, o pacote deve esperar até a liberação de espaço nele. No sistema usado neste trabalho, se a espera for maior do que 50 ciclos de *ck*, o pacote é descartado e contabilizado como perdido.

Cada *buffer* de entrada de um roteador, normalmente, recebe pacotes de um outro roteador e os entrega ao comutador local. Como, em cada roteador, há vários *buffers* disputando o uso de um único comutador, é comum que, enquanto o comutador esteja encaminhando a uma saída um pacote recebido por um *buffer* de entrada, outros *buffers* do mesmo roteador estejam na espera, tornando-se cheios. Este efeito pode se propagar em cadeia a outros roteadores, levando uma região da rede ao congestionamento.

Cabe observar que, neste sistema, o roteamento dos pacotes é realizado pelos comutadores por meio de tabelas de roteamento fixas e que, para se restringir o número de variáveis do problema, a capacidade dos *buffers* de todas as entradas de todos os roteadores é a mesma, ao contrário do que ocorreu em (KUMAR et al., 2011), em que se buscou otimizar individualmente a capacidade de cada *buffer*, usando-se resultados de simulações.

Os experimentos consistiram em simulações em SystemC do sistema aqui descrito. Nelas, foram usados dez casos de capacidade de *buffers* de entrada, com valores indo de 10 a 100 pacotes, com incrementos de 10. Em cada simulação, todos os *buffers* do sistema tiveram capacidades iguais entre si. Foram usados cinco valores de taxa de injeção de dados: 10%, 20%, 30%, 40% e 50%, adotados uniformemente para todos os processadores do sistema. Portanto, houve conjuntos de 50 simulações, cada uma com uma combinação de capacidade de *buffer* versus taxa de injeção. Cada conjunto de 50 simulações foi realizado cinco vezes, variando-se o valor da semente do gerador de números aleatórios dos processadores entre simulações que usaram os mesmos parâmetros, para se obterem resultados mais confiáveis do ponto de vista estatístico do que se não houvesse repetições. Cada simulação durou 5000 ciclos de relógio.

3 RESULTADOS

Os resultados da taxa de sucesso média, em porcentagem, e do seu desvio padrão em relação à média são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Taxa de sucesso média (em porcentagem) e seu desvio padrão na chegada de pacotes aos seus destinos em função da taxa de injeção de pacotes pelos processadores e da capacidade dos buffers de entrada nos roteadores

capacidade os buffers (pacotes)	taxa de sucesso (%)				
	taxa de injeção de pacotes				
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
10	70,2±2,0	61,3±2,3	58,6±1,9	57,0±2,4	56,9±1,3
20	82,2±1,0	74,4±3,0	72,2±1,2	71,1±0,9	69,8±0,7
30	89,7±1,0	83,6±0,4	82,1±1,2	78,4±1,3	79,6±1,0
40	93,1±0,3	90,1±0,6	88,0±1,1	87,1±1,7	86,4±1,7
50	93,8±1,3	93,5±0,7	92,5±0,3	92,2±1,8	91,2±0,7
60	94,9±0,5	95,2±0,8	94,3±0,6	94,0±1,0	94,7±0,6
70	95,2±0,3	96,7±0,4	96,0±0,5	95,9±0,8	95,6±0,7
80	95,3±0,3	97,3±0,8	97,1±0,8	97,3±0,8	97,4±0,4
90	95,3±0,3	97,6±0,3	98,2±0,2	98,3±0,5	98,2±0,9
100	95,6±0,2	97,9±0,3	98,4±0,3	99,1±0,2	98,9±0,5

Na figura 3, vê-se que a função exponencial da expressão 1 se ajusta bem aos dados experimentais. A tabela 2 mostra a raiz do erro quadrático médio desta aproximação da taxa de sucesso para cada taxa de injeção.

Tabela 2 - Raiz do erro quadrático médio da aproximação exponencial da expressão 1

taxa de injeção de pacotes	raiz do erro quadrático médio
0,1	4,6 X 10 ⁻²
0,2	8,5 X 10 ⁻³
0,3	1,1 X 10 ⁻²
0,4	2,8 X 10 ⁻²
0,5	2,3 X 10 ⁻²

Os resultados mostram que, fixando-se o valor da taxa de injeção de pacotes (ou seja, restringindo-se a análise a uma única coluna qualquer da tabela), a taxa de sucesso aumenta continuamente com o aumento na capacidade dos buffers. Para qualquer um dos valores da taxa de injeção usados, vê-se que a taxa de sucesso supera os 95% quando a capacidade dos buffers é igual a 100, o máximo valor usado nos experimentos. Assim, pode-se supor que a taxa de sucesso tenda exponencialmente a 100% para a capacidade dos buffers tendendo ao infinito. Com isto, aparentemente, para uma taxa de injeção fixa, a relação entre a taxa de sucesso e a capacidade dos buffers é do tipo:

