

SINERGIA

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

Artigos

AVALIAÇÃO DO CLIMA ORGANIZACIONAL NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CAMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP

FORMAÇÃO DO TÉCNICO EM INFORMÁTICA PERANTE OS PILARES DA SUSTENTABILIDADE

SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NAS REDES SOCIAIS

TESTE DE USABILIDADE DO SISTEMA OPERACIONAL MICROSOFT WINDOWS 8 -
CONSUMER PREVIEW

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA TAXA DE PROPAGAÇÃO DE TRINCA POR
FADIGA DE EIXOS FERROVIÁRIOS

EXTRAÇÃO DE RNA DE ROTAVÍRUS A PARTIR DE FEZES DE SUÍNOS

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE REPETIÇÃO ESPAÇADA POR MEIO DE FLASHCARDS
VIRTUAIS PARA O AUMENTO DA MEMORIZAÇÃO NA APRENDIZAGEM

UTILIZANDO UMA TÉCNICA DO PSEUDOSSINCRONISMO PARA PROLONGAR O TEMPO
DE VIDA DE UMA REDE DE SENSORES SEM FIO

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA:
UMA APLICAÇÃO NA IRRIGAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR

A INFLUÊNCIA DA MICROESTRUTURA SOBRE A RESISTÊNCIA À CORROSÃO DA LIGA ZA27



PRESIDENTA DA REPÚBLICA
Dilma Rousseff

MINISTRO DA EDUCAÇÃO
José Henrique Paim

SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Marco Antonio de Oliveira

REITOR
Eduardo Antonio Modena

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

PRÓ-REITORA DE ENSINO
Cynthia Regina Fischer

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 *CAMPI*

Araraquara - Ednilson Geraldo Rossi
Avaré - Sebastião Francelino da Cruz
Araras - Andrea Cristina Zoca
Barretos - Sérgio Vicente Azevedo
Birigui - Robson de Miranda Soares
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 - João Roberto Moro
Catanduva - Márcio Andrey Teixeira
Cubatão - Robson Nunes da Silva
Guarulhos - Joel Dias Saade
Hortolândia - José Ricardo Moraes de Oliveira
Itapetininga - Hagnar Orlando Hammarstrom
Jacareí - Luz Marina Poddís
Jundiaí - Reginaldo Vitor Pereira
Matão - Alexandre Moraes Cardoso
Piracicaba - Ricardo Naoki Mori
Presidente Epitácio - Ítalo Alves Motorio Junior
Registro - Walter Augusto Varella
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
Suzano - Breno Teixeira Santos Fernocho
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.15 n.4 - outubro/dezembro 2014 - São Paulo

TRIMESTRAL

ISSN 2177-451X

Sinergia

São Paulo

v. 15

n. 4

p. 251-334

out./dez. 2014

EDITOR - Dr. Francisco Manoel Filho

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. Raul de Souza Püschel - IFSP
Dra. Suely Corvacho - IFSP
Dra. Vera Socci - Universidade de Mogi das Cruzes

JORNALISTA RESPONSÁVEL
Marilza Helena Ataliba/Mtb. 025129/SP

DIAGRAMAÇÃO, NORMALIZAÇÃO,
REVISÃO DE PROVA E LAYOUT, ARTE FINAL
IMPRESSA/ELETRÔNICA, MAPA DA REDE FEDERAL,
DIVULGAÇÃO NOS CAMPI - 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

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

DIVULGAÇÃO ELETRÔNICA - Ademir Silva

SISTEMA ELETRÔNICO (OJS) - Bruno Jamalero/Diego Valente

INFRAESTRUTURA DE INTERNET/HARDWARE
Eduardo Leal/José Aparecido/Paulo Kawashi/André Luiz Vieira
Dárcio Teófilo/André Luis Amorim/Pedro Fantinatti/Evaldo Souza

INFRAESTRUTURA SOFTWARES - Gabriel Marcelino

CRÉDITOS DE PARTICIPAÇÃO ADMINISTRATIVA
Suzana Mayumi Iha Chardulo/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

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
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
Luciana Oliveira/Fabiola Malerbi
Francisco de Assis Spagnuolo Júnior/Graziela F. Ledesma

FICHA CATALOGRÁFICA - Angela Halen Claro Bembem

REVISÃO
Graziela Bachião P. de Paula (Português)
Graziela Bachião P. de Paula (Inglês)

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/>

Disponível também em:
<http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia>
sinergia@ifsp.edu.br

Francisco Manoel tel.: +55 9 (11) 3775-4570
Ademir Silva tel.: +55 9 (11) 3775-4570/2763-7679

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



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

S616s Sinergia: Revista Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. – v. 15, n. 4 (out./dez. 2014).
– São Paulo : Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2014.
71 p. ; 30 cm
ISSN 2177-451X

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

CDD 500

SUMÁRIO

EDITORIAL

Francisco Manoel Filho 255

Administração, Ciências Contábeis e Turismo/Educação

AVALIAÇÃO DO CLIMA ORGANIZACIONAL NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CAMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP

Gilson Rogério Marcomini/João Paulo Pereira/Diego Cesar Valente e Silva/Gabriel Marcelino Alves

Wilson Sérgio de Araújo Rocha 257

Educação/Ensino

FORMAÇÃO DO TÉCNICO EM INFORMÁTICA PERANTE OS PILARES DA SUSTENTABILIDADE

Fernanda Carla de Oliveira Prado/Luciel Henrique de Oliveira..... 263

Ciência da Computação

SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NAS REDES SOCIAIS

Emilia dos Santos Martins/Francisca Janaína Vieira Lucas/Raimundo Claudio da Silva Vasconcelos..... 272

Ciência da Computação

TESTE DE USABILIDADE DO SISTEMA OPERACIONAL MICROSOFT WINDOWS 8 - CONSUMER PREVIEW

Daniela Rodrigues Azevedo/Geiza Caruline Costa/Marcelo Ken Nagatani Koga

Paulo Antônio Ferreira/Thiago Schumacher Barcelos 279

Engenharias II (Materiais)

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA TAXA DE PROPAGAÇÃO DE TRINCA POR FADIGA DE EIXOS FERROVIÁRIOS

Luiz Gustavo de Oliveira/Valdir Alves Guimarães..... 285

Medicina Veterinária/Enfermagem

EXTRAÇÃO DE RNA DE ROTAVÍRUS A PARTIR DE FEZES DE SUÍNOS

Taiany Krum de Freitas/Jean Carlos Deschamps/André Luis Fachini de Souza/Marlise Pompeo Claus..... 292

Ensino

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE REPETIÇÃO ESPAÇADA POR MEIO DE FLASHCARDS VIRTUAIS PARA O AUMENTO DA MEMORIZAÇÃO NA APRENDIZAGEM

Diogo Correia A. Silva/Andreia Carniello/Adriana Carniello 298

Engenharias IV

UTILIZANDO UMA TÉCNICA DO PSEUDOSSINCRONISMO PARA PROLONGAR O TEMPO DE VIDA DE UMA REDE DE SENSORES SEM FIO

Inacio Henrique Yano/Vitor Chaves de Oliveira/Mauricio Becker/Andreiwid Sheffer Correa 303

Engenharias II

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: UMA APLICAÇÃO NA IRRIGAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR

Alexandre Calheiros Alvarenga/Vitor Hugo Ferreira/Márcio Zamboti Fortes 311

Engenharias II (Materiais)

A INFLUÊNCIA DA MICROESTRUTURA SOBRE A RESISTÊNCIA À CORROSÃO DA LIGA ZA27

Santos, G.A./Osório, W.R./Moura Neto, C./Garcia, A. 319

Revisores/Pareceristas *ad hoc*

Ma. Adriana Gomes de Moraes - USP
Dra. Adriana Carniello - INPE
Me. Adriano de Souza Marques - UNESP-Bauru
Me. Airton José Vinholi Júnior - UFMS
Dra. Ana Lúcia Gatti - USJT
Ma. Andreia Dal Ponte Novelli - USP
Ma. Andrieli Bianca Rodrigues Camilo - USJT
Me. Alexandre Maniçoba de Oliveira - USP
Me. Alexandre Shigunov Neto - IFSP-Itapetinga
Dra. Amanda Cristina Teagno Lopes Marques - USP
Dr. Almir Fernandes - USP
Dr. Antônio Carlos da Fonseca Bragança Pinheiro - USP
Dr. Armando Traldi Junior - PUC-SP
Dr. Aron Jose Pazin de Andrade - UFMG
Dr. Augusto Massashi Horiguti - 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. Cíntia Gonçalves Mendes da Silva - USP
Me. Claudio Nei Nascimento da Silva - UCB
Dra. Cristina Pereira de Araujo - USP
Bel. Danilo 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
Bel. Elisabeth Alves - UNIMARCO
Dra. Elisandra Aparecida Alves da Silva - USP
Dr. Emerson dos Reis - UNICAMP
Me. Enzo Basílio Roberto - IFPA
Me. Erico da Silva Costa - IFSP-Caraguatatuba
Dra. Fátima Beatriz De Benedictis Delphino - PUC-SP
Bel. Fernanda Conciani - UFMT
Dra. Flavia Maria Esteves Machado - UNESP
Dr. Francisco Rafael Martins Soto - USP
Me. Francisco Regis Vieira Alves - UFC
Dr. Francisco Yastami Nakamoto - USP
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
Me. José Orlando Balastrello Junior - UNITAL
Dr. José Aquiles Baesso Grimoni - USP
Bel. Karina Menegaldo Dias - UNIFESP
Me. Leandro Henrique da Silva - USP
Dra. Leticia Souza Netto Brandi - UNICAMP
Dra. Lília Santos Abreu-Tardelli - PUC
Ma. Liliane Garcia da Silva Moraes Rodrigues- IFTO
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
Me. Marco Aurélio Granero Santos - USP
Dr. Marcio Zamboti Fortes - USP

•••
Dr. Marcone Susumu Gomazako - UNICAMP
Dr. Marcos Antonio Santos de Jesus - UNICAMP
Ma. Maria Cristina de Siqueira Nogueira Barelli - UNICAMP
Dra. Mariana Pellissari Monteiro Aguiar Baroni - INPE
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
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
Dr. Rodrigo Campos Bortoletto - FEI
Dra. Rosana Camargo - USP
Dra. Sandra Pereira Falcão - USP
Dr. Sergio Luiz Kyrillos - UNIP
Ma. Siony Silva - UNIBAN
Ma. Sílvia Vitória de Oliveira - USP
Dra. Suely Corvacho - USP
Me. Thiago Schumacher Barcelos - USP
Dra. Vania Battestin Wiendl - UNICAMP
Dra. Vanessa Meloni Massara - USP
Dra. Vilanice Alves de Araujo Puschel - USP
Ma. Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis - UNICAMP
Bel. Vinícius Fausto Chaves - IFSP

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 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;
- 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 de revisor:
sinergia@ifsp.edu.br

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

EDITORIAL

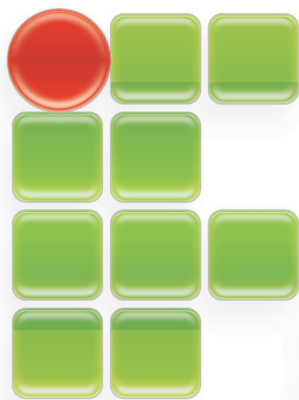
Francisco Manoel Filho¹

Esta é a quarta edição do periódico que passou a ser trimestral a partir deste ano. Temos agora quatro revistas por ano que formam o Volume 15. Com 10 artigos por revista, somamos 40 artigos.

Quanto a revista, continua-se o trabalho para melhor qualificação do periódico no futuro, entre as iniciativas, a Revista Sinergia passou a contar com 100 revisores/pareceristas, com isto, estamos abertos a novas solicitações para o quadro de revisores em que a revista obteve Qualis em 2013. A maior demanda está na área de Ciências da Computação e Engenharias. Os artigos submetidos passaram a ser analisados em *double-blind review*, ou seja, pelo menos dois pareceristas/revisores fazem avaliação de um mesmo artigo científico, sendo estes enviados e recebidos sem identificação de autores e avaliadores. Nos relatórios finais desta edição, é possível acompanhar as Qualis obtidas pelo periódico outubro/dezembro de 2014, segundo avaliação da Capes.

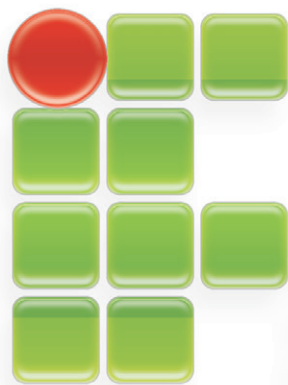
Também, a revista visitou 5 campi em 2014, além do *Campus* São Paulo, Guarulhos, São João da Boa Vista, São José dos Campos e Itapetininga, com a finalidade de orientar os interessados para futuras publicações. Já o Mapa de Divulgação na Rede Federal nos relatórios finais desta edição, conta com 65 campi novos em 2014 que recebem o Periódico. Ficamos felizes com cada novo campus implantado, como também para possíveis citações pelo apoio de divulgação dos diretores e bibliotecários destes campi.

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.



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

¹ Engenheiro de Produção - USP.



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

AVALIAÇÃO DO CLIMA ORGANIZACIONAL NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CAMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP

Data de entrega dos originais à redação em 08/10/2014
e recebido para diagramação em 09/11/2014.

Gilson Rogério Marcomini ¹
João Paulo Pereira ²
Diego Cesar Valente e Silva ³
Gabriel Marcelino Alves ⁴
Wilson Sérgio de Araújo Rocha ⁵

O estudo do clima organizacional possibilita uma análise gerencial ampla sobre os níveis de satisfação dos colaboradores nas organizações tanto em empresas, como em outros tipos de instituições, como escolas, órgãos governamentais, organizações não governamentais (ONG's), etc. Desse modo, ao elaborar-se um estudo sobre o clima organizacional, busca-se conhecer alguns aspectos que influenciam na satisfação dos colaboradores em relação ao ambiente organizacional que estão inseridos. Dessa forma, esse estudo procurou conhecer os principais aspectos do clima organizacional no Instituto Federal de Educação, no Campus de São João da Boa Vista, SP, buscando identificar e mensurar os níveis de satisfação dos professores dessa instituição. Assim sendo, foi aplicado um questionário baseado no modelo de pesquisa de clima organizacional desenvolvido por Sbragia (1983), que considera vinte aspectos a serem analisados. No entanto, o estudo utilizou-se de apenas onze aspectos que se enquadram às características da escola estudada. Ao analisar-se os resultados obtidos, pode-se perceber que a satisfação docente é percebida em nove aspectos (Cooperação, Consideração Humana, Estrutura, Identidade, Ênfase na Participação, Prestígio Obtido, Condições de Progresso, Autonomia Presente e Apoio Logístico Proporcionado), e os níveis de insatisfação ocorrem em dois aspectos (Recompensa e Clareza Percebida).

Palavras-Chaves: Clima Organizacional. Ensino Médio. Avaliação. Satisfação. Docentes.

The study of organizational climate allows a wide managerial analysis about the levels of satisfaction of employees in organizations both in firms as in other kinds of institutions, such as schools, government agencies, Non-Governmental Organizations (NGOs), etc. Thus, in developing a study about organizational climate, aim is to know some aspects which influence in the employees satisfaction with respect to the organizational environment that are inserted. In this way, this study aimed to know the major aspects of the organizational climate at the Federal Institute of Education, Campus de São João da Boa Vista, SP, attempt to identify, and to measure, the satisfaction levels of teachers of the institution. So, has been applied a questionnaire based upon the in the template of organizational climate research developed by Sbragia (1983), which considers twenty aspects to be analyzed. However, the study used of only eleven points that fit the features of the school studied. When analyzing the results obtained, can perceive that the teacher satisfaction is perceived in nine aspects (Cooperation, Human Consideration, Structure, Identity, Emphasis on the Participation, Obtained Prestige, Conditions of Progress, Present Autonomy and Logistics Support Proportioned) and the levels of dissatisfaction occurs in two aspects (Rewards and Perceived Clarity).

Keywords: Organizational Climate. High School. Valuation. Satisfaction. Teachers.

- 1 Graduado em Administração. Mestre em Sistemas de Produção na Agropecuária. Professor EBT no Instituto Federal de São Paulo Campus São João da Boa Vista. Telefone (19) 99819 3575. E-mail: < gilson.professor@yahoo.com.br >.
- 2 Graduado em Administração. Mestrando em Sustentabilidade. Administrador no Instituto Federal de São Paulo Campus São João da Boa Vista. Telefone (19) 98190 9826. E-mail: < joaopaulo@ifsp.edu.br >.
- 3 Doutorando em Biotecnologia. Mestre em Engenharia Elétrica. Professor EBT no Instituto Federal de São Paulo Campus São João da Boa Vista. Telefone (19) 98433 1234. E-mail: < diegovalente@ifsp.edu.br >.
- 4 Graduado em Ciência da Computação. Mestre em Ciência da Computação. Professor EBT no Instituto Federal de São Paulo Campus São João da Boa Vista. Telefone (19) 98303 7231. E-mail: < gabriel.marcelino@ifsp.edu.br >.
- 5 Graduado em Engenharia Elétrica. Mestre em Ensino de Química. Professor EBT no Instituto Federal de São Paulo Campus São João da Boa Vista. Telefone (19) 99344 0475. E-mail: < prof.wrocha@gmail.com >.

1 INTRODUÇÃO

O clima organizacional é uma ferramenta que possibilita uma análise gerencial ampla sobre os níveis de satisfação dos colaboradores nas organizações, sejam empresas, sejam outros tipos de instituições, como escolas, órgãos governamentais, organizações não governamentais (ONG's) etc. Desse modo, ao elaborar-se um estudo sobre o clima organizacional, as partes interessadas buscam conhecer alguns aspectos que influenciam na satisfação dos colaboradores em relação ao ambiente organizacional que estão inseridos.

No meio empresarial é muito comum o estudo do clima organizacional, visando compreender os níveis de satisfação e insatisfação dos colaboradores em relação aos vários atributos relacionados ao seu trabalho, bem como a outros aspectos pertinentes no contexto global dos negócios que a empresa desempenha.

No entanto, em outros tipos de organizações como escolas públicas, esse tipo de estudo não é tão utilizado como nas empresas, em virtude de vários aspectos. Dessa maneira, os gestores de escolas públicas não conseguem obter informações científicas relacionados ao tema, tendo que tomar as decisões relacionadas aos seus colaboradores, na sua maioria composta por professores, baseado em outros fatores, e em muitas vezes essas decisões são baseadas na experiência profissional desses gestores ou em alguns aspectos empíricos, que podem não produzir os resultados desejados.

Dessa forma, esse estudo procurou conhecer os principais aspectos do clima organizacional no Instituto Federal de Educação, no *Campus* de São João da Boa Vista, SP, buscando identificar e mensurar os níveis de satisfação dos professores dessa instituição, com o intuito de fornecer informações para que os gestores da instituição possam tomar decisões relacionadas aos aspectos que podem proporcionar satisfação ou insatisfação nos seus colaboradores, em específico, o corpo docente da organização.

O tema justifica-se pelo interesse em conhecer como é o clima organizacional em instituições públicas federais de ensino.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Clima e Cultura Organizacional

O estudo do clima organizacional tem-se mostrado de grande importância no contexto empresarial na atualidade. As grandes transformações ocorridas no mundo nos anos após 1990 evidenciaram novas formas de gestão, visando alcançar os objetivos empresariais (LUZ, 2009).

Assim sendo, a forma de gerir uma organização modificou-se, exigindo novos olhares dos gestores, que não eram necessários antes de 1990. Em específico no Brasil, após o governo Collor,

mudanças significativas ocorreram, aumentando a concorrência, a competitividade das empresas e a busca pelos objetivos empresariais, como aumento do lucro, redução de custos, posicionamento no mercado, qualidade, sustentabilidade, entre tantos, se tornou cada vez mais complexa.

Deste modo, analisar e estudar o clima organizacional em uma organização é uma potente ferramenta para poder avaliar como as pessoas se sentem perante a organização, em diversos aspectos, podendo dessa forma, melhorar aspectos que estão sendo bem direcionados, como também corrigir, ou implementar aspectos que são falhos ou inexistentes (BISPO, 2006).

De acordo com Chiavenato (2003), os primeiros estudos no campo da administração das organizações surgiram no início do século XX, com a introdução das Teorias Clássicas, notadamente com a Escola da Administração Científica, desenvolvida por Taylor, e a Escola Clássica, apresentada por Fayol. A esse respeito, a escola científica possuía preocupação básica em aumentar a produtividade da empresa por meio do aumento da eficiência operacional, focando a análise e divisão do trabalho do operário, sendo uma abordagem caracterizada como "de baixo para cima" e das "partes para o todo".

De acordo com Rizzatti (2002) os primeiros estudos sobre clima organizacional foram desenvolvidos nos Estados Unidos, no início dos anos 1960 com os trabalhos de Forehand e Gilmer, no movimento da Administração chamado de Comportamentalismo.

Assim sendo, para compreender o conceito de clima organizacional torna-se necessário considerar algumas de suas propriedades, seja através do estudo de aspectos conceituais, quanto através da análise e da definição de modelos específicos para a pesquisa de clima em determinadas organizações, visto que o tema torna-se relevante pelo fato de estudar o funcionamento da organização através de diversas variáveis, fato que deixa de lado a abordagem unilateral e linear (KELLER e AGUIAR, 2004). Segundo Resende e Benaiter (1997, p.52) o clima organizacional expressa a situação de um determinado momento da empresa que reflete a satisfação, o ânimo, os interesses, comportamentos e comprometimentos dos seus colaboradores, e os reflexos positivos ou negativos disso nos resultados organizacionais. O clima organizacional demonstra o grau de satisfação dos colaboradores de uma dada organização em relação aos aspectos culturais, ao processo de comunicação realizado na instituição, aos modelos de gestão adotados, a definição da missão, aos aspectos relacionados ao crescimento e valorização profissional dos vários colaboradores, entre outros. Desse modo, é através do clima organizacional que se pode levantar e analisar as percepções dos colaboradores em

relação à organização e ao seu ambiente de trabalho, onde a empresa obtém uma poderosa ferramenta para intervir nesse processo. (CODA, 1993). Assim sendo, o clima organizacional é um fenômeno resultante da integração entre as personalidades de cada componente do grupo de colaboradores da organização com as exigências funcionais que cada membro deve realizar na organização. Dessa forma, pode-se dizer que o clima organizacional é o aspecto que distingue uma organização de outras, no tocante às estruturas físicas, às atitudes e aos tipos de comportamentos que são desencadeados nos seus colaboradores. (XAVIER, 1984)

O clima organizacional acontece como uma ação totalmente modificável, pois mostra como a organização está em um dado momento influenciando o comportamento e o desempenho dos indivíduos que fazem parte da organização.

Tachizawa, Ferreira e Fortuna, (2008, p. 241) afirma que “o clima organizacional é totalmente relacionado à satisfação, visto que o grau de satisfação é demonstrado pelos membros de uma organização através da motivação que os mesmos possuem para a realização dos trabalhos”. Dessa maneira, Matos, Matos e Almeida (2007) afirmam que o clima organizacional é um fenômeno resultante da integração dos elementos da cultura, sendo decorrente dos elementos culturais e seus efeitos sobre os outros, onde observa-se que a excessiva importância dada a tecnologia, bem como sobre as pressões excessivas dos preceitos de autoridade e normativas da organização sobre os indivíduos, produzem um clima organizacional desumano, criando tensões desagradáveis. Em contrapartida, quando a organização pressupõe a aceitação dos afetos, proporciona um clima organizacional de tranquilidade, motivação e confiança.

Assim sendo, para conseguir estudar o clima organizacional torna-se necessário a realização de uma pesquisa de clima organizacional. A pesquisa possibilita identificar como cada integrante da organização se sente em relação a instituição onde trabalha, sendo que a pesquisa de clima deve ser totalmente apoiada pela alta direção da mesma, que deve definir os parâmetros para que essa pesquisa seja realizada, sem contudo padronizar os resultados ou interferir no mesmos, visando mascarar a realidade. (CODA, 1993).

Da mesma maneira, Bispo (2006) afirma que a pesquisa de clima organizacional é uma ferramenta segura, isenta de comprometimento com a situação atual, que visa conhecer os problemas reais na gestão das pessoas, e dessa forma, os clientes, a empresa e os funcionários são beneficiados com um clima organizacional favorável, ou prejudicados através da existência de um clima organizacional desfavorável.

A pesquisa de clima organizacional segundo Luz (1996, p.41) “representa um trabalho cuidadoso

que busca detectar as imperfeições existentes na relação empresa e empregado, com o objetivo de corrigi-las”.

Nesse sentido, Zuccoli e Franzin (2006) afirmam que as organizações devem utilizar-se da pesquisa de clima organizacional para identificar o que influencia o desempenho e a motivação dos funcionários, visto que a pesquisa de clima representa um método que analisa o ambiente organizacional e consegue mensurar o grau de satisfação, e comprometimento dos funcionários com a organização, além de transparecer os possíveis conflitos, promovendo soluções que contribuam para a organização obter os resultados desejados.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse estudo pretende analisar o clima organizacional no Instituto Federal de Educação Tecnológica de São Paulo no campus de São João da Boa Vista, SP, através da realização de uma pesquisa de clima organizacional, que será realizado através da aplicação de um questionário estruturado, com respostas fechadas através da Escala Likert com quatro opções de respostas (Discordo Plenamente, Discordo, Concordo e Concordo Plenamente).

O questionário de coleta foi elaborado pelos autores desse estudo, baseado no modelo de pesquisa de clima organizacional proposto por Sbragia (1983), que considera vinte aspectos que devem ser analisados em uma pesquisa de clima organizacional. No entanto, este estudo adaptou esse modelo, utilizando-se apenas onze aspectos (Recompensa, Cooperação, Consideração Humana, Clareza Percebida, Estrutura, Identidade, Ênfase na Participação, Prestígio Obtido, Condições de Progresso, Autonomia Presente e Apoio Logístico Proporcionado). Essa adaptação ao modelo original tornou-se necessário em razão das particularidades específicas da instituição analisada.

O questionário foi entregue aos professores do Instituto Federal de Educação Tecnológica de São Paulo no *Campus* de São João da Boa Vista, SP, que oferece ensino médio e superior, tanto na modalidade presencial quanto no tocante ao ensino à distância. A instituição possui 51 docentes dos quais 45 participaram da pesquisa (88 % do corpo total da escola).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os resultados obtidos é possível verificar algumas informações iniciais relacionadas ao perfil dos professores do Instituto Federal de Educação Tecnológica de São Paulo no *Campus* de São João da Boa Vista, SP, dos quais 9% dos docentes trabalham na organização há mais de 5 anos, enquanto outros 20% trabalham na escola entre 03 e 05 anos, 44% dos docentes trabalham na organização entre 01 e 03 anos e 27% dos profissionais exerceram

atividades profissionais na instituição há menos de 01 ano. Nesse mesmo contexto, tem-se que a maioria dos docentes da escola pertence ao sexo masculino (87%), e apenas 11% dos docentes são apenas graduados em suas áreas, sendo que 24% dos docentes possuem titulação de especialistas, 47% são mestres e 18% são doutores.

Os resultados relacionados à pesquisa de clima organizacional obtidos na escola são demonstrados através da Tabela 01.

Ao analisar-se a Tabela 01 pode-se observar que os docentes se dividem quanto à satisfação com o aspecto "Recompensa", visto que 41% dos professores afirmam estar satisfeitos com a sua remuneração, enquanto 59% mostram-se insatisfeitos. Quanto ao aspecto "Cooperação", a maioria dos professores (70%) afirma que na escola existe um relacionamento harmonioso entre os funcionários, bem como existe um ambiente de cooperação entre os departamentos.

Para o aspecto "Consideração Humana", a maioria dos docentes (70%) afirma que o seu trabalho é valorizado pela escola, bem como o seu potencial profissional tem sido aproveitado adequadamente. Além disso, expõem também que sentem orgulho de trabalhar na escola, demonstrando motivação para exercer o seu cargo, como também expõem satisfação por estar desempenhando suas atividades profissionais neste ambiente.

Para o aspecto "Clareza Percebida", uma grande parte dos docentes (60%) afirma que a escola não é aberta a receber críticas, opiniões e outras contribuições que são realizadas pelos docentes, bem como não existe clareza sobre como realizar o seu trabalho. Além disso esses docentes afirmam ainda, que a direção da escola não se comunica

claramente com os seus colaboradores, gerando interpretações ambíguas ou errôneas. Apenas 30% dos docentes respondentes afirmam que a escola recebe opiniões e críticas, bem como orienta os colaboradores claramente sobre a realização do trabalho.

Ao ver-se o Aspecto "Estrutura" verifica-se que há uma divisão entre os docentes quanto a satisfação desse quesito, visto que 54% dos docentes afirmam não estarem satisfeitos com a estrutura hierárquica a que está vinculado, bem como expõem que a burocracia adotada pela escola atrapalha a execução das tarefas. Ainda afirmam que os gestores não dão bons exemplos aos seus funcionários.

Em contrapartida, 46% dos docentes concordam com a hierarquia a que estão sujeitos, bem como consideram que a burocracia favorece as suas atividades na escola, além de demonstrarem que os gestores da escola são exemplares em seus atos perante aos demais funcionários.

No aspecto "Identidade" a quase totalidade dos docentes (96%) afirma que o seu trabalho possibilita um sentimento de realização profissional, além de afirmarem estar comprometidos com as atividades docentes. Isso mostra que os docentes sentem-se satisfeitos e comprometidos com o seu trabalho na escola. Observa-se no aspecto "Ênfase na Participação" que 60% dos docentes afirmam que a escola estimula o trabalho em equipe e também desenvolve a política de que os assuntos importantes devem ser debatidos em equipe, com as decisões tomadas em conjunto, demonstrando um clima de democracia, respeitando as opiniões de cada participante da escola.

Para o aspecto "Prestígio Obtido" a grande maioria dos docentes (89%) afirma que a escola é

Tabela 1 - Resultados da coleta de dados

ESCOLA PÚBLICA FEDERAL				
	Concordo Plenamente	Concordo	Discordo	Discordo Plenamente
RECOMPENSA	3%	38%	47%	12%
COOPERAÇÃO	12%	58%	28%	2%
CONSIDERAÇÃO HUMANA	16%	54%	27%	3%
CLAREZA PERCEBIDA	1%	39%	50%	10%
ESTRUTURA	2%	54%	17%	27%
IDENTIDADE	40%	56%	3%	1%
ÊNFASE NA PARTICIPAÇÃO	4%	56%	36%	4%
PRESTÍGIO OBTIDO	26%	63%	9%	2%
CONDIÇÕES DE PROGRESSO	18%	46%	28%	8%
AUTONOMIA PRESENTE	18%	67%	13%	2%
APOIO LOGÍSTICO PROPORCIONADO	10%	55%	29%	6%

Fonte: o autor

um bom lugar para trabalhar, além de exporem que se preocupam com o futuro da escola. Além disso, esses docentes afirmam que a escola valoriza muito os aspectos éticos, seja com fornecedores, com funcionários, alunos e com o governo, demonstrando que a escola desempenha um trabalho de consciência ética e de apelo ao cumprimento de valores essenciais, como a honestidade e transparência.

Para as “Condições de Progresso”, a maior parte dos docentes (64%) expõe que a escola oferece oportunidades para o crescimento profissional, além de afirmarem estar aptos a assumirem maiores responsabilidades. Isso se torna importante no processo de gestão, pois a escola pode não saber da disponibilidade dos docentes para mudanças e para assumirem novos desafios.

Além disso, esses docentes afirmam que a escola investe em treinamentos que auxiliam no desenvolvimento profissional dos funcionários. Por fim, os mesmos ainda asseguram que dependem apenas de seus esforços para obter o sucesso profissional em sua carreira na escola.

Na análise do aspecto “Autonomia Presente” percebe-se que a grande maioria dos docentes (85%) revela que a escola exige um procedimento rígido para a execução das funções. No entanto, o mesmo grupo afirma que possuem liberdade para organizar a sua rotina de trabalho da melhor maneira e que possuem liberdade para realizar o trabalho da forma como considera melhor. Sobre os aspectos “Apoio Logístico Proporcionado” cerca de 65% dos respondentes afirmam que o ambiente de trabalho favorece a execução de suas atividades, além de demonstrarem estar satisfeitos com o volume de trabalho que realizam. Além disso, confirmam que as condições ambientais da escola, como banheiros, condições de temperatura, iluminação, mobiliário, segurança e proteção, são adequadas e satisfatórias.

Dessa maneira, dos onze aspectos adotados como critérios para a análise do clima organizacional, apenas em dois deles (Recompensa e Clareza Percebida) os índices de satisfação tiveram baixos índices, demonstrando que nesses aspectos existe insatisfação pelos docentes. Nos nove aspectos restantes, os docentes demonstraram estar satisfeitos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo foi desenvolvido com o intuito de pesquisar o clima organizacional no Instituto Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, no *Campus* de São João da Boa Vista, SP. Através da aplicação de questionários aos professores da instituição, pode-se obter informações relacionadas aos níveis de satisfação dos mesmos em relação a instituição e ao trabalho desenvolvido pelos docentes na sua rotina diária na escola.

Pela análise das informações obtidas, pode-se afirmar que existe um bom nível de satisfação por parte dos docentes em relação ao seu trabalho e à escola, fato exposto pela análise dos onze aspectos adotados por esse trabalho, que mostram que em apenas dois desses existe a insatisfação docente (Recompensa e Clareza Percebida).

Assim sendo, pode-se perceber que o clima organizacional no Instituto Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, no *Campus* de São João da Boa Vista, SP, em relação aos professores é positivo, pois os docentes demonstraram que estão satisfeitos com a maioria dos aspectos analisados que se referem ao seu trabalho na rotina da instituição.

Analisando-se os índices percentuais de concordância com os aspectos da pesquisa, pode-se verificar que dos onze aspectos estudados na pesquisa de clima, apenas um deles obteve índices de satisfação maiores que 90%, e em sete aspectos foi alcançado níveis de aprovação entre 50% e 75% dos docentes. Em contrapartida, em dois aspectos houve índices de rejeição, ou seja, em dois aspectos os docentes demonstraram estar insatisfeitos, especificamente nos aspectos Recompensa e Clareza Percebida.

Desse modo, através dos resultados obtidos, pode-se expor que os docentes do Instituto Federal de Educação Tecnológica de São Paulo, no *Campus* de São João da Boa Vista, SP, mostram-se satisfeitos com o clima organizacional existente no *Campus*, mas desejam que alguns aspectos sejam melhorados.

REFERÊNCIAS

- BISPO, C.A.F. Um novo modelo de pesquisa de clima organizacional. **Revista Produção**, v. 16, n. 2, p. 258-273, Maio/Ago. 2006.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. Rio de Janeiro: Elsevier, 7ª edição, 2003
- CODA, R. **Estudo sobre clima organizacional traz contribuição para aperfeiçoamento de pesquisa na área de RH**. In: Boletim Administração em Pauta, suplemento da Revista de Administração, São Paulo. IA-USP, n. 75, dez., 1993.
- KELLER, E.;AGUIAR, M.A.F de: Análise crítica teórica da evolução do conceito de clima organizacional. **Revista Terra e Cultura**, ANO XX, Nº 39. 2004.
- LUZ, R. A qualidade do atendimento e o clima organizacional. **Revista RH em Síntese**, nº 10, ano 02, maio/junho, 1996.
- LUZ, R. **Gestão do Clima Organizacional**. Rio de Janeiro: Qualitymark 2009.

MATOS, J.G.R.; MATOS, R.M.B.; ALMEIDA, J.R. de: **Análise do ambiente corporativo:** do caos organizado ao planejamento estratégico das organizações. 2007. 478p. Rio de Janeiro. Editora E-papers.

RESENDE, E.; BENAITE, P. R. **Gestão de clima organizacional:** uma ferramenta de melhoria contínua que leva em conta as pessoas. São Paulo: Enio Resende & Consultores Associados, 1997.

RIZZATTI, G. **Categorias de análise de clima organizacional em universidades federais brasileiras.** Florianópolis, 2002. Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia de Produção, UFSC.

SBRAGIA, R. Um estudo empírico sobre clima organizacional em instituições de pesquisa. **Revista de**

Administração Universidade de São Paulo, v. 18, nº 2, p. 30-39, 1983.

TACHIZAWA, T.; FERREIRA, V. C. P.; FORTUNA, A. A. M. **Gestão com pessoas:** uma abordagem aplicada às estratégias de negócios. Rio de Janeiro. 5ª edição. Editora FGV, 2008.

XAVIER, O. S. **Clima organizacional:** um estudo comparativo em organizações de pesquisa agropecuária. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre, UFRGS, 1984.

ZUCCOLI, P. H. Z.; FRANZIN, N. A.: Clima Organizacional: Um Breve Estudo. **Revista Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**. Junho 2006, v. 08, n.01, p.91-95.

FORMAÇÃO DO TÉCNICO EM INFORMÁTICA PERANTE OS PILARES DA SUSTENTABILIDADE

Fernanda Carla de Oliveira Prado ¹
Luciel Henrique de Oliveira ²

Data de entrega dos originais à redação em 06/05/2014
e recebido para diagramação em 11/09/2014.

Desde a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em 1972, ocorreram diversos acordos que buscaram estabelecer metas para equilibrar o progresso econômico e social com a preservação do meio ambiente. No caso da Tecnologia da Informação (TI), inserida no ambiente corporativo, surge o conceito de TI Verde, que assume o papel de contribuir para um ambiente mais sustentável, que ofereça benefícios econômicos e assegure a conformidade com normas e regulamentos ambientais. Diante disso, foi realizada uma pesquisa de campo de corte transversal, realizada por meio do método survey, para uma amostra de 98 formandos do curso Técnico em Informática de cinco campi do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), visando identificar suas competências perante os conceitos de sustentabilidade no seu sentido amplo e aplicada à TI. Além disso, foi realizada uma pesquisa documental dos projetos pedagógicos deste curso, nos mesmos campi pesquisados, para identificar as possíveis contradições perante o tripé da sustentabilidade. Como resultados, destacam-se a ausência de iniciativas para o desenvolvimento do tema nos documentos institucionais analisados, a necessidade de maior desenvolvimento do assunto para com os alunos e a importância do tema na área de TI.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Educação Ambiental. Educação Profissional. TI Verde.

Since the first United Nations Conference on the Human Environment in 1972, there were several agreements set to establish goals in order to balance economic and social progress with the preservation of the environment. Concerning Information Technology (IT), within a corporate context, there is the concept of Green IT, which addresses a more sustainable environment, which will provide economic benefits and ensure compliance with standards and environmental regulations. Therefore, 98 concluding students in the Computer Technician High School Course from five campi of Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia de Sao Paulo (IFSP) were interviewed by a field research, to identify their skills before the concepts of sustainability in its broadest sense and applied to IT. In addition, desk research of pedagogical projects of this course was held on the same campi surveyed to identify the possible inconsistencies before the triple bottom line. As a result, this research identified the lack of guidelines for the development of the theme in the analyzed institutional documents, the need for greater development of the subject with the students and demonstrated the importance of developing the theme in IT concerning the Sustainable Development.