$$s = 1 - k_1 \cdot e^{-k_2 \cdot b} \quad (1)$$

em que s é a taxa de sucesso, k_1 e k_2 são constantes e b é a capacidade dos buffers. Para se testar esta hipótese, para cada valor de taxa de injeção, foram usados dois pares de valores de b e s , para a determinação de k_1 e de k_2 da expressão acima por meio de um sistema de duas equações e duas incógnitas. Neste procedimento, os valores escolhidos para b foram 30 e 60, para se ter pontos de interpolação a um terço e a dois terços do início da tabela, ou seja, bem distribuídos na faixa de valores usados para b . A figura 3 é o gráfico da relação entre s e b , para o caso particular em que a taxa de injeção vale 0,3. A linha azul corresponde aos dados experimentais e a linha verde é a curva traçada usando-se a expressão 1 com os valores de k_1 e de k_2 calculados para esta taxa de injeção. Curvas semelhantes foram obtidas para os demais casos de taxa de injeção. Há um par distinto de valores k_1 e k_2 para cada taxa de injeção usada nos experimentos.

Como quase todos os valores experimentais da taxa de sucesso (da tabela 1) estiveram entre 0,6 e 1,0, os erros na interpolação exponencial apresentados na tabela 2 foram relativamente pequenos. Isto é um indício de que a relação entre a taxa de sucesso e a capacidade dos buffers é bem modelada pela expressão 1.

Em seguida, avaliou-se a relação entre os valores das constantes k_1 e k_2 e a taxa de injeção de pacotes. Verificou-se que eles oscilaram sem um padrão simples, não sugerindo uma relação matemática usual como a do caso anterior.

Em sua forma geral, os dados da tabela 1 correspondem ao que se espera intuitivamente dos experimentos realizados. A taxa de sucesso tende a crescer com o aumento na capacidade dos buffers e

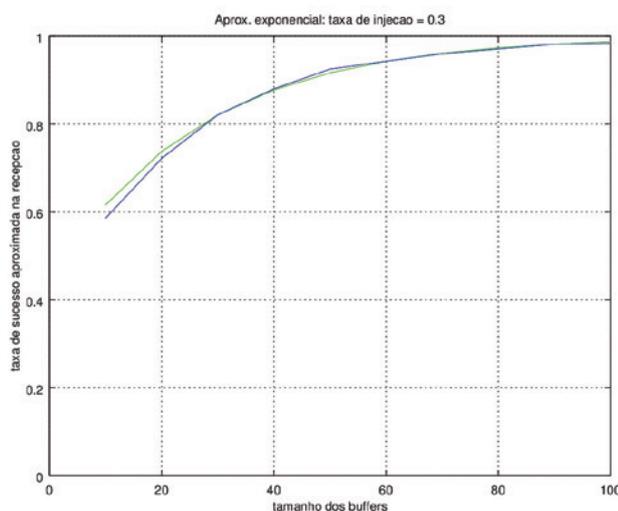


Figura 3 - Gráfico da relação entre a taxa de sucesso e a capacidade dos buffers, para a taxa de injeção fixa em 0,3. Linha azul: dados experimentais. Linha verde: interpolação por função exponencial.

tende a diminuir com o aumento na taxa de injeção. Mas, os resultados das últimas linhas da tabela 1 contrariam este princípio. Naquelas linhas, a taxa de sucesso está mais baixa quando a taxa de injeção também está mais baixa, embora se trate de resultados numericamente próximos entre si. Como estes resultados são a média de cinco séries de experimentos, eles não se devem simplesmente a oscilações aleatórias e devem ser investigados.

4 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Dos resultados dos experimentos, conclui-se que, conforme o esperado, em geral, o aumento nas capacidades dos *buffers* de entrada de roteadores numa rede intrachip melhora a taxa de sucesso na chegada de pacotes. Porém, num projeto, o aumento daquela capacidade não deve ser usado indiscriminadamente, visto que os *buffers* ocupam área no chip proporcional a suas capacidades, mas pode ocorrer que aumentos de capacidade acima de um certo valor não tenham mais efeito benéfico no tráfego de pacotes. O dimensionamento dos *buffers* deve levar em conta as condições de tráfego previstas para a rede, o que dependerá da aplicação do sistema.

A relação entre a taxa de sucesso no tráfego de pacotes e a capacidade dos *buffers* é bem modelada como sendo do tipo exponencial tendendo a 100% para capacidade dos *buffers* tendendo ao infinito, para valores fixos de taxa de injeção de pacotes. Mas, não foi encontrada uma relação simples entre os valores dos parâmetros da função exponencial usada e a taxa de injeção.

Uma proposta de trabalho futuro é a inclusão, neste estudo, da mensuração da relação entre a capacidade dos *buffers* de entrada e a área ocupada por eles em chips, usando-se uma determinada tecnologia. Isto exigirá que o mesmo sistema aqui usado seja descrito de forma mais próxima à implementação física do que ocorre em descrições em SystemC.