Keywords: Sustainable Development. Environmental Education. Professional Education. Green IT.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Lei n. 9.394 (BRASIL, 1996), que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, a educação se inspira nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana. É considerada como “fator decisivo para o desenvolvimento sustentável, para a paz e estabilidade, para o

crescimento socioeconômico e para a construção de uma Nação” (UNESCO, 2005, p.26).

O Plano Internacional de Implementação da Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável: 2005-2014 (DEDS), coordenado pela UNESCO (2005), defende que o desenvolvimento sustentável é composto por três áreas que indicam um processo contínuo de

- 1 Mestre em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida pelo Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo *Campus* São João da Boa Vista. E-mail: <fernanda.prado@gmail.com>.
- 2 Doutor em Administração de Empresas pela EAESP/Fundação Getúlio Vargas. Professor orientador do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida do Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino.

mudança a longo prazo e que são apoiadas pela cultura: sociedade, meio ambiente e economia. A visão da DEDES para o desenvolvimento sustentável é de “um mundo onde todos tenham a oportunidade de se beneficiar de uma educação de qualidade e de aprender os valores, comportamento e estilos de vida requeridos para o desenvolvimento sustentável e para uma transformação social positiva” (UNESCO, 2005, p.65). Por isso, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) tem como tema central o respeito e a preocupação com uma educação de alta qualidade.

No Brasil, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei n. 9.795 de 27 de abril de 1999 (BRASIL, 1999a), determina que todos os níveis e modalidades do processo educativo possuem responsabilidade em relação ao desenvolvimento do tema sustentabilidade na educação. A PNEA esclarece que a concepção do meio ambiente abrange a “interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural” e define a educação ambiental como “processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

Em 1999, foi instituído o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) visando disponibilizar condições necessárias para a gestão da PNEA e estabelecimento de diretrizes para a capacitação de gestores e educadores; desenvolvimento das ações educativas; e desenvolvimento de metodologias e instrumentos para a implementação e articulação da educação ambiental (BRASIL, 2005). Além disso, com a Resolução n. 2, de 15 de junho de 2012 (BRASIL, 2012a), foram estabelecidas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental que orientam a implementação tanto para a educação básica como para a superior em todo o sistema de ensino.

Considerando-se o cenário apresentado, este estudo se justifica ao somar-se o fato de os cursos técnicos na área de Tecnologia da Informação (TI) serem os de maior número de matrículas na rede pública (federal, estadual e municipal) (INEP, 2012), a crescente discussão da sustentabilidade em TI (SYMANTEC, 2009; VIOTTO, 2009; MURUGESAN E LAPLANTE; 2011), a consequente necessidade de profissionais com as competências relacionadas ao tema (TRES, 2013) e a atuação da pesquisadora como docente na área de Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) *Campus* São João da Boa Vista, surgiu a motivação de verificar a absorção desses conceitos pelos discentes do curso Técnico em Informática do IFSP e o alinhamento do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) perante o tripé da sustentabilidade.

Diante disso, o objetivo geral da pesquisa foi confrontar as diretrizes para a execução da Educação para o Desenvolvimento Sustentável com o projeto pedagógico do IFSP, visando contribuir com a transversalidade do tema no processo ensino-aprendizagem, auxiliar na formação voltada aos conceitos de cidadania e qualificação para o trabalho e estruturar um método de análise de um projeto pedagógico frente aos pilares da sustentabilidade. Para tanto, esta pesquisa se restringiu a cinco *campi* com formandos do curso Técnico em Informática do segundo semestre de 2013.

2 PANORAMA ATUAL DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE NÍVEL TÉCNICO NO BRASIL

O Art. 2º da Lei n. 9.394 (BRASIL, 1996) estabelece que a educação “tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”.

Quanto às ofertas dos cursos, o Art. 4º da Resolução CNE/CEB n. 04, de 8 de dezembro de 1999 (BRASIL, 1999c), determina que a elaboração dos perfis profissionais, a organização e o planejamento dos cursos deverão ser estabelecidos pelas escolas, por sua vez subsidiadas por referenciais curriculares divulgados pelo Ministério da Educação (MEC) (BRASIL, 1999c) no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT) (BRASIL, 2012b).

Em 2008, foi instituída a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica por meio da Lei n. 11.892 (BRASIL, 2008) que cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, que são instituições especializadas na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino. Observa-se que a abordagem da educação ambiental determinada pela PNEA (BRASIL, 1999a) pode ser parcialmente encontrada dentre suas finalidades e características, onde entende-se que o Instituto Federal deve contribuir para o desenvolvimento regional sustentável por meio da qualificação profissional, fortalecimento dos arranjos produtivos, sociais e culturais locais e promoção de produção e pesquisas voltadas à preservação ambiental. Com isso, contemplando as dimensões econômicas, sociais, ambientais e culturais elencadas por Sachs (2002) e pela DEDES (UNESCO, 2005).

Em relação às diretrizes operacionais para a educação profissional em nível nacional, o Parecer CNE/CEB n. 17, de 03 de dezembro de 1997 (BRASIL, 1997), estabelece que os cursos técnicos podem ser divididos em módulos que devem contemplar, preferencialmente, três dimensões: “competências teóricas e práticas específicas da profissão; conhecimentos gerais relacionados à profissão; atitudes e habilidades comuns a

uma área profissional e ao mundo do trabalho” (BRASIL, 1997, p.8). No contexto organizacional, essas três dimensões são conhecidas como CHA: conhecimentos, habilidades e atitudes (RUAS, ANTONELLO e BOFF, 2005).

3 COMPETÊNCIAS DO TÉCNICO EM INFORMÁTICA

De acordo com o CNCT (BRASIL, 2012b), o curso Técnico em Informática está inserido no eixo tecnológico Informação e Comunicação. Este eixo abrange tecnologias relacionadas ao processamento de dados e informações e comunicação, que representam, respectivamente, o setor de TI e Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) (IBGE, 2013). O CNCT descreve as competências técnicas desse profissional da seguinte maneira:

Desenvolve programas de computador, seguindo as especificações e paradigmas da lógica de programação e das linguagens de programação. Utiliza ambientes de desenvolvimento de sistemas, sistemas operacionais e banco de dados. Realiza testes de programas de computador, mantendo registros que possibilitem análises e refinamento dos resultados. Executa manutenção de programas de computadores implantados (BRASIL, 2012b).

Independentemente do eixo tecnológico, o CNCT (BRASIL, 2012b) ressalta a importância e a necessidade de estudos sobre ética, raciocínio lógico, empreendedorismo, normas técnicas e de segurança, educação ambiental e redação de documentos técnicos para complementar a formação, no sentido de desenvolver profissionais com habilidades para trabalhar em equipe, com iniciativa, criatividade e sociabilidade.

Entretanto, observa-se que o CNCT aborda a educação ambiental superficialmente, simplesmente citando-a como uma complementação da formação, sem destacar a necessidade de capacitação dos docentes e sem apresentar o tema sustentabilidade em suas diretrizes, seja de maneira abrangente ou considerando a natureza dos cursos. Como o CNCT é a referência oficial para que uma instituição de ensino técnico e tecnológico elabore o Projeto Político Pedagógico (PPP) e o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), esta sutil apresentação da educação ambiental e a ausência da sustentabilidade em suas diretrizes, entende-se que a implementação das determinações da PNEA está comprometida, tanto em relação ao desenvolvimento da sustentabilidade na educação, como na necessidade de capacitação de gestores e educadores.

4 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Segundo Murugesan e Laplante (2011), o aumento na consciência sobre o efeito estufa, na preocupação com o descarte de lixo eletrônico e na imagem das instituições está fazendo com que as atenções se voltem para a proteção do meio ambiente. No caso da TI, surge o conceito de TI Verde, que assume o papel de contribuir para um ambiente mais sustentável e que também ofereça benefícios econômicos (MURUGESAN E LAPLANTE, 2011).

Harmon et al. (2010) defendem que a meta principal da sustentabilidade em TI é habilitar as empresas a utilizar os recursos computacionais de maneira mais eficiente, mas ainda assim melhorar a sua performance global. Viotto (2009) acrescenta que a sustentabilidade em TI não está restrita à preocupação com o meio ambiente e reputação das organizações já que, conforme apontado por Murugesan e Laplante (2011), pode trazer benefícios econômicos.

Murugesan (2010) sugere alguns caminhos de como a TI pode contribuir para o desenvolvimento sustentável, a saber: redução do consumo energético de datacenters, computadores e outros sistemas de informação; condicionamento e reuso de equipamentos antigos, e reciclagem com responsabilidade de equipamentos obsoletos; projeto de componentes, computadores, servidores, sistemas de resfriamento e datacenters com foco na eficiência energética e segurança ambiental; e produção de componentes eletrônicos, computadores e outros subsistemas associados com o mínimo de impacto sobre o meio ambiente.

Além disso, algumas atitudes simples fazem a diferença, como: dar preferência para documentos em formato eletrônico; utilizar os dois lados da folha sempre que possível; reaproveitar impressos como rascunho; reutilizar cartuchos de tinta de impressora; configurar o computador para desligar o monitor quando estiver ocioso ou colocá-lo em modo de espera sempre que se ausentar; desligar equipamentos quando não estão sendo utilizados; dar preferência para compra de equipamentos com selo de eficiência energética e/ou fabricados por empresas que adotam práticas focadas nas questões ambientais (ITAUTEC, 2011; PORTO DIGITAL, 2011; MAURER e LANES, 2012).

Quanto ao mercado de trabalho, embora as publicações acadêmicas no Brasil sejam escassas e locais, no ambiente corporativo e na mídia especializada são mais comuns. Em 2009, a Symantec (2009) pesquisou executivos de TI de 1.052 empresas e constatou que a TI Verde tornou-se essencial, passou a receber maiores investimentos e suas iniciativas ganharam prioridade. Além disso, apontou que a TI está no centro destas iniciativas e seus profissionais

têm encontrado um ambiente de trabalho mais voltado às práticas sustentáveis (SYMANTEC, 2009).

Neste sentido, TRES (2013) pontua que, por conta do mercado estar carente de profissionais com conhecimentos práticos em sustentabilidade, surgiram programas de certificação profissional em TI Verde, a saber: Green IT Citizen e Green IT Foundation (EXIN, 2014), CompTIA Green IT (COMPTIA, 2014) e Foundation Certificate in Green IT (BCS, 2014).

Diante disso, acredita-se que faz-se necessário incluir a TI Verde nos currículos dos cursos da área de TI para capacitação desses profissionais, visando somar a formação cidadã e criar as habilidades necessárias para atender à demanda do mercado.

5 PRODECIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa se desenvolveu em duas frentes: 1. Pesquisa de campo com os discentes de cinco *campi* do IFSP que estavam cursando o último ano ou módulo do curso Técnico em Informática (articulado ao ensino médio ou subsequente) para identificar conhecimentos, habilidades e atitudes perante os conceitos de sustentabilidade no seu conceito amplo e aplicada à TI, por meio das práticas de TI Verde, consumo consciente e exercício da cidadania; e 2. Pesquisa documental do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e Projeto Político Institucional (PPI) do IFSP e Plano do Curso Técnico em Informática dos *campi* pesquisados para identificar as possíveis contradições perante o tripé da sustentabilidade.

A pesquisa de campo tratou-se de uma pesquisa de corte transversal, com objetivos exploratórios e descritivos, de natureza quantitativa, realizada por meio do método *survey* e aplicada durante o mês de novembro de 2013 para a

população de 150 discentes em cinco *campi*: Araraquara, Cubatão, Hortolândia, Salto e São João da Boa Vista. Para o cálculo da amostra foi adotado um nível de confiança de 90% com chance de erro de 5%, totalizando uma amostra de 98 formandos divididos por *campus*.

Na ausência de um instrumento validado para medição das competências sobre o tema, optou-se pela elaboração do questionário - disponível para consulta no endereço eletrônico <http://goo.gl/vO7a3J> - composto por questões de medidas de opinião que foram agrupadas conforme quesito e foco apresentados no Quadro 1.

Após a coleta de dados que deu-se por meio de um formulário eletrônico, foi realizada a análise quantitativa dos dados resultantes da aplicação do questionário em 3 etapas, a saber: 1. Tabulação dos dados por meio do Microsoft Excel; 2. Análise estatística para sintetizar e correlacionar os dados por meio do *software* IBM SPSS; e 3. Análise e interpretação das correlações e elaboração de gráficos ilustrativos por meio do Microsoft Excel.

Para a análise documental foi necessária a leitura minuciosa do Projeto Pedagógico Institucional (PPI) do IFSP contido no Plano de Desenvolvimento Institucional 2009-2013 (PDI) (IFSP, 2009) e dos Planos do Curso Técnico em Informática dos cinco *campi* participantes da pesquisa de campo. Todos os documentos foram adquiridos por meio de *download* nos sítios da reitoria, para o PDI, e dos *campi*, para os planos de curso. Com base nesta documentação, procurou-se verificar diretrizes e orientações do IFSP para a implementação da educação ambiental e capacitação de docentes determinadas pela PNEA (BRASIL, 1999a), assim como as características da EDS estabelecidas pela DEDS (UNESCO, 2005).

Quadro 1 - Foco das questões por quesito

QUESITO	FOCO	REFERÊNCIAS
Conhecimento	Atitudes e hábitos de consumo	BRUNDTLAND, 1991; SACHS, 2002; INSTITUTE AKATU E ETHOS, 2010; SOARES, 2001;
	Entendimento pessoal quanto à sustentabilidade e sustentabilidade em TI	
Habilidades	Procedimentos específicos da área de TI	MURUGENSAN, 2009 e 2010; ITAUTECH, 2011; MURUGESAN E LAPLANTE, 2011; PORTO DIGITAL, 2011; MAURER e LANES, 2012; DIAS, 2013;
Atitudes	Utilização da TI	INSTITUTO AKATU, 2004; INSTITUTO AKATU E ETHOS, 2010; ITAUTECH, 2011; PORTO DIGITAL, 2011; MAURER e LANES, 2012.
	Consumo consciente	
	Exercício da cidadania	

FONTE: Resultados da pesquisa. Elaborado pela pesquisadora.

6 RESULTADOS

A análise estatística da pesquisa de campo indicou que não há correlações significativas em relação a cada *campus*. Isso pode significar que, mesmo com planos de cursos distintos, todos os campi seguem a mesma orientação didático-pedagógica. Nesse sentido, a pesquisa documental apontou que no PDI não há qualquer referência ao desenvolvimento do tema sustentabilidade em sala de aula, à capacitação docente no assunto (BRASIL, 1999a) ou às diretrizes elencadas pela UNESCO (2005) para a EDS.

Em contrapartida, um dos objetivos específicos do PDI para atingir ao objetivo geral de “constituir o Sistema IFSP em referência acadêmica” é “apoiar a educação socioambiental, a cultura e ao esporte” visando “propiciar condições para o desenvolvimento integral do alunado” (IFSP, 2009, p. 59). Porém, chama-se a atenção para o “apoio” e não para o “desenvolvimento” da educação socioambiental, assim como as diretrizes elencadas pelo CNCT (BRASIL, 2012b). Entretanto, ressalta-se a importância da associação da educação socioambiental, da cultura e do esporte como meios para formação plena do discente.

Já em relação ao PPC, dos cinco *campi* pesquisados, somente o *campus* Salto elenca a educação ambiental como eixo integrador da

formação plena do indivíduo, o mundo do trabalho e a prática social e vincula seus objetivos com a PNEA (BRASIL, 1999a). O *campus* São João da Boa Vista, assim como Salto, elencam como uma das competências a aplicação dos conhecimentos adquiridos pautada no respeito (pelo próximo, pelo meio ambiente, pelas diferenças e pelas diversidades). Os demais *campi* reforçam o Art. 2º da LDB (BRASIL, 1996) que estabelece que a educação “tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” e o desenvolvimento dos saberes (saber, saber fazer, saber ser e conviver) elencados no Parecer CNE/CEB 16/99 (BRASIL, 1999b).

Na grade curricular dos cinco *campi* pesquisados não foram identificadas quaisquer referências da sustentabilidade aplicada à TI. Em contrapartida, para os componentes curriculares do núcleo comum (Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Sociais, Línguas e Matemática), observa-se que embora a dimensão ambiental esteja mais presente, também são apresentadas a social, a cultural, a econômica e a política.