REFERÊNCIAS

ASLAM, M.A.; KUMAR, S.; HOLSMARK, R.; An Efficient Router Architecture and Its FPGA. Prototyping to Support Junction Based

Routing in NoC Platforms, 2013. **Euromicro Conference on Digital System Design** - DSD, Proceedings of, pp. 297-300, Los Alamitos, CA, EUA, 4 a 6 de setembro, 2013

ATIENZA, D.; ANGIOLINI, F.; MURALI, S.; PULLINI, A.; BENINI, L.; DE MICHELI, G.; Network-On-Chip Design and Synthesis Outlook, Integration-**The VLSI Journal**, vol. 41, n.3, pp. 340-359, ISSN 0167-9260, 2008

DALLY, W.J.; TOWLES, B.; Route Packets, not Wires: On-Chip Interconnection Networks, **Design Automation Conference**, 2001. Proceedings, pp. 684-689, ISSN=0738-100X, 2001

HASELMAN, M.; HAUCK, S.; The Future of Integrated Circuits: a Survey of Nanoelectronics, **Proceedings of the IEEE**, vol.98, pp. 11-38, ISSN 0018-9219, EUA, janeiro de 2010

KUMAR, A.S.; KUMAR, M.P.; MURALI, S.; KAMAKOTI, V.; BENINI, L.; DE MICHELI, G., A Simulation Based Buffer Sizing Algorithm for Network on Chips, **Proceedings of IEEE Computer Society Annual Symposium on VLSI (ISVLSI)**, 2011, pp. 206-211, 4-6 de Julho de 2011. Disponível em: < <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5992481&isnumber=5992459> >.

NULL, L.; LOBUR, J.; **The Essentials of Computer Organization and Architecture**, Jones and Bartlett Publishers, Inc., ISBN 0763737690, EUA, 2006

PANDA, P.R.; SystemC: A Modeling Platform Supporting Multiple Design Abstractions, **Proceedings of the 14th International Symposium on Systems Synthesis**, Montreal, Canada, pp. 75-80, ISBN 1-58113-418-5, ACM, New York, EUA, 2001

ZHANG, W.; WU, W.; ZUO, L.; PENG, X.; The Buffer Depth Analysis of 2-Dimension Mesh Topology Network-on-Chip with Odd-Even Routing Algorithm, **International Conference on Information Engineering and Computer Science, IEEE**, dezembro de 2009. Disponível em: < <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5363412&isnumber=5362514> >.

As edições anteriores podem ser consultadas como ponto de partida para a sua pesquisa científica!

2000

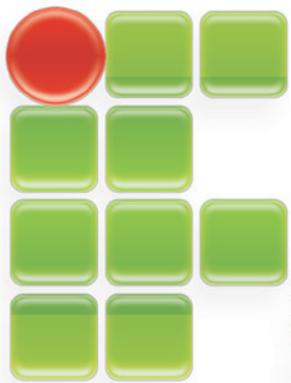


Caros pesquisadores,

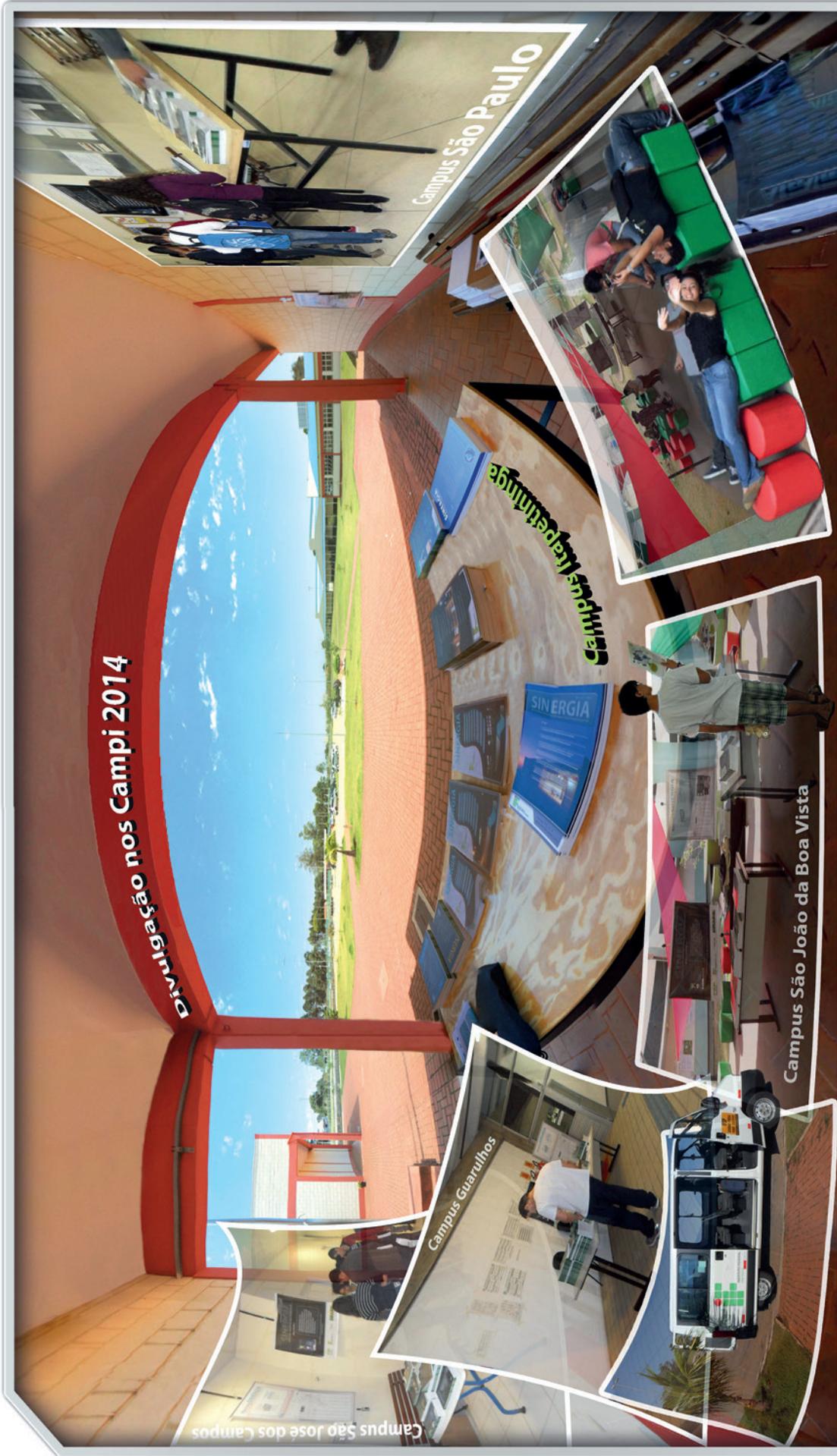
Os artigos das revistas impressas do ano de 2000 e posteriores, sob o número de ISSN 1677-499X, estão disponíveis no *site* em formato eletrônico, com o número de ISSN 2177-451X.

Este formato vem da tecnologia de arquivo pdf pesquisável, o qual facilitará a localização pelos mecanismos de busca da Internet, a pesquisa do conteúdo dos trabalhos e as citações em novos artigos científicos.

e-mail para submissão de artigos, sugestões: sinergia@ifsp.edu.br

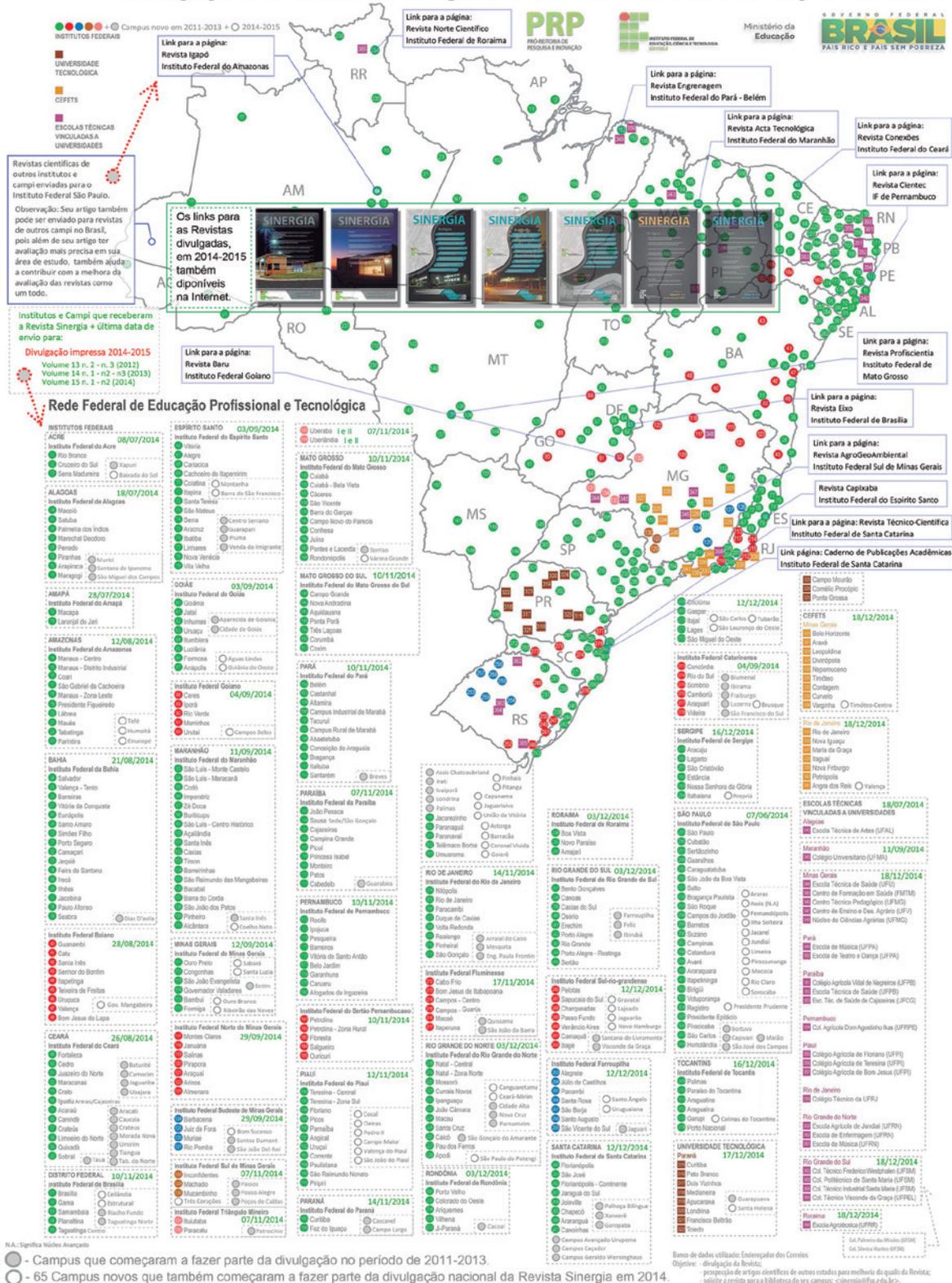


**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**



A Revista Sinergia visitou 5 campus em 2014 com a finalidade de ser conhecida pelos alunos dos diversos níveis de escolaridade e assim orientá-los para futuras publicações com base em pesquisa científica ou projeto de conclusão de curso. A divulgação também aproxima os docentes para futuros pareceres/avaliações em artigos enviados para publicação no periódico.

Divulgação da Revista Sinergia na Rede Federal de Educação em 2014



Qualis do trimestre abril/junho de 2015

Revista Sinergia impressa - ISSN 1677-499X

Revista Sinergia eletrônica - ISSN 2177-451X

Revista Sinergia eletrônica-artigos em inglês - ISSN 2177-806X

ISSN	Título	Estrato	Área de Avaliação	Classificação
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B4	INTERDISCIPLINAR	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ENGENHARIAS II	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	MEDICINA VETERINÁRIA	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E TURISMO	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	C	CÊNCIA DE ALIMENTOS	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	C	EDUCAÇÃO	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	C	ASTRONOMIA / FÍSICA	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ENGENHARIAS IV	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ENSINO	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ENGENHARIAS III	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	C	QUÍMICA	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	C	CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B4	ENGENHARIAS I	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B5	ENGENHARIAS II	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B4	INTERDISCIPLINAR	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B5	ENGENHARIAS IV	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B5	ENGENHARIAS III	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B5	FILOSOFIA/TEOLOGIA: subcomissão FILOSOFIA	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	C	LETRAS / LINGUÍSTICA	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	C	EDUCAÇÃO	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B4	ENFERMAGEM	Atualizado
2177-806X	Sinergia (FSP, English, Online)	B5	ENGENHARIAS II	Atualizado

Áreas do Conhecimento (breve descrição)

- Administração, Ciências Contábeis e Turismo;
- Astronomia/Física;
- Ciência de Alimentos (Ciência e Tecnologia de Alimentos);
- Ciência da Computação;