Embora três dos cinco *campi* pesquisados abordem os conceitos de educação ambiental e desenvolvimento sustentável, a pesquisa de campo indicou que não há correlação significativa entre as competências desenvolvidas e o *campus* onde o

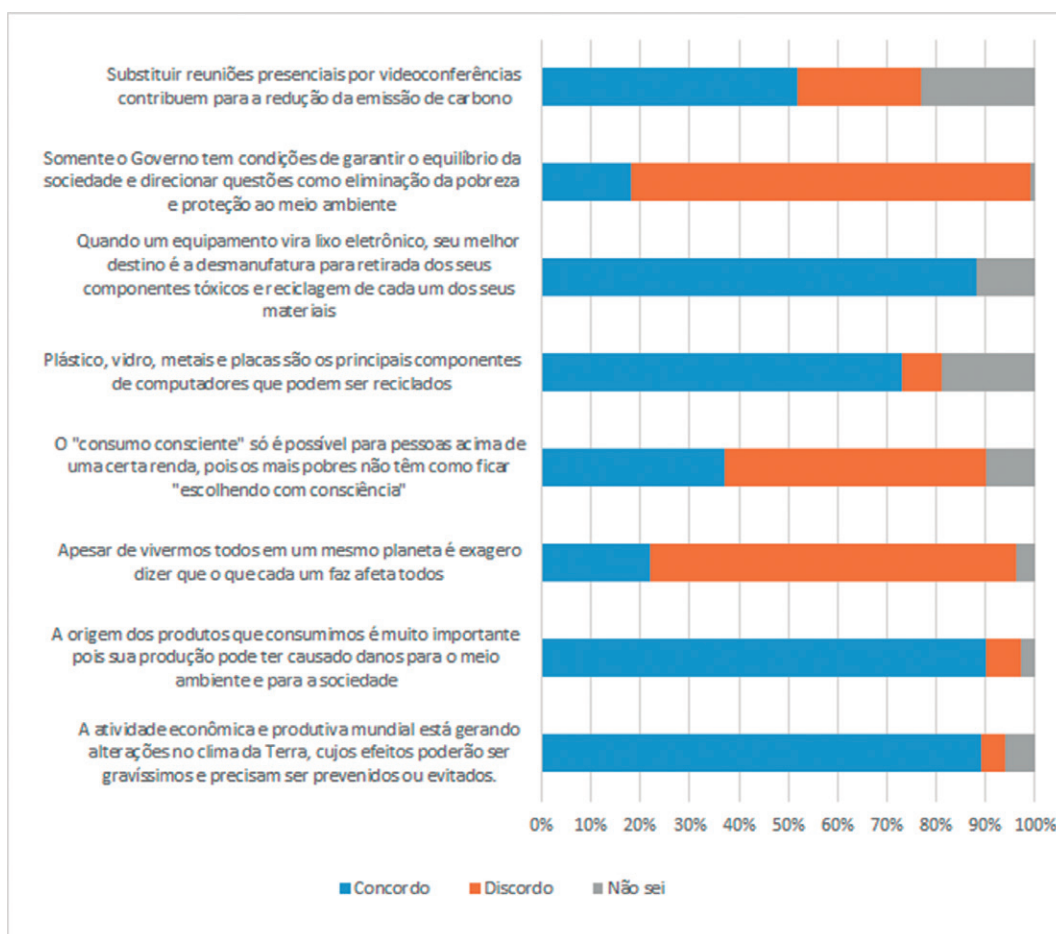


Figura 1 – Resultados da pesquisa: Quesito conhecimento

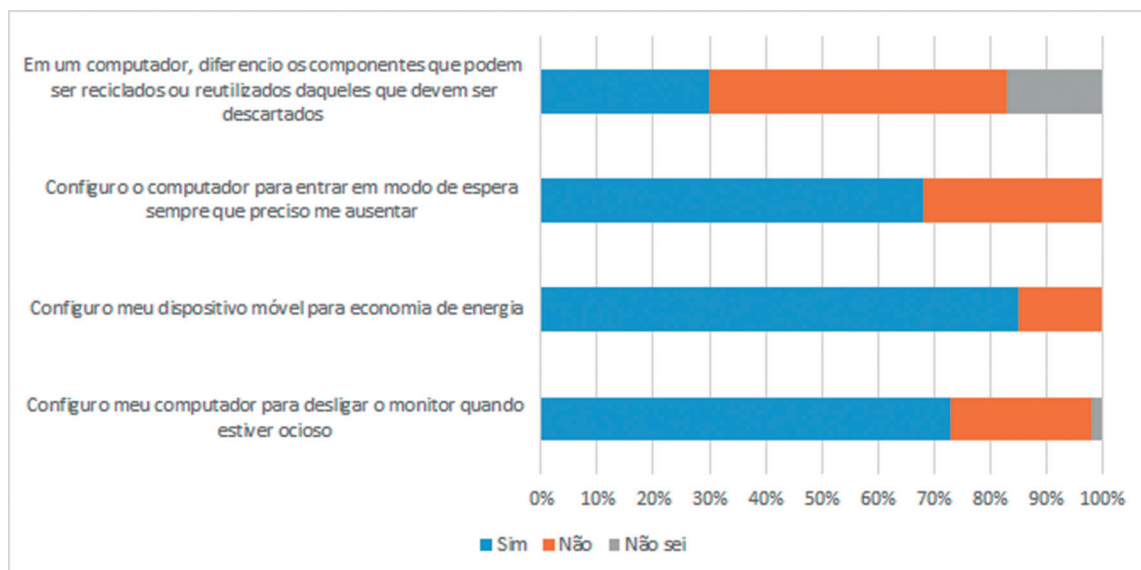


Figura 2 – Resultados da pesquisa: Quesito habilidades

discente estudou. Além disso, quando os professores responsáveis por aplicar o questionário foram questionados sobre cursos de capacitação para desenvolvimento do tema em sala de aula, todos responderam em negativa. Ainda assim, na pesquisa de campo, a escola foi apontada como a principal fonte de conhecimentos, habilidades e atitudes, seguida da vivência, família e trabalho.

Na análise estatística da pesquisa de campo, no quesito conhecimento (Figura 1), 62,5% dos respondentes acertaram todas as questões e cada questão, analisada individualmente, obteve pelo menos 50% de acerto. As correlações mais significativas indicaram que: 1. Os discentes do Técnico em Informática (20%) e do Integrado (37%) afirmaram que o consumo consciente depende de certa renda; 2. Os que afirmaram ter consciência do impacto para sustentar a atividade produtiva e econômica (89%), concordaram com a necessidade de conhecimento do ciclo de vida dos produtos (93%), mas nem sempre doam equipamentos que não utilizam mais (36%); e 3. Dos 74% que afirmaram reconhecer que atitudes individuais afetam todos, também concordaram que a erradicação da pobreza e proteção ao meio ambiente não são de responsabilidade exclusiva do Governo (84%) e afirmaram que sempre recorreriam a órgãos de defesa do consumidor (51%).

Quanto às habilidades (Figura 2), observou-se que os discentes que afirmaram saber executar os procedimentos elencados, também responderam positivamente em relação às atitudes relacionadas à TI Verde. Entretanto, quando a habilidade é mais complexa, notou-se que a maioria (70%) afirmou que não sabe realizá-la, podendo indicar que o assunto não foi abordado, ou foi abordado superficialmente. Quanto às correlações, apurou-se que: 1. Os que sabem configurar o computador para desligar o

monitor quando ocioso (73%) também sabem configurar o modo de espera quando precisam se ausentar (75%); 2. Os que sabem configurar como economia de energia em dispositivos móveis (85%) também sabem configurar o modo de espera (72%) e costumam dar preferência para compra de equipamentos com selo de eficiência energética (89%); e 3. Os que sabem diferenciar os componentes recicláveis dos descartáveis (30%) já consideraram os efeitos para o meio ambiente em uma compra (53%) e costumam deixar de comprar produtos como meio de punição às empresas (73%).

Quanto às atitudes relacionadas aos temas Consumo Consciente e Cidadania (Figura 3), observa-se a necessidade de ser mais trabalhado com os discentes, no sentido de conscientizá-los de que o consumo deve ser pautado nas reais necessidades, fazendo valer seus direitos de consumidor e, sempre que possível, considerando os impactos positivos e negativos ao meio ambiente e à sociedade.

Já em relação às práticas de TI Verde (Figura 4), acredita-se que, pela ampliação dos conhecimentos e desenvolvimento de habilidades no ambiente escolar, essas atitudes poderão ser adotadas com maior frequência e, efetivamente, gerar mudança de comportamento desde que se promova uma sensibilização.

7 CONCLUSÕES

Observou-se que, para a Educação Profissional, mesmo com a instituição da PNEA em 1999, do ProNEA em 2005, dos materiais produzidos e publicados pelo Ministério da Educação e pelo Ministério do Meio Ambiente e das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental em 2012, a educação ambiental é apresentada simplesmente como uma complementação curricular e de maneira sutil no CNCT, que é a referência oficial

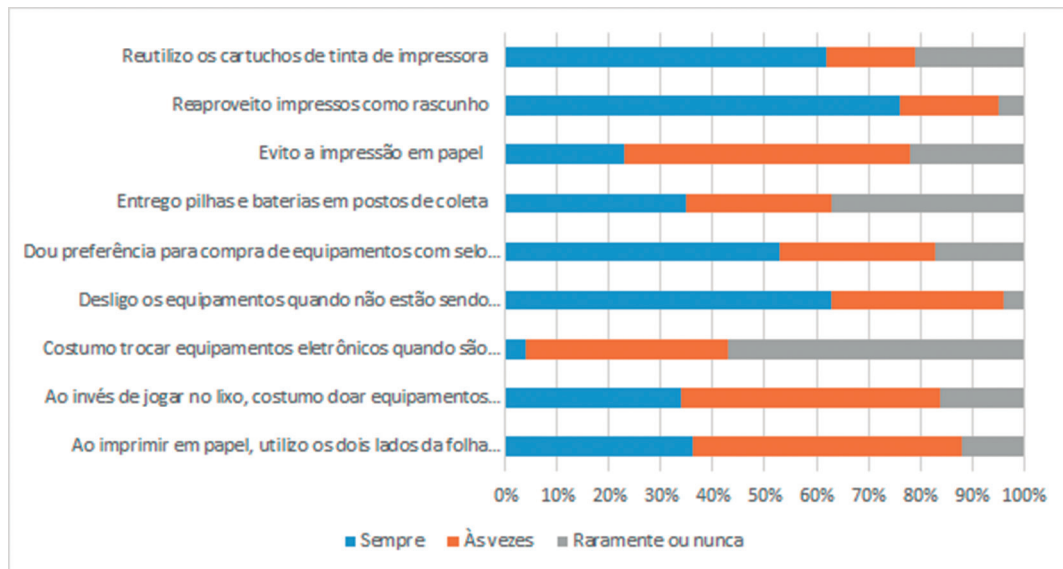


Figura 3 – Resultados da pesquisa - Quesito Atitude: Consumo Consciente e Cidadania

para que uma instituição de ensino técnico e tecnológico elabore seu Projeto Político Pedagógico e o projeto pedagógico dos seus cursos. A pesquisa documental reforçou que a abordagem superficial da educação ambiental pelo CNCT é refletida nos documentos institucionais analisados, uma vez que apontou não haver referência ao desenvolvimento do tema sustentabilidade (no seu conceito amplo e aplicada à TI), seja em relação à capacitação docente, seja na aplicação em sala de aula para com os discentes. Diante disso, entende-se que embora exista uma vontade política para que o tema seja apresentado e trabalhado, não existe a efetivação desta proposta no ambiente escolar.

Ainda assim, a pesquisa de campo apresentou um resultado inesperado: a escola foi apontada como principal fonte de conhecimentos, habilidades e atitudes. Porém, no quesito conhecimento, os discentes obtiveram uma taxa de acerto considerada mediana no ambiente escolar (62,5%). Já nas questões referentes às habilidades técnicas mais complexas, 70% dos discentes pesquisados não sabiam realizá-las, o que pode indicar que, de fato, tais práticas não são trabalhadas em aula. Diante disso, acredita-se que a sustentabilidade seja abordada de maneira indireta e, provavelmente, inconsciente, apenas contemplando o exercício da cidadania, o respeito (ao próximo, ao ambiente e às

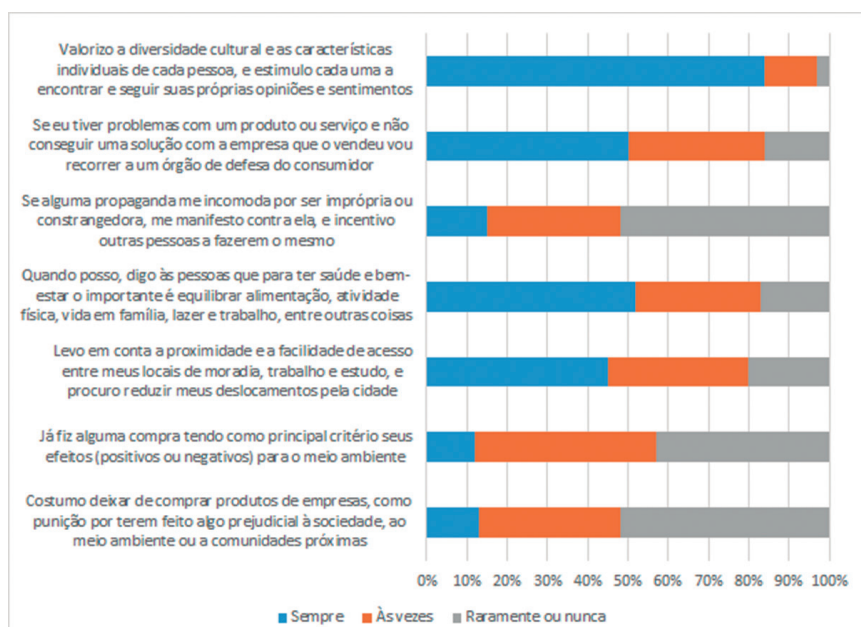


Figura 4 – Resultados da pesquisa - Quesito Atitude: Práticas de TI Verde

diversidades) e a diminuição do desperdício, mesmo porque pode-se considerar que os docentes não tenham sido capacitados para o desenvolvimento de ações educativas visando à implementação e articulação da educação ambiental. Acredita-se também que, tanto para sustentabilidade no seu sentido amplo como no aplicado à TI, os docentes levem para a sala de aula atitudes dos papéis sociais que desempenham dentro e fora do ambiente escolar, ao invés de se restringirem à execução dos planos de curso e de ensino. Contudo, reforça-se a importância da capacitação docente, pois além de mediador desses conhecimentos e habilidades, o docente pode, efetivamente, contribuir para a sensibilização de seus alunos, estimulando-os a transformar o saber e o saber fazer em saber ser e agir, gerando assim mudança de comportamento.

Quanto às contribuições da TI para o desenvolvimento sustentável, esta pesquisa demonstrou que, apesar da evolução tecnológica ser uma constante, demandar infraestrutura, ser grande consumidora de energia e geradora de poluição ambiental e resíduos eletrônicos, por meio da TI Verde, é possível contribuir para a diminuição do impacto ambiental e gerar benefícios econômicos. Além disso, os dados apresentados na revisão bibliográfica apontaram a TI como centro dessas iniciativas com profissionais da área ocupando cargos responsáveis pela TI Verde.

Por fim, acredita-se que a pesquisa atingiu seu objetivo geral pois identificou a ausência de iniciativas para o desenvolvimento do tema nos documentos institucionais analisados, assim como a falta de posicionamento institucional visando a capacitação docente eficaz em contradição com a legislação vigente; revelou também as competências dos discentes perante os conceitos da sustentabilidade indicando a necessidade de maior desenvolvimento do assunto; e demonstrou a importância do desenvolvimento do tema na área de TI no sentido econômico, ambiental e social, tanto para as organizações como para o profissional.

Além disso, espera-se que esta pesquisa - disponível para consulta no endereço eletrônico <http://goo.gl/sf4krA> - possa nortear instituições de ensino no sentido de repensar a inclusão da educação ambiental de forma transversal nos projetos pedagógicos de todos os cursos, seja em nível básico (educação infantil, ensino fundamental e médio) ou superior. Sugere-se, como trabalho futuro, uma pesquisa com os docentes visando identificar como o tema é trabalhado em sala de aula afim de entender a indicação da escola como principal fonte de desenvolvimento destas competências frente a ausência de capacitação dos educadores e de diretrizes para a execução da educação ambiental tanto nos documentos institucionais como no CNCT. Já em relação aos cursos da área de TI, espera-se que esta pesquisa incentive a atualização dos planos de ensino das disciplinas técnicas para atender à demanda do mercado e formar profissionais com competências voltadas às práticas de TI Verde e, acima de tudo, cidadãos sensíveis a essa questão e conscientes do seu papel perante o mundo.

REFERÊNCIAS

BCS. **Green and Sustainable IT**. London, 2014. Disponível em: <<http://certifications.bcs.org/category/15610>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 dez. 1996.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 20 set. 2012.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 abr. 1999a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 20 ago. 2013.

BRASIL. Lei n. 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 dez. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm>. Acesso em: 08. out. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CEB n. 17, de 3 de dezembro de 1997**. Estabelece as diretrizes operacionais para a educação profissional em nível nacional. Atos normativos, Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf_legislacao/tecnico/legisla_tecnico_parecer1797.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2013.

_____. **Parecer CNE/CEB n. 16, de 5 de outubro de 1999**. Trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. Atos normativos, Brasília, DF, 1999b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf_legislacao/tecnico/legisla_tecnico_parecer1999a.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2013.

_____. **Resolução CNE/CEB n. 4, de 8 de dezembro de 1999**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. Brasília, DF, 1999c. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf_legislacao/tecnico/legisla_tecnico_resol1999b.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2013.

_____. **Resolução CNE/CP n. 2, de 15 de junho de 2012**. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Brasília, DF, 2012a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=10988&Itemid=>>. Acesso em: 17 dez. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação e Ministério do Meio Ambiente. **ProNEA – Programa Nacional de Educação Ambiental**, 3ª ed. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/pronea_3.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Catálogo nacional dos cursos técnicos**. Brasília, DF, 2012b. Disponível em: <<http://pronatec.mec.gov.br/cnct/index.php>>. Acesso em: 08 out. 2012.

BRUNDTLAND. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

COMPTIA. **CompTIA Certifications**. Chicago, 2014. Disponível em: <<http://certification.comptia.org/getCertified/certifications.aspx>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

DIAS, J.A.S. **Gestão verde de Tecnologia da informação e comunicação: Fatores que influenciam a sua adoção em grandes empresas usuárias no Brasil**. 2013. 151f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas). Escola de Administração de Empresas de São Paulo (FGV). São Paulo, 2013.

EXIN. **EXIN Green IT**. Utrecht, 2014. Disponível em: <<https://www.exin.com/NL/en/exams/&fw=green-it>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

HARMON, R.; DEMIRKAN, H.; AUSEKLIS, N.; REINOSO, M. From green computing to sustainable IT: Developing a sustainable service orientation. In: **System Sciences (HICSS), 2010 43rd Hawaii International Conference on**. IEEE, 2010. p. 1-10.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Conselho Nacional de Classificações (CONCLA)**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013.

IFSP. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2009-2013**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.ifsp.edu.br/index.php/arquivos/category/34-pdi.html?download=86%3Apidi>>. Acesso em 14 jan. 2014.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da educação básica: 2012 – resumo técnico**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2013.

INSTITUTO AKATU. **Teste do Consumo Consciente: Você é um consumidor consciente?** São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://centro.akatu.org.br/cr/index.jsp>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

INSTITUTO AKATU E ETHOS. **Pesquisa 2010 - O consumidor brasileiro e a sustentabilidade**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.akatu.org.br/Content/Akatu/Arquivos/file/10_12_13_RSEpesquisa2010_pdf.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2013.

ITAUTEC. **Guia do Gestor de TI Sustentável**, 2011. Disponível em: <http://www.itautech.com.br/media/652021/af_guiagestor_sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2013.

MAURER, E.B.; LANES, L.B.F. Práticas sustentáveis em TI. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 3, n. 2, p. 187-194, 2012.

HARMON, R.; DEMIRKAN, H.; AUSEKLIS, N.; REINOSO, M. From green computing to sustainable IT: Developing a sustainable service orientation. In: **System Sciences (HICSS), 2010 43rd Hawaii International Conference on**. IEEE, 2010. p. 1-10.

MURUGESAN, S. Harnessing green IT: Principles and practices. In: **Management of Engineering & Technology, 2009. PICMET 2009. Portland International Conference on**. IEEE, 2009. p. 1707-1717.

_____. Making IT green. **IT professional**, Los Alamitos, v. 12, n. 2, p. 4-5. Mar. 2010.

MURUGESAN, S.; LAPLANTE, P.A. IT for a Greener Planet [Guest editors' introduction]. **IT professional**, Los Alamitos, v. 13, n. 1, p. 16-18. Feb. 2011.

PORTO DIGITAL. Núcleo de Gestão do Porto Digital. **Guia de Boas Práticas para uma TI mais Sustentável**. Recife, 2011. Disponível em: <<http://www2.fiescnet.com.br/web/recursos/VUVSR01qa3IOZz09>>. Acesso em: 27 de ago. 2013.

RUAS, R.L.; ANTONELLO, C.S.; BOFF, L.H. **Os novos horizontes de gestão: aprendizagem organizacional e competências**. Grupo A, 2005.

SOARES, M.D.O. **A formação do técnico agrícola sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável**. 2001. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SYMANTEC. **Green IT Report – Global: May 2009**. Cupertino, 2009. Disponível em: <http://www.symantec.com/content/en/us/about/media/GreenIT09_Report.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2014.

TRES, C.H. Carreira: Certificação Profissional em TI Verde. **Profissionais TI**, Blumenau, 3 de out. 2013. Disponível em: <<http://www.profissionaisiti.com.br/2013/10/carreira-certificacao-profissional-em-ti-verde/>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

UNESCO. **Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação**. Brasília: UNESCO, 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

VIOTTO, J. Informação cada vez mais verde. **Deloitte Mundo Corporativo**, São Paulo, n.24, Abril-Junho 2009, p. 21-25. Disponível em: <www.deloitte.com/assets/Dcom.../Mundo%20Corporativo%2024.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2014.

Emilia dos Santos Martins ¹
Francisca Janaína Vieira Lucas ²
Raimundo Claudio da Silva Vasconcelos ³

Data de entrega dos originais à redação em 09/06/2014
e recebido para diagramação em 21/10/2014.

As redes sociais incentivam os usuários a fazer novos amigos, a interagir com gente de outros lugares e culturas. Também permitem o compartilhamento de informações, algumas delas sensíveis, com os demais usuários. Alguns usuários não percebem a necessidade de garantir segurança e privacidade de suas informações, a fim de evitar o uso por pessoas mal intencionadas. O objetivo desse trabalho é apresentar questões de segurança e privacidade envolvidas no uso de redes sociais bem como recomendações de comportamento para o usuário. Também são apresentados os tipos de ameaças mais comuns que ocorrem durante o uso de redes sociais na Internet.

Palavras-chave: Redes sociais. Internet. Segurança. Privacidade.

Social networks stimulate users to make friends, to contact people from other places and cultures. They also allow users to share information, some of it sensitive, with other users. Some users do not realize the need to guarantee security and privacy of their information, with the aim to prevent malicious use by others. The objective of this paper is to present issues of security and privacy involved in using social networks and behavior recommendations for the user. It also shows the most common types of threats that occur during the use of social networks in the Internet.

Keywords: Social networks. Internet. Security. Privacy.

1 INTRODUÇÃO

Entende-se por informação qualquer conteúdo ou conjunto de dados com importância para determinada organização ou pessoa, sendo um recurso de extremo valor na sociedade atual (Whitman, 2013). Com a utilização de sistemas informatizados integrados através das redes, as informações armazenadas e trafegadas estão de uma forma ou de outra, vulneráveis e sujeitas a ameaças diversas que possam comprometer a integridade, bem como a segurança das entidades e de outras informações a elas concernentes.

A segurança pode ser afetada pelo comportamento dos usuários, pelo ambiente ou estrutura que os cerca, ou por sujeitos mal intencionados com o objetivo de furtar, destruir ou alterar alguma informação.

As redes sociais têm angariado muitos adeptos e, com o uso de dispositivos móveis, as

pessoas estão cada vez mais conectadas às suas redes de amizades, independente de horário e local. Isso pode ampliar a vulnerabilidade do usuário, por ele estar em redes de conectividade diversas e por não ter “tempo disponível” para se preocupar com aspectos de segurança. Este trabalho tem como objetivo apresentar questões de segurança e privacidade envolvidas no uso de redes sociais, bem como recomendações de comportamento para o usuário.

Este artigo está dividido da seguinte maneira: inicialmente são descritos trabalhos correlatos e em seguida são apresentadas algumas redes sociais e seus respectivos termos de uso. As demais seções abordam a integração dessas redes com serviços, questões de segurança e privacidade, Marco Civil aprovado pelo Congresso Brasileiro, o experimento realizado e recomendações aos usuários das redes sociais são descritas. Por fim são apresentadas as conclusões desse trabalho.

1 Técnica em Suporte e Manutenção em Informática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB) Campus Taguatinga.

2 Técnica em Suporte e Manutenção em Informática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB) Campus Taguatinga.

3 Mestre em Ciência da Computação - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB) Campus Taguatinga.
E-mail: < r.claudio@gmail.com >.

2 TRABALHOS CORRELATOS

Whitman (2003) realizou um estudo sobre ameaças à segurança da informação em ambientes computacionais, procurando responder a três questões primordiais:

- Quais são as ameaças à segurança da informação?
- Quais são as mais danosas ao ambiente organizacional?
- Qual a frequência com que eventos baseados nelas são observados?

Em seu trabalho, Whitman listou doze categorias de ameaças potenciais, obtidas a partir de trabalhos anteriores e entrevistas:

- Eventos deliberados cometidos com o uso de *software* (vírus, vermes, macros, negações de serviço);
- Erros ou falhas técnicas de *software* (falhas de codificação, *bugs*);
- Falhas ou erros humanos (acidentes, enganos dos empregados);
- Atos deliberados de espionagem ou invasão, *hacking*;
- Atos deliberados de sabotagem ou vandalismo (destruição de sistemas ou informação);
- Erros ou falhas técnicas de *hardware* (falhas de equipamentos);
- Atos deliberados de furto (de equipamentos ou de informação);
- Forças da natureza (terremotos, enchentes, relâmpagos, incêndios não intencionais);
- Comprometimento à propriedade intelectual (pirataria, infração a direitos autorais);
- Variação da qualidade de serviço (*Quality of Service - QoS*) por provedores (como energia

elétrica e serviços de redes remotas de telecomunicação);

- Obsolescência técnica; e
- Atos deliberados de extorsão de informação (chantagem ou revelação indevida de informação).

Sistemas de segurança da informação são frequentemente comparados a uma corrente com muitos elos representando os componentes envolvidos, tais como o usuário humano, equipamento, *software*, protocolos de comunicação de dados e outros. O usuário humano é frequentemente referenciado como o elo mais fraco (SASSE et al., 2001). Pouco tem sido feito para identificar os fatores que levam a comportamentos potencialmente inseguros e menos ainda para tentar resolver tais problemas.

Nielsen (2004) afirma que é indispensável treinar usuários, embora essa medida, isoladamente, não seja suficiente para erradicar os problemas relacionados ao uso descuidado da rede.

Com o uso crescente das redes sociais, o foco sobre o usuário humano tem aumentado e recomendações foram pensadas e divulgadas para conscientização dos usuários sobre o uso responsável da *Internet*. Entre essas recomendações pode-se citar a cartilha desenvolvida pela RNP (2009).

3 REDES SOCIAIS

Houve um grande aumento do uso da *internet* no Brasil nos últimos 10 anos, disparando o acesso às redes sociais, não só do *facebook*, mas de outras redes, como *youtube*, *Twitter*, *google+*, e as mais recentes como *instagram* e *foursquare*. O Gráfico 1 mostra o acesso a essas redes sociais no Brasil em 2014.

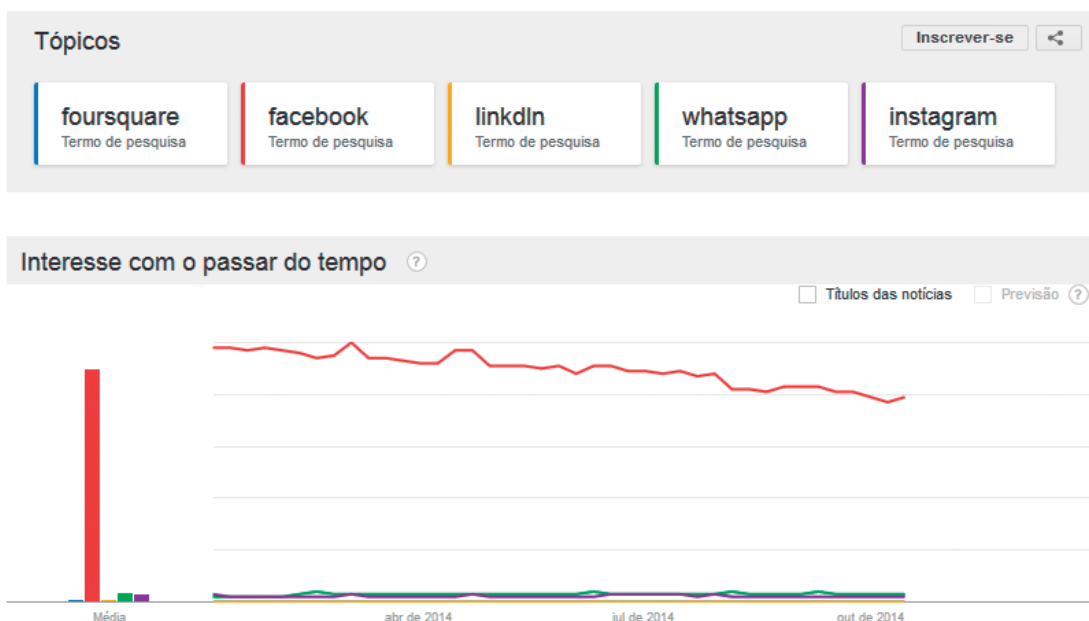


Gráfico 1- Acesso às redes sociais em 2014 (Google, 2014)

A rede social *facebook* (2013) possui as seguintes características:

- idade mínima para o ingresso é de 13 anos, que nem sempre é cumprida;
- termos de privacidade podem ser alterados sem aviso prévio ao usuário;
- informações pessoais dos usuários são de propriedade do *site*; e
- termos de privacidade seguem as leis americanas.

Instagram (2014) é uma rede social para postagem de fotos e seu termo de uso estabelece, entre outras regras, que:

- cadastro pode ser realizado a partir dos 13 anos de idade;
- não se pode postar fotos que instiguem violência, racismo, pré-conceito, ou que sejam sexualmente sugestivas;
- usuário é totalmente responsável por sua conta (senha, postagens, atualizações e etc.) e não pode criar conta para terceiros;
- usuário é o único responsável por sua conduta e por quaisquer dados, textos, imagens e materiais que enviar, postar ou exibir através desse serviço.

Caso viole algum dos Termos de Uso, a critério exclusivo do *Instagram*, o usuário poderá ter sua conta encerrada.

A rede social *Twitter* (2014) disponibiliza seu Termo de Uso e Política de Privacidade na língua portuguesa e assim como outras redes sociais, informa que a versão em inglês é a válida em caso de conflito com a versão traduzida. Nesse caso, o problema fica pelo usuário não ter acesso fácil ao Termo de Uso original, uma vez que ao digitar o endereço www.twitter.com a página vem totalmente traduzida.

LinkedIn (2014) define no seu Termo de Uso todas as informações necessárias para o acesso aos seus serviços. O usuário é proprietário de suas informações, mas sua conta é parte do *LinkedIn*. O usuário terá de cumprir o Contrato (Termo de Uso) que pode ser alterado de tempos em tempos, com ou sem aviso prévio.

Whatsapp (2014) não assume responsabilidades por *sites* de terceiros presentes em sua página ou aplicativo. Sua utilização deve ser apenas para uso pessoal e para identificação dos usuários utiliza-se seus números de telefone.

4 INTEGRAÇÃO DAS REDES SOCIAIS COM SERVIÇOS

Com a popularização da *internet* no começo da década de 2000, parecia que a última fronteira para qualquer empresa seria a criação de uma loja *on-line* e o início de uma estratégia conhecida como comércio eletrônico.

As redes sociais apresentam uma grande oportunidade para compra e venda de mercadorias. Empresas como a Likestore (2014) fornecem plataformas para criação de lojas para redes sociais.

Uma das abordagens das empresas é instalar, no *site* de uma rede social, uma vitrine com imagens, descrição e preço dos produtos, similar à da loja virtual. Além de poder divulgar o produto para seus amigos, ao clicar em qualquer link “comprar”, o usuário é direcionado à loja virtual normal, justamente na página daquele produto.

Sabe-se que o consumidor realiza pesquisas na *internet* antes de efetivar uma compra. Além de pesquisar o produto em *sites* de empresas concorrentes, ele também consulta os comentários dos demais consumidores bem como da sua rede de amigos. A comunicação direta consumidor-consumidor, através das redes sociais, tem se constituído uma novidade que foge ao controle das empresas (MANGOLD et al., 2009).

Outras integrações com redes sociais que merecem atenção são usadas pelos bancos. O Banco do Brasil (2014) tem uma página no *facebook* para responder a dúvidas, informar eventos e se aproximar de seus clientes. Com o mesmo intuito, Santander (2014), Bradesco (2014) e Itaú (2014) também possuem páginas no *facebook*. Nelas, os clientes demonstram sua satisfação com os bancos, fazem reclamações, tiram dúvidas e interagem.

Tal integração visa facilitar o acesso pelos usuários e aumentar a disponibilidade de tais serviços, sejam de compra ou bancários. Contudo isso requer que os aspectos de segurança e privacidade sejam mais rigorosos.

5 PRIVACIDADE E SEGURANÇA

A construção de uma política de segurança requer a análise de vários fatores, como riscos, benefícios, custos e esforços de implementação dos mecanismos. Tais políticas são usadas para garantir o nível de segurança desejado, sendo o comprometimento dos usuários com a implantação das políticas de segurança fundamental para seu sucesso.

O principal responsável pela privacidade e segurança é o usuário. Uma informação postada pode se propagar e, algo que deveria ser uma brincadeira entre amigos, pode ser acessada por

outras pessoas e ser usada contra o usuário agora ou futuramente. Outros quesitos de segurança estão relacionados à necessidade de se ter sistema operacional e antivírus atualizados, *proxies*, e *firewall* devidamente configurados. Também deve-se fazer o uso de *backups* e protegê-los de pessoas mal intencionadas. Além disso, recomenda-se aos usuários de redes sociais a adoção dos seguintes cuidados:

- Usar as opções de privacidade oferecidas pelos *sites*;
- Manter seu perfil e seus dados privados;
- Ser seletivo ao aceitar novos contatos;
- Restringir o acesso ao seu endereço de *e-mail*;
- Proteger a sua vida pessoal e profissional;
- Ser cuidadoso ao fornecer a sua localização; e
- Ser cuidadoso ao se associar a grupos e comunidades.

6 PROBLEMAS ENVOLVENDO AS REDES SOCIAIS

Existem diversos riscos envolvidos no uso da internet relacionados aos programas de *e-mail*, de troca de mensagens, de compartilhamento de arquivos e de recursos, navegadores e redes sociais.

Vários casos são relatados pela imprensa sobre usuários de redes sociais que tiveram suas contas violadas de alguma maneira, sejam através do “roubo” de senhas, através de “falhas de segurança” dos próprios *sites*, ou simplesmente o provedor “reinicia” a conta, baseado em algum artigo do seu Termo de Uso. A expressão “nuvem” implica que o usuário não tem condições de saber onde estão armazenados seus dados, fotos e que tais informações poderão estar acessíveis a diversas outras pessoas e empresas, eventualmente sem o seu conhecimento.

Acesso indevido a contas de celebridades e autoridades acabam recebendo a atenção da mídia e são noticiados. A rede *Twitter*, que permite o compartilhamento de mensagens com até 140 caracteres, sofre de forma recorrente de problemas de tentativas de violação de privacidade nos seus *retweets* (MEEDER et al., 2010).

Em junho de 2012 usuários da rede *LinkedIn* descobriram que hackers acessaram o banco de dados quando 6,5 milhões de senhas foram postados em um fórum. Um dos usuários da rede entrou com uma ação judicial acusando o *LinkedIn* de não ter aderido ao “*checklist*” de segurança básica definido pelo Instituto Americano de Padrões e Tecnologia (NIST) para prevenir este tipo de ataque, conhecido como *SQL injection* (SCOTT, 2012).

Problemas de segurança em redes sociais são recorrentes e as providências raramente são tomadas a tempo de evitar o desgaste e prejuízo do usuário, mas muitos problemas podem ser evitados pelos

próprios usuários, por exemplo, elaborando senhas mais difíceis, não aceitando estranhos como amigos, e expondo ao mínimo possível fotos e dados sensíveis. Vale salientar que além da necessidade de se ter uma senha forte, é preciso que ela seja sempre atualizada (SMITH, 2002).

7 MARCO CIVIL

O Marco Civil é a lei que estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil e determina as diretrizes para atuação da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios em relação à matéria.

Em qualquer operação de coleta, armazenamento, guarda e tratamento de registros, dados pessoais ou de comunicações por provedores de conexão e de aplicações de *internet* em que pelo menos um desses atos ocorram em território nacional, deverá ser obrigatoriamente respeitada a legislação brasileira, os direitos à privacidade, à proteção dos dados pessoais e ao sigilo das comunicações privadas e dos registros.

Com o intuito de assegurar a liberdade de expressão e impedir a censura, o provedor de aplicações de *internet* somente poderá ser responsabilizado civilmente por danos decorrentes de conteúdo gerado por terceiros se, após ordem judicial específica, não tomar as providências para, no âmbito e nos limites técnicos do seu serviço e dentro do prazo assinalado, tornar indisponível o conteúdo apontado como infringente, ressalvadas as disposições legais em contrário (Congresso Nacional, 2014).

8 EXPERIMENTO

Para fins de análise, foi realizado um experimento qualitativo a fim de comprovar a vulnerabilidade do usuário, decorrente do uso descuidado das redes sociais. Foi criado um perfil falso no *facebook* de uma garota jovem, bonita e que gosta de moda. O objetivo ao se criar este perfil era mostrar que usuários aceitam em seu círculo de amizade pessoas desconhecidas sem questionamentos. No experimento foi utilizado o seguinte critério: foram selecionadas dez pessoas da área administrativa, de forma aleatória, a partir do portal da transparência da secretária de administração do GDF (Governo do Distrito Federal).

Foi solicitada amizade pelo *facebook* a essas pessoas e, dentre os dez selecionados, apenas dois perguntaram de onde a conheciam. Mesmo não sendo enviada resposta ao questionamento, todos a adicionaram ao círculo de amizade.

Esses novos amigos adicionados permitiram acesso a tudo. Alguns postavam fotos de viagens,

informações sobre seus cônjuges, local de trabalho e identificavam as fotos de seus familiares (cônjuge, filhos, netos, entre outros). Um dos usuários manteve contato com a bela jovem, tentando uma aproximação maior, além de amizade.

No decorrer desse trabalho percebeu-se que muitos usuários precisam se afirmar perante os demais, possuem muitos amigos, informar os lugares onde costumam ir e precisam receber muitas “curtidas”. Esses usuários, que se mostram sempre felizes, são as chamadas presas fáceis para pessoas mal intencionadas, pelo simples fato que querem colecionar “amigos”. Ficou visível o quanto as pessoas são vulneráveis, ninguém sabe a real pretensão do outro usuário. Frequentemente aparecem notícias de usuários que são lesados, enganados e ridicularizados nas redes sociais pelo fato de se exporem em demasia.

9 RECOMENDAÇÕES AOS USUÁRIOS

Nesta seção são descritas recomendações para usuários que utilizam serviços da internet, incluindo itens específicos para o uso de redes sociais:

- Deve-se usar senhas fortes, com pelo menos 8 caracteres, composta de números, caracteres especiais (“+”, “-”, “@” e “#”), letras maiúsculas e minúsculas. Os *sites* normalmente indicam se a senha escolhida é “Forte” ou não. Não se deve usar a mesma senha de outros serviços. Recomenda-se a utilização de um *software* para gerenciar suas senhas, que além de armazenar suas senhas ajuda a escolher boas combinações.
- Deve-se trocar a senha com frequência, especialmente quando utilizar o serviço de redes sociais em locais públicos como redes *wifi* públicas, *lan houses* ou no computador de outra pessoa.
- Sempre executar “*logout*” para sair do serviço adequadamente. Se não o fizer, a próxima pessoa que usar o computador terá acesso à conta. Se o usuário esquecer de efetuar *logout* em uma rede potencialmente insegura, ele deve trocar a senha o mais rápido possível. A sessão que foi deixada aberta será interrompida e a senha será solicitada.
- Existem serviços que encurtam endereços URL de forma a facilitar o seu envio por *e-mail*, *Twitter*, etc. Estes serviços são representados por sites como *bit.ly* (*j.mp*), *TinyURL* e *Migre.me*, entre outros. Deve-se ter cuidado, pois é muito comum a distribuição de vírus usando estes serviços

para esconder o endereço final. Alguns serviços possuem ferramentas especiais para que se visualize informações adicionais antes de visitar o link final. Inclua “+” ao final para mais informações. Por exemplo, se a URL for <http://migre.me/jchJP>, acesse <http://migre.me/jchJP+>.