- Educação;
- Enfermagem (Enfermagem Médico-Cirúrgica, Enfermagem Obstétrica, Enfermagem Pediátrica, Enfermagem Psiquiátrica, Enfermagem de Doenças Contagiosas, Enfermagem de Saúde Pública);
- Engenharia I (Engenharia Civil, Engenharia Sanitária e Engenharia de Transportes);
- Engenharia II (Engenharia de Minas, Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Engenharia Química, Engenharia Nuclear);
- Engenharia III (Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção, Engenharia Naval e Oceânica, Engenharia Aeroespacial);
- Engenharia IV (Engenharia Elétrica e Engenharia Biomédica);
- Ensino (Ensino de Ciências e Matemática);
- Filosofia/Teologia: Subcomissão Filosofia;
- Interdisciplinar (Meio Ambiente e Agrárias, Sociais e Humanidades, Saúde e Biológicas, Engenharia/Tecnologia/Gestão);
- Letras/Linguística (Meio Ambiente e Agrárias, Sociais e Humanidades, Saúde e Biológicas, Engenharia/Tecnologia/Gestão);
- Química.

Disponível em: <<http://qualis.capes.gov.br/webqualis/>>. Acesso em: 15 agosto de 2013.

Iniciativas para melhoria da Qualis em: <<http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia>>.

Sobre a Qualis:

Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. Tal processo foi concebido para atender as necessidades específicas do sistema de avaliação e é baseado nas informações fornecidas por meio do aplicativo Coleta de Dados. Como resultado, disponibiliza uma lista com a classificação dos veículos utilizados pelos programas de pós-graduação para a divulgação da sua produção.

A estratificação da qualidade dessa produção é realizada de forma indireta. Dessa forma, o Qualis afere a qualidade dos artigos e de outros tipos de produção, a partir da análise da qualidade dos veículos de divulgação, ou seja, periódicos científicos.

A classificação de periódicos é realizada pelas áreas de avaliação e passa por processo anual de atualização. Esses veículos são enquadrados em estratos indicativos da qualidade - A1, o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5; C, com peso zero (o que pode significar pouca representatividade de artigos da área ou baixo impacto dos artigos).

Fonte: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/qualis/>>.

NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS Instruções para os autores (31/03/2015)

SINERGIA

"ações integradas para o importante papel social da pesquisa"

Nosso principal canal para envio de artigos está disponível em: < <http://ojs.ifsp.edu.br> >.

Neste portal, você também tem links para outras revistas do IFSP, que podem estar relacionados a área temática mais específica de sua linha de pesquisa. Conforme critérios de indexação da SciELO, as áreas são: Agrárias; Biológicas; Engenharias; Exatas e da Terra; Humanas; Linguística, Letras e Artes; Saúde e Sociais Aplicadas.