- Deve-se ser criterioso na hora de aceitar convites, especialmente em redes sociais que não fornecem muitos dados sobre o usuário, como o *Twitter*. Observe, a partir da foto da pessoa, se ela é alguém conhecido bem como a quantidade de amigos ou seguidores. Amigos demais podem indicar perfis fraudulentos.
- Boa parte das redes sociais utiliza o mecanismo “Pergunta de segurança”. Escolha uma pergunta da lista apresentada e defina uma resposta. É muito importante que o usuário não responda corretamente esta pergunta, embora isto pareça estranho. É possível investigar a vida de uma pessoa a partir de buscas na Internet e em outras redes sociais e obter as respostas para estas perguntas.
- Na opção “Privacidade” da seção de configuração das redes sociais, o usuário deve definir qual será nível de acesso ao seu conteúdo. O nível mais restritivo é “Apenas amigos”. Recomenda-se: mantenha as informações pessoais privadas.
- Deve-se reunir os amigos em grupos. Desta forma é possível controlar o acesso a conteúdo (fotos, por exemplo) restringindo o acesso apenas a um grupo, por exemplo, família. Da mesma forma, o usuário deve ser criterioso ao se associar a grupos e comunidades.
- O usuário deve saber que ação tomar quando alguém o estiver assediando ou ameaçando: removê-lo da lista de amigos, bloqueá-lo e relatar ao administrador do *site*.
- Deve-se ser cauteloso ao clicar em *links* contidos em mensagens. Mesmo aquelas provenientes de amigos podem conter códigos maliciosos ou ser parte de um ataque *phishing*. O melhor a fazer é contactar o amigo e validar a mensagem.
- O usuário deve ter consciência de que tudo o que ele coloca na rede será permanente. Ele deve proteger sua reputação nas redes sociais. Deve-se pensar duas vezes antes de publicar comentários, fotos que o usuário não queira que parentes, empregadores ou amigos visualizem.
- As redes sociais permitem que o usuário informe o local onde está através do mecanismo “*checkin*”, e partir de uma contabilidade ele recebe pontos e “selos” de qualidade. A partir dessas informações é

possível descobrir a rotina de uma pessoa, locais que ela costuma frequentar e horários. Deve-se ser cuidadoso ao fornecer a sua localização.

- Deve-se evitar que os *sites* acessem seu catálogo de endereços. Muitas vezes, ao entrar em uma nova rede social, é disponibilizada ao usuário alguma oferta e, para tanto, basta que ele insira o seu endereço de *e-mail* e senha e o *site* terá acesso aos seus contatos da rede. O *site* pode usar essas informações para enviar mensagens para todos os contatos da lista do usuário, ou mesmo para qualquer pessoa para o qual ele já tenha enviado uma mensagem com aquele endereço de *e-mail*. *Sites* de redes sociais devem explicar que vão fazer isso, mas alguns não explicam.

10 CONCLUSÕES

As redes sociais possuem Termos de Uso e Política de Privacidade, e é responsabilidade do usuário ler esses termos antes de aderir ao serviço. O não cumprimento das regras pode implicar na desativação do perfil criado.

Aspectos relacionados à segurança precisam ser considerados pelos usuários, como utilização de senhas fortes, atualização dos sistemas operacionais, uso de antivírus, *proxies* e *firewalls* devidamente configurados, dessa forma poderá reduzir os riscos de ser alvo de pessoas mal-intencionadas.

As redes sociais promovem comodidade para os usuários porque integram vários serviços e permite que um único perfil seja utilizado para realizar compras, receber suporte, ter novas experiências. Esse tipo de conforto faz com que as redes cresçam e ganhem mais importância. Ao passo que mais informações são disponibilizadas nas redes sociais, elas se tornam mais vulneráveis. Tal vulnerabilidade exige que o usuário siga as ações recomendadas neste trabalho em prol da sua própria segurança e maior privacidade.

O Marco Civil é a lei que trata da guarda dos dados, ou seja, do armazenamento das informações, estabelece que os registros de informações dos usuários devem respeitar o direito à privacidade. A legislação brasileira deve prevalecer sobre leis internacionais citadas nos contratos, desde que a coleta desses dados seja realizada em território nacional. O objetivo é garantir a neutralidade da rede e permitir ao usuário solicitar indenização no caso de violação de seus dados.

Através do experimento, pode-se observar que a maioria das pessoas adiciona desconhecidos a seus círculos de amizade nas redes sociais. Entre esses “amigos” podem existir perfis falsos, pessoas

mal-intencionadas que facilmente terão acesso a todos os dados disponibilizados na rede social: fotos, lugares que costuma visitar, rotina da família, entre outros. Conhecer pessoas diferentes é divertido e saudável desde que seja feito de forma sensata.

FINANCIAMENTO

O projeto contou com o apoio do CNPq mediante a concessão de bolsa PIBIC médio às alunas.

REFERÊNCIAS

Bradesco. (2014). Bradesco. Disponível em: <<https://www.facebook.com/Bradesco?ref=ts&fref=ts>>. Acesso em 25 de março de 2014.

Congresso Nacional (2014). LEI Nº 12.965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l12965.htm>. Acesso em: 13 de outubro de 2014.

Facebook (2013). Disponível em: <<https://www.facebook.com/>>. Acesso em: 23 de março de 2013.

GoogleTrends (2014). Disponível em: <<http://www.google.com.br/trends/explore?q=redes%20sociais&hl=pt-BR#q=facebook%2C%20linkln%2C%20whatsapp%2C%20instagram%2C%20twitter&geo=BR&date=1%2F2014%2012m&cmpt=q>>. Acesso em: 20 de outubro de 2014.

Instagram (2014). Terms of Use. Disponível em: <<http://instagram.com/about/legal/terms/>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2014.

Itau (2014). Itau. Disponível em: Facebook: <<https://www.facebook.com/itau?fref=ts>>. Acesso em: 25 de março de 2014.

LinkedIn (2014). Contrato do Usuário. Disponível em: <http://www.linkedin.com/legal/user-agreement?trk=hb_ft_userag>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2014.

LikeStore (2014). A LikeStore é um jeito fácil de se vender. Disponível em: <<http://likestore.com.br/oquee>>. Acesso em: 02 de abril de 2014.

Mangold, W. G.; Faulds, D. J. (2009) Social media: The new hybrid element of the promotion mix. *Business Horizons*, Volume 52, Issue 4, July–August 2009, Pages 357–365.

Meeder, B.; Tam, J.; Kelley, P. G.; Cranor, L. F. (2010) RT @ **IWantPrivacy**: Widespread Violation of Privacy Setting s in the Twitter Social Network. W2SP 2010: Web 2.0 Security and Privacy 2010. May 2010.

Nielsen, J. (2004). User education is not the answer to security problems. Disponível em: <<http://www.nngroup.com/articles/security-and-user-education/>>. Acesso em: janeiro de 2014.

RNP (2009). Centro de Atendimento a Incidentes de Segurança (CAIS/RNP). Segurança das redes sociais: recomendações gerais. Disponível em: <https://www.rnp.br/_arquivo/cais/Seguranca_em_Redessociais.pdf>. Acesso em: março de 2014.

Santander. (2014). Santander. Disponível em: <<https://www.facebook.com/santanderbrasil?fref=ts>>. Acesso em: 26 de março de 2014.

Sasse, M.A., Brostoff, S. e Weirich, D. (2001). Transforming the “weakest link” — a human/computer interaction approach to usable and effective security. **BT Technology Journal**, 19, 122-131.

Scott, C. LinkedIn Hit with Lawsuit over Massive Data Breach. ComputerDealerNews. Disponível em: <<http://www.computerdealernews.com/news/linkedin-hit-with-lawsuit-over-massive-data-breach/7396>>. Acesso em: 20 de junho de 2013.

Smith, R.E. (2002). The strong password dilemma. Authentication: From Passwords to Public Keys. Chapter 6. Addison-Wesley.

Twitter. (2014). Termos de Serviço. Disponível em: <<https://twitter.com/tos>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2014.

WhatsApp (2014). Informação Legal do WhatsApp. Disponível em: <http://www.whatsapp.com/legal/?l=pt_br>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2014.

Whitman, M. E., Mattord H. J. (2013). Management of Information Security. 4th Edition. Cengage Learning.

Whitman, M. E. (2003) Enemy at the gate: threats to information security. **Communications of the ACM**, v. 46, n. 8, p. 91–95, Aug. 2003.

TESTE DE USABILIDADE DO SISTEMA OPERACIONAL MICROSOFT WINDOWS 8 - CONSUMER PREVIEW

Data de entrega dos originais à redação em 09/09/2013
e recebido para diagramação em 01/09/2014.

Daniela Rodrigues Azevedo ¹
Geiza Caruline Costa ²
Marcelo Ken Nagatani Koga ³
Paulo Antônio Ferreira ⁴
Thiago Schumacher Barcelos ⁵

Este artigo procura mostrar o impacto na adaptação de usuários do Sistema Operacional Windows em relação ao recém-lançado Sistema Operacional também da Microsoft, Windows 8. Para tanto, foram utilizados a avaliação heurística e, dez testes de usabilidade em voluntários, pré-selecionados.

Palavras-chave: Teste de Usabilidade. Windows 8.

This article tries to show the impact of the adaptation of Windows Operating System users in respect of the recently released Windows 8 Operating System, also by Microsoft. To do so, were employed the heuristic evaluation and ten tests of usability in pre-selected volunteers.

Keywords: Test of Usability. Windows 8.

1 INTRODUÇÃO

Atualizações em sistemas interativos muitas vezes podem trazer impactos significativos em sua usabilidade, por consequência, tais atualizações podem eventualmente trazer alguma influência na continuidade da aceitação do sistema pela sua comunidade de usuários.

Dessa forma, o foco principal deste artigo é realizar um teste de usabilidade baseado nos fundamentos teóricos e práticos da área de IHC (Interação Humano-Computador), com o intuito de avaliar os impactos da atualização de um dos produtos mais utilizados no mundo. Para este estudo foi selecionado o sistema operacional Microsoft Windows 8 em sua versão *Consumer Preview*.

A partir de uma avaliação inicial do sistema objeto deste estudo notou-se a inexistência de algumas estruturas de interação existentes no modelo conceitual mantido pela Microsoft até a versão anterior como, por exemplo, a utilização do menu iniciar como acesso principal aos aplicativos.

Com isso, a hipótese deste estudo é que o modelo conceitual do usuário sobre o Windows, formado através de um processo de cognição repetitivo e de longo prazo, necessita de uma adequação não trivial e que trará algum impacto na utilização da nova versão do sistema operacional.

2 METODOLOGIA

Após definidos os propósitos deste artigo, iniciou-se a fase de pesquisa para a escolha do sistema interativo a ser avaliado. O foco principal seria realizar um teste de usabilidade à partir dos conceitos teóricos e práticos de renomados autores da área de IHC, como Carvalho, Preece e Pressman, com o intuito de apresentar uma contribuição que fosse realmente relevante à comunidade científica.

Durante a pesquisa e pré-análise de sistemas interativos, foi selecionado para a realização do teste de usabilidade o sistema operacional Windows 8, sendo este, um sistema operacional comercial da empresa Microsoft.

1 Especializando em Gestão de Projetos de Sistemas de Software pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Guarulhos. E-mail: < daniazevedo2006@yahoo.com.br >.

2 Especializando em Gestão de Projetos de Sistemas de Software pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Guarulhos.

3 Especializando em Gestão de Projetos de Sistemas de Software pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Guarulhos.

4 Especializando em Gestão de Projetos de Sistemas de Software pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Guarulhos.

5 Doutorando em Ensino de Ciências Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul - Mestre em Ciências da Computação pela Universidade de São Paulo - Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Guarulhos.

Lançada em fevereiro de 2012, a versão do sistema operacional Windows 8, para visualização do consumidor (do inglês, *Consumer preview*), apresentou novos conceitos de navegação através de uma interface denominada Metro, que é composta por um mosaico, contendo blocos dinâmicos interativos sensíveis ao toque denominados "Live Tiles" (Windows 8 App Developer Blog).

Os aplicativos estilo Metro no Windows 8 utilizam um sistema de navegação dividido em três camadas hierárquicas: páginas Hub, páginas de seção e páginas de detalhes. (MSDN - Centro de desenvolvimento - aplicativos metro).

As páginas Hub são o ponto de entrada do usuário em relação ao aplicativo, onde o conteúdo é mostrado em um modo de exibição com movimento panorâmico. As páginas de seção são o segundo nível do um aplicativo, o qual o conteúdo é exibido representando o cenário e o conteúdo da Seção.

As páginas de detalhes são o terceiro nível do aplicativo, onde os detalhes de itens individuais são exibidos. O formato pode variar dependendo do tipo específico de conteúdo ou funcionalidades. (MSDN - Centro de desenvolvimento - aplicativos metro).

A figura 1 representa as três camadas de um aplicativo no estilo Metro do Windows 8, que compõe o mosaico de navegação.

O sistema operacional Windows 8 é multiplataforma, podendo ser utilizado em dispositivos móveis como *tablets*, aparelhos de telefonia celular e desktops, sendo certo que, aplicativos desenvolvidos para Windows 8, poderão ser utilizados em qualquer uma das plataformas mencionadas. (MSDN - Centro de Desenvolvimento – aplicativos Metro).

A tabela e os gráficos dos resultados obtidos nos testes foram desenvolvidos pelos autores deste trabalho.

Para a tabulação e análise dos dados obtidos com os questionários de pós-teste foram atribuídas notas a cada resposta das questões feitas no estilo "Escala de Likert" que variam entre -10, -5, 0, 5 e 10. Como exemplo, pode ser tomada a arguição sobre como o usuário se sentiu durante o uso do sistema. Para as respostas no extremo da consideração negativa – como "Confuso" - foram atribuídas nota -10. Para as respostas no extremo da consideração positiva – como "No controle" – foram atribuídas notas 10.

2.1 Motivos para realização de teste de usabilidade com o Windows 8

A história do sistema operacional Windows se confunde com a história da computação. A grande maioria das pessoas aprendeu computação utilizando o Windows. Portanto, é fato que existe a formação de um modelo mental sobre a utilização de computadores, associado à utilização do sistema operacional Windows. Na Ciência Cognitiva¹, os modelos mentais são usados para caracterizar as formas pelas quais as pessoas compreendem os sistemas físicos com os quais interagem (PREECE, 2005).

O modelo conceitual mantido pela Microsoft durante toda a trajetória do Windows, em seus elementos gráficos clássicos, como por exemplo, o botão "Iniciar", formou nos usuários de computadores um modelo mental de utilização.

1 - A Ciência Cognitiva ocupa-se do estudo interdisciplinar da cognição - comportamento, mente e cérebro - combinando conceitos, métodos e ideias de várias áreas das ciências sociais, e através da aplicação de métodos da Ciência da Computação, Matemática e Física.

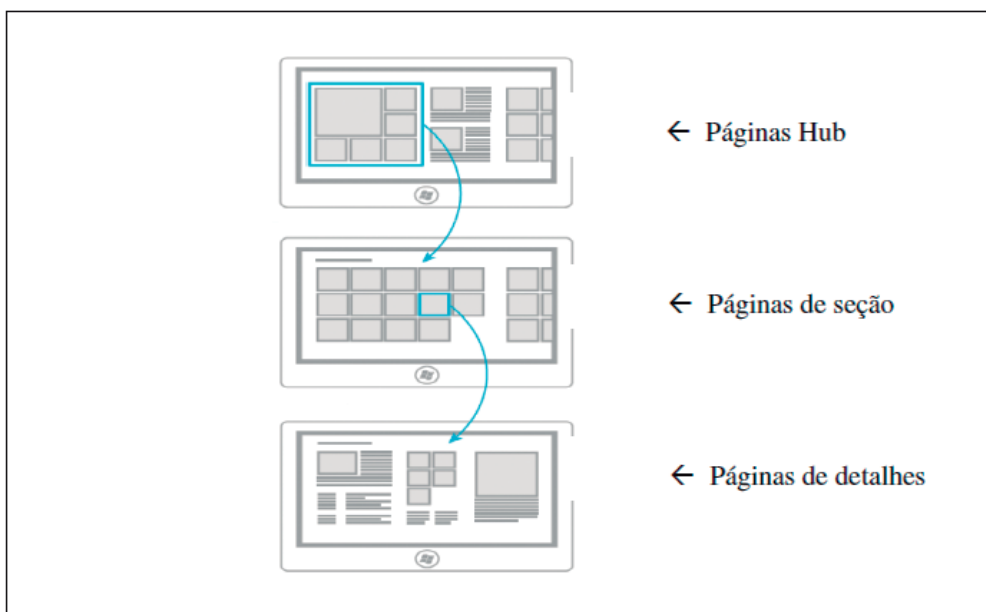


Figura 1 – Camadas na hierarquia HUB, para aplicativos Metro no Windows 8.
(Adaptado de MSDN – Centro de Desenvolvimento – Aplicativos Metro)

Estas representações externas impulsionam a interação a partir do resgate da memória obtida pelo aprendizado da utilização. PREECE (2005), em seu livro *Design* de interação, faz uso de uma metáfora predominante na psicologia cognitiva², que diz respeito à ideia de que “a mente é um processador de informações”, onde se acredita que a informação entre e saia por uma série de estágios de processamento, que incluem comparação, combinação, reconhecimento de imagens e regras, entre outras formas de conhecimento, motivadas por fatores externos.

Durante a avaliação inicial do sistema operacional Windows 8, versão “*Consumer Preview*”, notou-se a inexistência de elementos e funcionalidades marcantes e paradigmáticas existentes no modelo conceitual mantido pela Microsoft até a última versão (Windows 7), principalmente no que diz respeito à ausência do botão Iniciar na barra de tarefas.

Com isso levantou-se a hipótese da realização deste estudo, com a pretensão de testar, através de um teste de usabilidade, não só o sistema operacional em questão, mas também a resiliência mental de usuários altamente influenciados por um modelo conceitual, formado através de um processo de cognição repetitivo e de longo prazo, na utilização de um sistema operacional.

2.2 Avaliação heurística

Os princípios de usabilidade também são chamados de heurísticas quando utilizados como parte de uma avaliação (PREECE, 2005).

Para concretização deste estudo, além dos testes de usabilidade, foram realizadas avaliações heurísticas do sistema operacional Windows 8 *Consumer Preview*, com base nos dez princípios fundamentais de usabilidade (Visibilidade do status do sistema, Compatibilidade do sistema com o mundo real, Controle do usuário e liberdade, Consistência e padrões, Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros, Prevenção de erros, Reconhecimento em vez de memorização, Flexibilidade e eficiência de uso, Estética e design minimalista e Ajuda e documentação), desenvolvidos por Nielsen em 1995.

Para tanto, cada autor deste artigo realizou uma avaliação heurística, totalizando quatro avaliações. Cada avaliação teve a duração média de 40 a 50 minutos sendo que, o registro dos problemas encontrados e seus respectivos níveis de criticidade, foram consolidados em um único documento (anexo 1).

2 - Denomina-se psicologia cognitiva o ramo na psicologia que trata do modo como os indivíduos assimilam e representam as informações que a realidade fornece.

2.3 Perfil dos voluntários

Os usuários voluntários foram selecionados através da aplicação de um questionário pré-teste, onde o perfil desejado deveria atender aos seguintes requisitos:

- Ser usuário do sistema operacional Windows, em suas versões anteriores;
- Fazer uso frequente de sistemas operacionais - mais de três vezes por semana, e por um período superior a três anos.

2.4 Teste de usabilidade

O teste de usabilidade foi realizado com 10 pessoas, individualmente, em um ambiente em que estavam, pelo menos, o usuário e o facilitador. Os testes foram realizados entre os dias 16 e 28 de Abril de 2012, em três ambientes diferentes, os quais eram todos ambientes de trabalho dos facilitadores que organizaram tal teste. Os usuários escolhidos, como já foi abordado, foram definidos por um questionário delimitador de perfil.

Para documentação dos testes foi utilizado o software de captura de tela *AutoScreenRecorder*, aplicativo gratuito da empresa *Wisdom Software* que possibilita efetuar gravações da tela do computador durante o uso do operador. Além disso, os facilitadores pediram aos usuários que iriam testar o sistema, que falassem em voz alta suas impressões ao realizar o teste e, estas foram registradas por anotações manuais.

Ao realizarem o teste, os usuários foram informados que o objetivo da realização do mesmo era promover um paralelo entre a utilização das versões anteriores deste Sistema Operacional com a utilização da mais nova versão: Windows 8 – *Consumer Preview*, visto que a primeira impressão do *design* deste era totalmente diferente do mapa mental construído nas versões anteriores do mesmo software.

2.5 Funcionalidades testadas

Para delimitação das funcionalidades testadas, foi pensado em quatro tarefas utilizadas por usuários comuns em ações cotidianas. Onde, 3 delas seriam do nível básico/intermediário e 1 do nível médio avançado. As tarefas foram respectivamente:

1. Abrir o Bloco de Notas, criar um arquivo, salvá-lo e fechar o aplicativo;
2. Encontrar o arquivo de texto salvo e excluí-lo;
3. Restaurar o arquivo de texto da lixeira; e
4. Configurar a exibição das extensões de arquivos para todas as extensões serem mostradas.

3 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

Com base nos artefatos produzidos pela avaliação heurística, pelos testes de usabilidade e pelas anotações das impressões dos voluntários ao usarem o Windows 8 pela primeira vez, foram feitas várias observações.

Os voluntários tiveram dificuldades na transição de telas, uma vez que os itens de controles encontram-se ocultos e não há indicação de onde eles estão localizados. Como foi constatado através da avaliação heurística, este é um item onde o nível de criticidade é alto, isto porque o modelo mental criado pelas versões anteriores deste sistema operacional é diferente da versão proposta. Tal nível de criticidade é comprovado pela quantidade de tarefas que não foram cumpridas, algumas delas porque o usuário sequer conseguiu sair da tela que inicialmente entrou; outras porque a disposição das funcionalidades não era intuitiva.

Em contra partida o sistema foi avaliado como sendo rápido, sendo que entre uma tarefa e outra não houve problemas quanto à execução. No quesito *feedback*, no entanto, 70% dos voluntários declararam ausência de *feedback* e somente 10% ficaram satisfeitos com eles.

O *design* do sistema mostrou-se bastante atraente, pelas cores e disposição dos itens do mosaico. Dentre os voluntários que participaram do teste de usabilidade, a nota média de *design* foi 6,4 e as cores tiveram uma avaliação positiva. Segundo a avaliação heurística consensual, tanto a disposição dos elementos

- ideia de blocos ajustáveis à sua utilização (ícones), quanto à referência das cores ajudam o usuário no reconhecimento ao invés de lembrança, auxiliando na memorização.

Os pontos positivos analisados quantitativamente através dos questionários pós-teste foram: as cores, o *design*, o visual e a rapidez. Em contra partida, podemos colocar como pontos negativos segundo os voluntários: o controle, a dificuldade na navegação e o uso não ser intuitivo.

Para as opções marcadas de igual distância entre as respostas, foi considerada a nota 0 que corresponde a "indiferente" quanto ao quesito avaliado. Para as questões de Escala de Likert obteve-se a condensação de dados, conforme Tabela 1.

Todos os entrevistados são usuários frequentes do sistema operacional Windows e experientes na utilização de computadores em suas rotinas de estudo, trabalho e comunicação. No entanto, o gráfico 1 demonstra o alto percentual de tarefas não executadas e, portanto, evidencia o grau de dificuldade encontrado na execução das tarefas no sistema operacional testado.

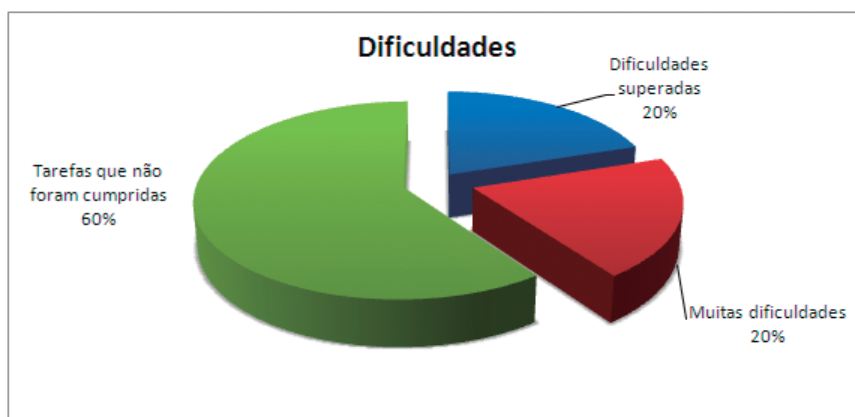


Gráfico 1 – Gráfico do pós-teste sobre dificuldades
Fonte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Guarulhos.

Tabela 1 – Análise quantitativa da Escala de Likert

QUESITO	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DEVIÓ PADRÃO
Controle	-2,5	-10	10	5,89
Facilidade	-2,5	-10	5	6,23
Cores	3,5	-10	10	7,56
Nota ao design	6,4	4	8	1,41
Uso intuitivo	-1,5	-10	10	5,30
Uso estimulante	0,5	-5	5	4,38
Visual interessante	0,5	-10	10	5,50
Rapidez	4,5	0	10	3,69

Fonte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Guarulhos.

De acordo com os questionários pós-teste, também foi constatado que todos os voluntários estão acostumados a usarem menus e não preferem mosaicos (70% deles não sabem ou nunca usaram sistemas em mosaico). Seria aceitável supor, portanto, que encontrariam dificuldades iniciais para se adaptarem.

Conforme explicado anteriormente, às respostas dos voluntários nas Escalas de Likert foram atribuídas notas que variavam de -10 a 10 de 5 em 5. Sendo que ao termo médio entre as duas possíveis respostas de um mesmo quesito foi atribuída a nota 0.

O gráfico 2 demonstra que os usuários consideraram positivos os itens relativos à rapidez do sistema, ao seu visual, cores e uso estimulante. No entanto, por encontrarem dificuldades devido ao modelo mental de menus dos sistemas Windows anteriores, julgaram o sistema como sendo complexo e não se sentiram no controle do sistema.

As dificuldades dos voluntários podem ter gerado a necessidade de receberem algum feedback do sistema para aprovar suas ações ou indicá-lhes o caminho correto, bem como sugestões. No entanto, conforme demonstrado no gráfico 3, a maioria

absoluta (9 de 10) dos indivíduos não se sentiram satisfeitos com os feedbacks dados pelo sistema.

4 CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados obtidos através da avaliação heurística e dos testes de usabilidade, concluímos que as mudanças paradigmáticas do *Windows 8 Consumer Preview*, com a ausência de elementos clássicos das versões anteriores do *Windows* e a inclusão do padrão "Metro" de navegação, ocasiona dificuldades para o uso do sistema no que diz respeito ao controle, a facilidade de navegação e ao uso intuitivo.

Em contrapartida, o *Windows 8* é consideravelmente rápido em suas execuções, não há poluição visual nem excesso de informações, a visão estética apresenta uma boa harmonia entre o *design* e as cores.

Os resultados produzidos, além de avaliar a usabilidade do sistema, ainda permitiram a constatação de que as dificuldades de utilização apresentadas, em parte, estão altamente relacionadas ao modelo mental de utilização, que apresentam os

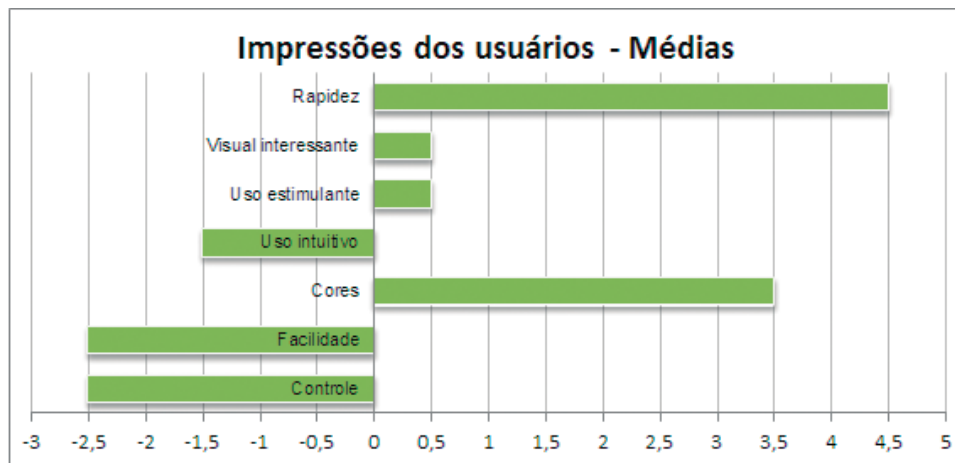


Gráfico 2 – Gráfico do pós-teste sobre impressões do usuário
Fonte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *Campus* Guarulhos.

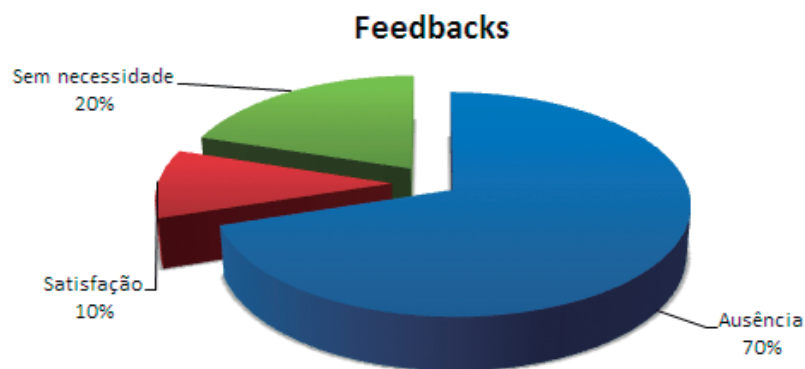


Gráfico 3 - Gráfico do pós-teste quanto a feedbacks do sistema.
Fonte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *Campus* Guarulhos.

usuários avaliados, formado pela utilização repetitiva e por um longo período das versões anteriores do Windows.

REFERENCIAS

MICROSOFT DEVELOPER NETWORK (MSDN) - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO - APLICATIVOS METRO. **Diretrizes de UX para aplicativos estilo Metro**. Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/library/ptbr/windows/apps/hh465424>>. Acesso em: 29 de abril de 2012.

MICROSOFT DEVELOPER NETWORK (MSDN) - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO. **Design de navegação para aplicativos estilo Metro**. Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/windows/apps/hh761500>>. Acesso em 29 de abril de 2012.

MICROSOFT DEVELOPER NETWORK (MSDN). WINDOWS 8 APP DEVELOPER BLOG. **Insights on building Metro style apps for Windows 8, by the Windows 8 engineering team**. Creating a great tile experience. Disponível em: <<http://blogs.msdn.com/b/windowsappdev>>. Acesso em: 29 de abril de 2012.

MICROSOFT. **Uma história do Windows - Destaques dos 25 anos**. Disponível em: <<http://windows.microsoft.com/pt-br/windows/history>>. Acesso em: 29 de abril de 2012.

NIELSEN NORMAN GROUP. **10 Usability Heuristics for User Interface Design**. Disponível em: <<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>>. Acesso em: 30 de abril de 2012.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação: Além da interação homem-computador**, Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO 1 – AVALIAÇÃO HEURÍSTICA.

1. Visibilidade do estado do sistema: A visibilidade do status é prejudicada uma vez que não há indicações do estado atual do sistema após transições de telas e inicialização de aplicativos através do mosaico, não existem elementos gráficos que facilitem a utilização intuitiva, itens de controles ocultos. Nível de criticidade 4.
2. Correspondência entre o sistema e o mundo real: A tecnologia é semelhante às atuais, utilizadas em dispositivos móveis como tablets e aparelhos de telefonia celular, em geral o sistema utiliza a linguagem do usuário no mundo real atual. O sistema trás novos conceitos de arrastar e soltar, entretanto, nem todos os usuários estão

acostumados com essa tecnologia e, neste momento há necessidade de indicações de utilização, em um futuro próximo talvez não seja mais necessário, neste ponto o sistema está em desacordo com as necessidades do mundo real. Nível de criticidade 3.

3. Controle do usuário e liberdade: É extremamente difícil o usuário sair das telas em que entrou, pois o modelo mental criado nas versões anteriores, com o “x” na parte superior direita, não mais existe nesta versão, quando na navegação pelo mosaico, sendo que, o usuário precisa carregar a tela de cima para baixo e não há nenhuma indicação para isto. Existe também um menu lateral e botões de controles ocultos nos cantos inferiores. Nível de criticidade 5.
4. Consistência e padronização: A execução das operações são consistentes e acontecem geralmente da mesma maneira para ações semelhantes. Nível de criticidade 0.
5. Ajudar usuários a reconhecer, diagnosticar e corrigir: As mensagens de erros são semelhantes às versões anteriores do Sistema Operacional; em geral, não ocorrem erros durante a navegação. Nível de criticidade 1.
6. Prevenção de erros: Considerando que o Windows 8 não é semelhante ao modelo conceitual instituído pela Microsoft durante os anos e versões anteriores do Sistema Operacional, é relativamente fácil cometer erros de navegação. Nível de criticidade 5.
7. Reconhecimento ao invés de lembrança: O sistema de cores facilita a memorização e os objetos grandes facilita também a visualização. Os ícones são formulados com imagens que permitem o usuário com limitações de leitura e/ou visão, induzir a ação de determinado ícone. Nível de criticidade 0.
8. Uso flexível e eficiente: O Windows 8 é consideravelmente rápido em suas execuções é rico em atalhos, entretanto, alguns atalhos que funcionavam na versão anterior, não funcionam nesta versão. Nível de criticidade 3.
9. Projeto minimalista e estético: Pela complexidade de um sistema operacional, não há poluição visual nem excesso de informação, a estética é boa, com uma harmonia entre combinação de cores. Nível de criticidade 0.
10. Ajuda e documentação: O botão de ajuda foi mantido das versões anteriores “F1”, entretanto, nem sempre a solução de ajuda apresentada, contribui para o entendimento da ação a ser realizada. Nível de criticidade 3.

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA TAXA DE PROPAGAÇÃO DE TRINCA POR FADIGA DE EIXOS FERROVIÁRIOS

Data de entrega dos originais à redação em 13/06/2014
e recebido para diagramação em 15/11/2014.

Luiz Gustavo de Oliveira ¹
Valdir Alves Guimarães ²

Atualmente a necessidade do aumento da confiabilidade dos intervalos de inspeção dos eixos ferroviários tem sido uma exigência do mercado. A garantia de que não ocorram falhas nos componentes no período entre as inspeções de rotina é fundamental para evitar acidentes. Neste trabalho, foram estudados os aços SAE-1050 e SAE-4130, utilizados na indústria ferroviária e processados por dois diferentes tratamentos térmicos: normalização e alívio de tensões e normalização, têmpera e revenimento. O comportamento em fadiga destes materiais foi estudado através de ensaios de propagação de trinca por fadiga, a fim de se obter dados experimentais e avaliar a segurança dos mesmos. Verificou-se que os materiais submetidos aos tratamentos de têmpera e revenimento apresentaram melhor comportamento à fadiga, possibilitando assim, o aumento da confiabilidade dos intervalos de inspeção.

Palavras-chave: Eixos Ferroviários, Intervalos de Inspeção, Tratamentos Térmicos, Fadiga.

Currently the need to increase the reliability with regard to the times between inspections of railroad axles is a market requirement. It is essential to ensure that there are no component failures in the time elapsed between routine inspections, in order to prevent accidents. Throughout the preparation of this paper, SAE-1050 and SAE-4130 steels employed in the railroad industry, which underwent two different types of heat treatment, were surveyed: normalizing and stress relief, and normalizing, quenching and tempering, were studied. These materials' fatigue behavior was studied through fatigue crack propagation tests, in order to gather test data and evaluate the materials' safety. It has come to notice that the materials which have undergone quenching and tempering treatment showed better fatigue behavior. This has enhanced the reliability with regard to time between inspections.

Keywords: Railroad Axles, Inspection Intervals, Heat Treatment, Fatigue.

1 INTRODUÇÃO

Em meados de 1840 uma densa rede ferroviária se espalhou por toda Europa, América e outras partes do mundo, e dentro de poucas décadas as ferrovias se tornaram o principal meio de transporte da época, tendo um aumento contínuo no volume de mercadorias e no número de passageiros transportados. Este formidável progresso teve também o seu preço, pois os novos componentes ferroviários foram sujeitos a cargas, cujas magnitudes e características eram completamente desconhecidas na época. Esse desconhecimento acarretou em projetos inadequados e conseqüentemente em um grande número de acidentes, ocasionados por quebra de eixos, rodas e trilhos ferroviários⁽⁷⁾.

Fraturas de eixos ferroviários representam os relatos mais antigos de falhas por fadiga em componentes mecânicos e embora nos dias atuais tais falhas sejam relativamente baixas,

o aumento da demanda por trens mais velozes e a necessidade de aumento da carga por eixo, fazem crescer a probabilidade de ocorrências de falhas⁽¹⁴⁾. No que diz respeito à segurança, os eixos são um dos componentes mais importantes nos veículos ferroviários, pois sua ruptura certamente ocasionará um descarrilamento⁽¹²⁾.



Figura 1 - Fratura por fadiga em eixo ferroviário

¹ Doutor em Engenharia Mecânica pela UNESP - Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

² Livre-Docente pela UNESP - Professor da Universidade Estadual Paulista - UNESP/FEG.

A vida em serviço dos eixos ferroviários é tipicamente esperada exceder 30 anos, tempo durante o qual, os mesmos são submetidos a inspeções periódicas por meio de ensaios não-destrutivos para detecção de defeitos^{(6) (13)}. Um parâmetro muito importante é o intervalo de tais inspeções, o qual pode ser definido como sendo a distância que pode ser percorrida com segurança entre elas, uma vez que não ocorra o aparecimento de um defeito e o mesmo se propague até a ruptura antes que o componente possa ser reparado ou substituído⁽⁹⁾. Este intervalo é representado na Figura 2, e é dependente do tamanho mínimo da trinca detectável, a_0 , da curva de propagação da trinca, da/dN , e do tamanho crítico da trinca, a_c .

recentemente tem sido sugerido o emprego do aço SAE-4130, devido às suas melhores características mecânicas. O tratamento térmico frequentemente realizado na fabricação de tais componentes é composto por normalização e alívio de tensões. Contudo, a especificação que normaliza a fabricação de eixos ferroviários, a AAR M101-11⁽¹⁾, prevê outros tratamentos térmicos, dentre eles um processo de normalização, têmpera e revenimento, com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas dos materiais.