A **Revista Sinergia** é **Multidisciplinar**, e recebe artigos das diversas áreas do conhecimento.

Para auxílio na elaboração do artigo, temos o **Modelo de Elaboração de Artigo**, disponível em:

< <http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia/submissao.htm> >

Para submeter um artigo:

O link completo é: < <http://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia> > ou abreviado: < <http://ojs.ifsp.edu.br/> >.

Neste portal, basta se cadastrar e seguir os cinco passos do processo de submissão:

- 1 - Início: para o preenchimento das condições de submissão;
- 2 - Transferência do Manuscrito: para transferir o artigo do seu computador para o sistema;
- 3 - Metadados: para futuro auxílio na indexação do seu artigo;
- 4 - Transferência de Documentos Suplementares: você pode aproveitar para enviar as figuras e o **Termo de Autorização e Responsabilidade**, disponível no portal.
- 5 - Confirmação: para concluir o envio do seu artigo.

Nosso segundo canal para envio de artigos (caso não tenha acesso ao sistema):

E-mail: < sinergia@ifsp.edu.br >, com os seguintes documentos a serem enviados:

- Artigo original (não publicado ou impresso em outro periódico), com até 14 páginas, em duas cópias, sendo uma não identificada e sem qualquer tipo de metadados ou informações pessoais para envio deste ao parecerista;
- Ilustrações ou figuras que não vierem junto ao texto;
- **Termo de Autorização e Responsabilidade**, disponível no site:
< http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia/documentos/autorizacao_responsabilidade.pdf >.

Nosso terceiro canal para envio de artigos:

Em último caso, você também pode enviar seu Artigo, Ilustrações e Termo de Autorização e Responsabilidade via Correios: Rua Pedro Vicente, 625 - Canindé - São Paulo - SP - CEP 01109-010.

Podemos adiantar alguns pontos do **Modelo de Elaboração de Artigo**:

• As ilustrações escaneadas no tamanho original, devem ter 300 DPI, ou com melhor legibilidade possível, o tamanho mínimo 7,5x7,5cm e máximo de 15,5x15,5cm. Serão exigidas a indicação de fonte e a autorização para reprodução, quando se tratar de ilustrações já publicadas.

• Os originais devem ser precedidos de título, resumo e palavras-chaves em Português e Inglês. O Resumo, de 100 palavras (Norma da ABNT NBR 6028:2003). As palavras-chave devem ser antecedidas da expressão *Palavras-chave*, separadas entre elas por ponto e finalizadas também por ponto (Norma da ABNT NBR 6022:2003).

• Na Tabela 1, temos a orientação básica de formatação, já na tabela 2, as normas da ABNT adotadas pelo periódico.

• Em fechamento de edição, daremos preferência para artigos com as normas da ABNT NBR aplicadas.

A revista não se responsabiliza pelas opiniões, afirmações ou questões similares emitidas pelos autores.

Tabela 1 - Orientação básica para formatação

Elementos:	Tamanho:	Aparência:	
		Fonte Times New Roman com espaçamento de entrelinhas simples	
Título	13 pontos	Maiúscula/Negrito	Centralizado
Subtítulo	12 pontos	Negrito	Centralizado
Autore(s)	12 pontos	Normal	Centralizado
Breve currículo	8 pontos	Normal	Centralizado
Resumo	12 pontos	Itálico/Negrito	Justificado
Texto	12 pontos	Normal	Justificado
Legendas	8 pontos	Normal	Esquerda
Referências	12 pontos	Normal	Vide-Normas

Tabela 2 - Orientação básica para formatação

Normas básicas aplicadas na Revista - para autores	
ABNT NBR 10520:2002	Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação
ABNT NBR 6024:2003	Informação e documentação - Numeração progressiva das seções de um documento escrito
ABNT NBR 6023:2002	Informação e documentação - Referências
ABNT NBR 6028:2003	Informação e documentação - Resumo
ABNT NBR 6022:2003	Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa
ABNT NBR 10719:1989	Apresentação de relatórios técnico-científicos
ABNT NBR 12256:1992	Apresentação de originais
ABNT NBR 6033:1989	Ordem alfabética
IBGE	Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993.
Normas aplicadas na estrutura do periódico	
ABNT NBR 12225:2004	Informação e documentação - Lombada - Apresentação
ABNT NBR 6021:2003	Informação e documentação - Publicação periódica científica impressa - Apresentação
ABNT NBR 10525:2005	Informação e documentação - Número Padrão Internacional para Publicação Seriada - ISSN
ABNT NBR 13031:1993	Apresentação de publicações oficiais
ABNT NBR 6025:2002	Informação e documentação - Revisão de originais e provas
ABNT NBR 6027:2003	Informação e documentação - Sumário - Apresentação
ABNT NBR 12626:1992	Métodos para análise de documentos - Determinação de seus assuntos e seleção de termos de indexação - Recomendável para as bibliotecas.
ABNT NBR 5892:1989	Norma para datar
ABNT NBR 6032:1989	Abreviação de títulos de periódicos e publicações seriadas
ABNT NBR 6034:2004	Informação e documentação - Índice - Apresentação

Desde 29/09/2002, a Revista Sinergia é indexada na base de dados Latindex e, indexar uma revista, significa, além de seguir critérios das principais bases de indexação, também cumprir padrões internacionais de publicação. A partir do ano de 2012, retomamos a reformulação constante do periódico, tomando como referência inicial, os critérios da SciELO, um documento de 2004 que recomendava a indicação das principais datas do processo de arbitragem - compreendendo as datas de recebimento e aprovação dos artigos - com o propósito de melhorar cada vez mais o trâmite editorial, tornando mais rápido o intervalo entre o recebimento e a publicação de artigos. O periódico seguiu também, constantes mudanças de periodicidade: semestral, quadrimestral e atualmente trimestral, para assim acolher mais artigos e começar a focar a em áreas com mais demandas para publicação. A próxima mudança de periodicidade para bimestral, vai depender do volume de artigos submetidos ao periódico, bem como o desempenho do trâmite editorial.

Para a eficiência do trâmite editorial, bem como a transparência deste, adotamos com base nos novos critérios de indexação da SciELO de outubro de 2014, o Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (OJS - < <http://ojs.ifsp.edu.br> >), para tornar transparente o processo editorial para os autores. Os novos critérios também orienta a adoção do título dos manuscritos/artigos em inglês, bem como outras adaptações que serão observadas nas próximas edições, com alterações contínuas.

Também, pelo segundo ano consecutivo, o periódico mantém contato com os principais Coordenadores de área da Capes/CNPq, para que possam acompanhar o impacto dos artigos publicados na Sinergia.

Quanto a qualidade dos artigos, contamos hoje com a colaboração de mais de 100 pareceristas das diversas áreas do conhecimento e titularidades, com avaliações de fundamental importância para a produção do conhecimento científico. Ao avaliar um artigo, além do conhecimento compartilhado e aperfeiçoado, é possível também fazer parte dos créditos do periódico e atualizar com estas informações, o Currículo Lattes para posteriormente acumular pontos para obtenção de mestrado/doutorado.

Tabela 3 - Contagem acumulada da produção editorial e número de artigos da Revista Sinergia - Segundo Trimestre de 2015, conforme Áreas do Conhecimento do CNPq

Área Temática	Número de artigos
Engenharias	7
Exatas e da Terra	8
Sociais Aplicadas	3
Humanas	2
Total:	20

CONTATO: REVISTA SINERGIA

<http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia>
sinergia@ifsp.edu.br

Carlos Frajuca - tel.: (11) 3775-4570

Ademir Silva - tel.: (11) 3775-4570/2763-7679

Rua Pedro Vicente, 625 — Canindé

São Paulo — SP — CEP 01109-010

Tabela 4 - Fluxo de produção editorial e número de artigos mínimo e recomendado por ano e área temática - SciELO

Área Temática	Periodicidade		Número de artigos	
	Mínima	Recomendada	Mínimo	Recomendado
Agrárias	Trimestral	Bimestral	60	75
Biológicas	Trimestral	Bimestral	65	85
Engenharias	Trimestral	Bimestral	48	60
Exatas e da Terra	Trimestral	Bimestral	45	55
Humanas	Quadrimestral	Trimestral	25	35
Linguística, Letras e Artes	Quadrimestral	Trimestral	20	25
Saúde	Trimestral	Bimestral	60	80
Sociais Aplicadas	Quadrimestral	Trimestral	25	35



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
REVISTA SINERGIA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO E RESPONSABILIDADE

Eu,,
natural de,
nacionalidade, profissão,
residente e domiciliado (a) na Rua,
..... n °, Bairro,
CEP, Cidade,
UF, RG nº:, SSP/....., e-mail:.....,
telefone: e CPF nº,
pelo presente instrumento particular, declaro que o trabalho intitulado ..
.....
..... é de minha autoria juntamente com os (co) autores a seguir:
..... e com ciência
deles, autorizo a sua reprodução total, por meio eletrônico e impresso, a título gratuito,
inclusive de fotografias, ilustrações etc. que se refiram a pessoas ou instituições e que
estejam contidas no trabalho, para publicação na Revista *Sinergia*, um periódico científico-
tecnológico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, situado na
Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé - São Paulo – SP – CEP 01109-010.

O artigo submetido à Revista Sinergia não pode ter sido publicado em outro periódico
e tampouco ter sido submetido simultaneamente a outro periódico.

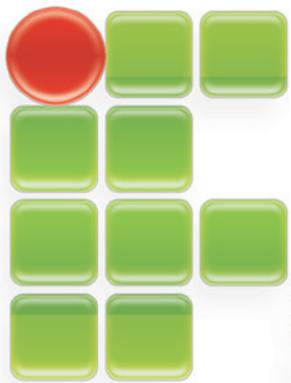
Se comprovado plágio em qualquer trabalho publicado, a Revista *Sinergia* isenta-se de
qualquer responsabilidade, devendo seu(s) autor(es) arcar(em) com as penalidades previstas em lei.