O propósito deste trabalho foi estudar a influência do tratamento térmico na taxa de propagação de trinca por fadiga em eixos ferroviários, levantando as curvas de fadiga

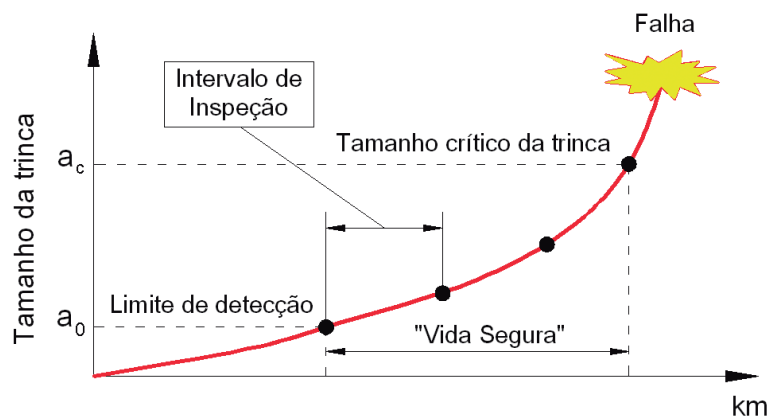


Figura 2 - Representação de um intervalo de inspeção⁽⁹⁾ (adaptado)

As tensões a que são solicitados os eixos ferroviários são consideradas baixas; da ordem de 100 MPa; portanto as falhas de tais componentes são quase na sua totalidade ocasionadas por fadiga, devido à defeitos pré-existentes no material ou que vieram a aparecer durante a sua vida em serviço⁽¹³⁾.

Para evitar tais falhas, deve-se conhecer o comportamento dos defeitos quando submetidos à carregamentos cíclicos. Tal comportamento é baseado no conceito da Mecânica da Fratura Linear Elástica (MFLE), que correlaciona a taxa de propagação da trinca por fadiga (da/dN) com a variação do fator de intensidade de tensão (ΔK) na ponta da mesma.

A necessidade das ferrovias em aumentar a confiabilidade dos componentes ferroviários, impulsiona o desenvolvimento de novos materiais e processamentos térmicos que melhorem as propriedades mecânicas e o comportamento em fadiga dos mesmos. Os eixos ferroviários são fabricados comumente com o material SAE-1050, porém,

$da/dN \propto \Delta K$ para verificação comparativa da confiabilidade e segurança dos materiais nas diferentes condições de processamento estudadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo foram utilizados dois materiais, o aço SAE-1050 e o SAE-4130. A composição química dos materiais é apresentada na Tabela 1.

Optou-se por fabricar quatro eixos ferroviários para posterior retirada dos corpos de prova. Este procedimento foi adotado visando à obtenção de resultados mais próximos à realidade do componente.

Os tratamentos térmicos utilizados são previstos pela norma AAR M-101-11⁽¹⁾, sendo um processo constituído por normalização e alívio de

Tabela 1 - Composição química em porcentagem de peso dos principais elementos dos aços SAE-1050 e SAE 4130

Material	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo
SAE-1050	0.50	0.78	0.021	0.011	0.21	0.01	0.05	0.01
SAE-4130	0.31	0.45	0.018	0.006	0.22	0.02	0.92	0.16

tensões; que é classificado pela norma como Grau "F"; e um outro constituído por normalização, têmpera e revenimento; classificado como Grau "H". O descritivo

dos tratamentos térmicos e a nomenclatura dos respectivos materiais são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Nomenclatura e processamento térmico dos aços estudados

Nomenclatura	Tratamento Térmico
SAE-1050 F	Normalização: Aquecimento a 880 °C / Resfriamento controlado (ar). Alívio de Tensões: Aquecimento a 540 °C / Resfriamento lento (ar).
SAE-4130 F	Normalização: Aquecimento a 880 °C / Resfriamento controlado (ar). Alívio de Tensões: Aquecimento a 540 °C / Resfriamento lento (ar).
SAE-1050 H	Têmpera: Aquecimento a 880 °C / Resfriamento em água (6,7 °C/s). Revenimento: Aquecimento a 540 °C / Resfriamento lento (ar).
SAE-4130 H	Normalização: Aquecimento a 880 °C / Resfriamento controlado (ar). Têmpera: Aquecimento a 880 °C / Resfriamento em água (6,7 °C/s). Revenimento: Aquecimento a 380 °C / Resfriamento lento (ar).

Para os ensaios foi utilizada uma máquina universal servo-hidráulica, com capacidade para 10 toneladas. A retirada dos corpos de prova do ensaio de tração foi feita no sentido longitudinal dos eixos, Figura 3, e o dimensional dos corpos de prova estão de acordo com a norma ASTM A370-12⁽²⁾, conforme Figura 4.

na orientação L-R, Figura 6, segundo a norma ASTM E399-12⁽⁴⁾. Os ensaios de tenacidade à fratura seguiram as recomendações da norma ASTM E399-12⁽⁴⁾, quanto à validação dos resultados e em relação ao pré-trincamento de fadiga, onde foi controlado o tamanho da pré-trinca e as cargas utilizadas.

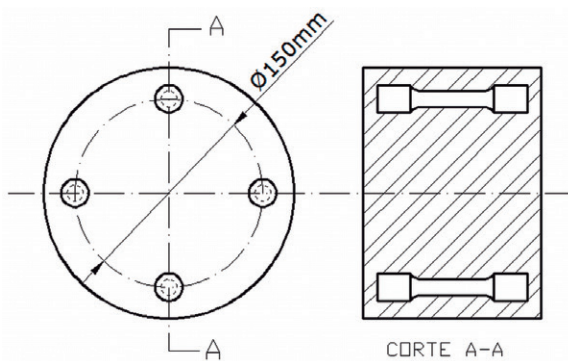


Figura 3 – Posição da retirada dos corpos de prova utilizados nos ensaios de tração

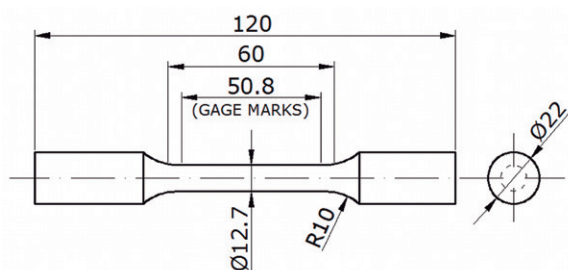


Figura 4 – Dimensões nominais dos corpos de prova (em mm)

Os corpos de prova utilizados nos ensaios de tenacidade à fratura foram do tipo compacto de tração, C(T), conforme previsto na norma ASTM E1820-13⁽³⁾ e ilustrado na Figura 5, e foram retirados

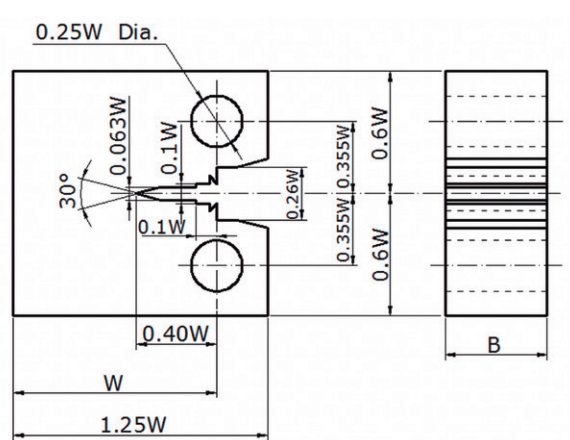


Figura 5 - Geometria do corpo de prova. W= 50,8 mm e B= 25,4 mm

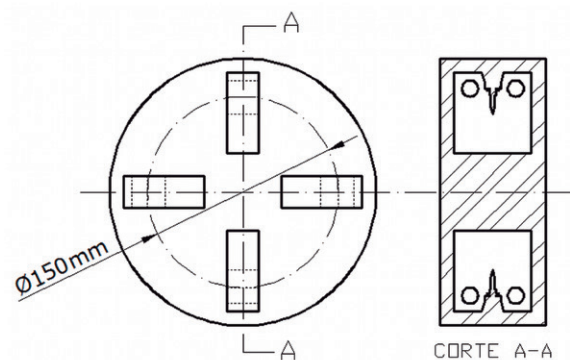


Figura 6 - Posição da retirada dos corpos de prova utilizados nos ensaios de mecânica da fratura

Os testes de propagação de trinca por fadiga foram realizados segundo a norma ASTM E647-13⁽⁵⁾. Os corpos de prova utilizados foram do tipo C(T), retirados na orientação L-R conforme Figura 7. As dimensões das amostras estão ilustradas na Figura 8. A nucleação da pré-trinca obedeceu aos requisitos da norma e o ensaio foi realizado após esta etapa, sendo utilizada a razão de carregamento de R=0,1.

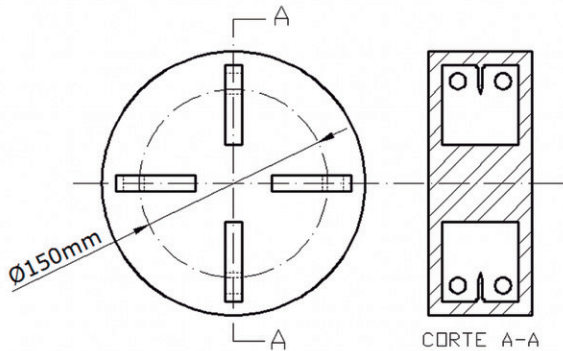


Figura 7 – Posição da retirada dos corpos de prova utilizados nos ensaios de propagação de trinca por fadiga

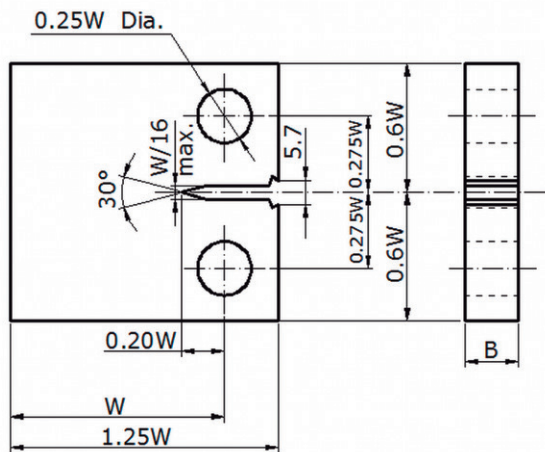


Figura 8 - Geometria do corpo de prova. W= 50,8 mm e B= 12,7 mm

Para determinar o comprimento da trinca durante o ensaio foi utilizada a função compliance (flexibilidade), prevista na norma ASTM E647-13⁽⁵⁾, cuja forma geral é mostrada na equação a seguir.

$$\frac{a}{W} = C_0 + C_1 u_x + C_2 u_x^2 + C_3 u_x^3 + C_4 u_x^4 + C_5 u_x^5$$

onde C_0, C_1, C_2, C_3, C_4 e C_5 são os coeficientes da flexibilidade (depende da localização do extensômetro) e u_x é obtido por:

$$u_x = \left\{ \left[\frac{E \nu B}{P} \right]^{1/2} + 1 \right\}^{-1}$$

sendo B a espessura do corpo de prova, E o módulo de Young, ν a abertura do extensômetro e P a carga aplicada.

Determinou-se que o tamanho final da trinca durante o ensaio fosse de 30 mm, a fim de se obter para a carga utilizada, a propagação sempre no regime elástico linear. Após a execução dos ensaios e a partir dos dados tabelados de a (tamanho da trinca) e N (número de ciclos), foram confeccionadas as curvas $da/dN \times \Delta K$ através do método da Secante previsto na norma ASTM E647-13⁽⁵⁾.

3 RESULTADOS

A Figura 9 apresenta as microestruturas dos aços estudados nas quatro condições metalúrgicas propostas. Verificou-se para os materiais SAE-1050F e SAE-4130F, Figuras 9(a) e 9(b), a presença de ferrita e perlita, sendo a ferrita revelada por uma cor branca e a perlita por uma cor escura.

Para o material SAE-1050H, Figura 9(c), observou-se uma microestrutura composta por ferrita, perlita e produtos transformados da austenita, provavelmente bainita. Tal estrutura é prevista na especificação ferroviária e frequentemente encontrada em eixos produzidos por têmpera e revenimento. Já para o material SAE-4130H, Figura 9(d), a microestrutura observada é martensita revenida com alguma ferrita, resultante do processo de têmpera e revenimento do aço.

Os resultados dos ensaios de tração dos materiais estudados são apresentados na Tabela 3, e permitem observar que os materiais na condição "H" apresentam valores de resistência à tração e escoamento maiores quando comparados com os materiais na condição "F" de processamento. Uma redução no percentual de alongamento ocorreu após o tratamento previsto para a condição "H", porém, tal redução não afetou a tenacidade do material conforme ensaios posteriores.

Comparando os resultados dos materiais SAE-4130F e SAE-4130H é possível observar que o aço na condição "H" apresenta valores de resistência superiores aos do aço na condição "F". Este resultado já era esperado devido à sua microestrutura

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de tração das condições estudadas

Designação Material	Escoamento (MPa)	Resistência (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)
SAE-1050 F	372.0 ± 7.3	665.4 ± 7.7	26.9 ± 1.2	47.2 ± 1.1
SAE-1050 H	475.7 ± 5.3	768.2 ± 7.8	25.6 ± 0.6	59.2 ± 0.7
SAE-4130 F	325.8 ± 4.9	570.0 ± 5.1	28.6 ± 1.8	59.8 ± 1.1
SAE-4130 H	642.4 ± 6.5	791.3 ± 6.6	19.7 ± 0.6	64.6 ± 1.4

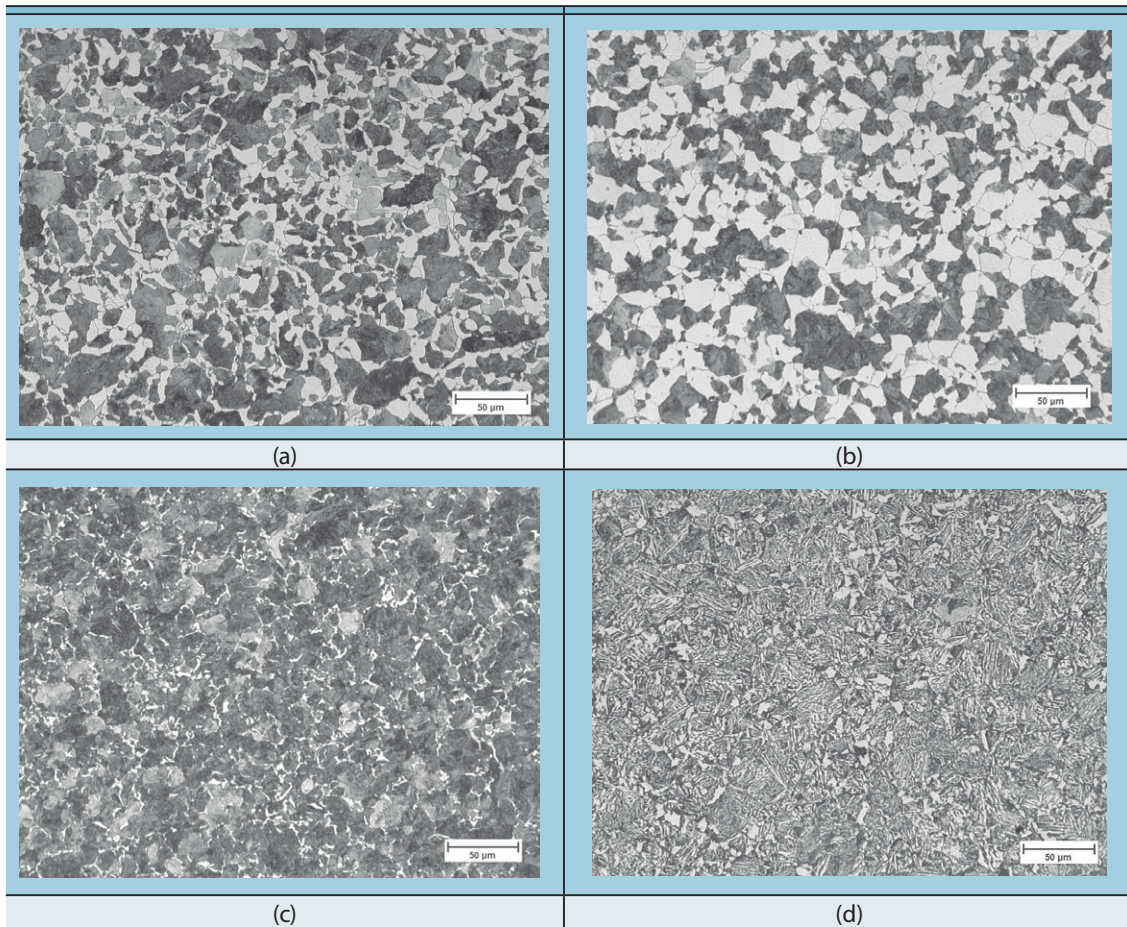


Figura 9 – Microestruturas dos materiais (a) SAE-1050F, (b) SAE-4130F, (c) SAE-1050H, (d) SAE-4130H. Ataque com Nital 2% e observação por Microscopia óptica.

composta por martensita revenida, o que aumenta a resistência do material. O aço SAE-1050H obteve valores de resistência maiores que os do aço SAE-1050F. Este comportamento pode ser explicado pela maior quantidade de perlita presente na microestrutura do aço SAE-1050H e pela presença de bainita, formada durante o resfriamento e que resulta em uma maior resistência mecânica.

Os resultados dos ensaios de Tenacidade à Fratura são apresentados na forma de " K_C ", conforme Tabela 4. É apresentado também o resultado de resistência à tração para posterior discussão.

Analisando separadamente os dois tipos de materiais, conclui-se que com o aumento da resistência mecânica ocorreu um aumento da

Tenacidade à Fratura dos aços pesquisados. O grande desafio tecnológico no desenvolvimento de aços está em atingir aumentos simultâneos de resistência mecânica e tenacidade, o que foi conseguido nesta pesquisa através de tratamentos térmicos adequados. A explicação para este comportamento está relacionada a aspectos microestruturais, tais como a formação de martensita revenida no aço SAE-4130H e a microestrutura composta por ferrita, perlita e bainita encontrada no material SAE-1050H.

Os resultados dos ensaios de propagação de trinca por fadiga são apresentados em função da taxa de propagação de trinca (da/dN) versus o fator de intensidade de tensões (ΔK). As curvas $da/dN \times \Delta K$ foram levantadas na região linear do comportamento de propagação da trinca, que corresponde à propagação estável da mesma. A partir da relação linear entre da/dN e ΔK foram determinados os valores dos parâmetros C e m da equação de Paris:

$$da/dN = C(\Delta K)^m$$

onde m é a inclinação da curva e C é o valor de da/dN encontrado pela extensão da reta até $\Delta K = 1 \text{ MPa}\sqrt{m}$.

Tabela 4 – Resultados dos ensaios de Tenacidade à Fratura e Tração

Material	K_C (MPa.m ^{1/2})	Resistência (MPa)
SAE-1050 F	53.37 ± 0.4	665.4 ± 7.7
SAE-1050 H	64.60 ± 3.2	768.2 ± 7.8
SAE-4130 F	48.57 ± 1.4	570.0 ± 5.1
SAE-4130 H	74.35 ± 2.8	791.3 ± 6.6

As Figuras 10 a 13 mostram o comparativo entre os materiais e as condições de tratamento térmico através dos gráficos axN e $da/dN \times \Delta K$ (em escala logarítmica). Os valores de C e m encontrados em cada condição são apresentados nos respectivos gráficos $da/dN \times \Delta K$, estando o coeficiente C em $m/ciclo$.