A aceitação do artigo pelo Conselho Editorial implica automaticamente a cessão dos
direitos autorais relativos ao trabalho, cujo os direitos seguem os termos da Creative Commons:

<<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/>>

São Paulo, de de 20.....

.....
Autor responsável pela inscrição do trabalho



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da Escola Técnica Federal
de São Paulo

O INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – é uma autarquia federal de ensino.

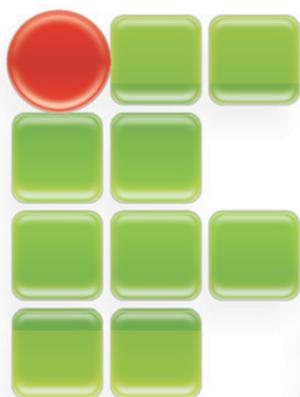
Fundada em 1909, como Escola de Aprendizes Artífices, é reconhecida pela sociedade paulista por sua excelência no ensino público gratuito de qualidade.

Durante seus anos de história, recebeu, também, os nomes de Escola Técnica Federal de São Paulo e Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo. Com a transformação em Instituto, em dezembro de 2008, passou a ter relevância de universidade, destacando-se pela autonomia.

Com a mudança, o Instituto Federal de São Paulo passou a destinar 50% das vagas para os cursos técnicos e, no mínimo, 20% das vagas para os cursos de licenciatura, sobretudo nas áreas de Ciências e da Matemática. Complementarmente, continuará oferecendo cursos de formação inicial e continuada, tecnologias, engenharias e pós-graduação.

Além dos cursos presenciais, o Instituto Federal de São Paulo oferece os cursos Técnicos em Administração e em Informática para Internet e, a partir de 2012, o superior de Formação de Professores na modalidade de Ensino a Distância (EaD).

O IFSP é organizado em estrutura multicampi e possui 39 campi e 20 polos de educação a distância divididos pelo estado de São Paulo.



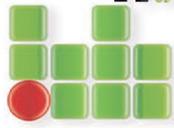
**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da Escola Técnica Federal de São Paulo

HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da Escola Técnica Federal de São Paulo

HOMEM & TÉCNICA
Escola Técnica Federal de São Paulo

HOMEM & TÉCNICA
Escola Técnica Federal de São Paulo



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO

Mapa dos câmpus 2015



N.A. - Significa: Núcleo Avançado.

C.A. - Significa: Câmpus Avançado - extensão de um câmpus já existente, com possibilidade de oferecer os mesmos cursos ou cursos novos em uma nova região.

Elaboração cartográfica: Leandro Henrique da Silva. Arte Final: Vitor Hugo de Rosa. Softwares: Phlicarto/Inkspace. Mapa Vetorial: Wikimedia Commons.
Fonte: SIMEC/IBGE/PRE, junho 2015.



**MAIS DO QUE
CONHECIMENTO,
CONSTRUÍMOS
VALORES
PARA A VIDA.**

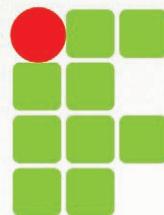
O **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo** oferece ensino profissionalizante gratuito, da educação básica à pós-graduação, para milhares de jovens e adultos.

Com 105 anos de história, o **IFSP** forma cidadãos capacitados nas áreas de Controle e Processos Industriais, Gestão e Negócios, Informação e Comunicação, Infraestrutura, Recursos Naturais, Produção Industrial e Hospitalidade e Lazer.

Você pode optar por mais de 80 cursos entre técnicos, superiores e pós-graduação, além de cursos a distância e de curta duração.

Instituto Federal de São Paulo. O futuro começa aqui.

CAMPI: ARARAQUARA • ARARAS • ASSIS • AVARÉ • BARRETOS • BIRIGUI • BOITUVA • BRAGANÇA PAULISTA • CAMPINAS • CAMPOS DO JORDÃO • CAPIVARI • CARAGUATATUBA • CATANDUBA • CUBATÃO • GUARULHOS • HORTOLÂNDIA • ITAPETININGA • JUNDIAÍ • LIMEIRA • MATÃO • MOCOCA • PIRACICABA • PRESIDENTE EPITÁCIO • PRESIDENTE PRUDENTE • REGISTRO • SALTO • SANTOANDRÉ • SÃO CARLOS • SÃO JOÃO DA BOA VISTA • SÃO JOSÉ DOS CAMPOS • SÃO PAULO • SÃO ROQUE • SERTÃOZINHO • SOROCABA • SUZANO • UBATUBA • VOTUPORANGA **POLOS EAD:** ARARAQUARA • ARARAS • BARRETOS • BOITUVA • CARAPICUÍBA • CAPIVARI • DIADEMA • FRANCA • GUAÍRA • GUARATINGUETÁ • GUARULHOS • ITAPETININGA • ITAPEVI • PRESIDENTE EPITÁCIO • REGISTRO • SÃO JOÃO DA BOA VISTA • SÃO JOSÉ DO RIO PRETO • SÃO JOSÉ DOS CAMPOS • SÃO PAULO • SÃO ROQUE • SERRANA • TARUMÃ • VOTUPORANGA. PARA CONHECER MAIS SOBRE A FEDERAL, ACESSE WWW.IFSP.EDU.BR



**INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO**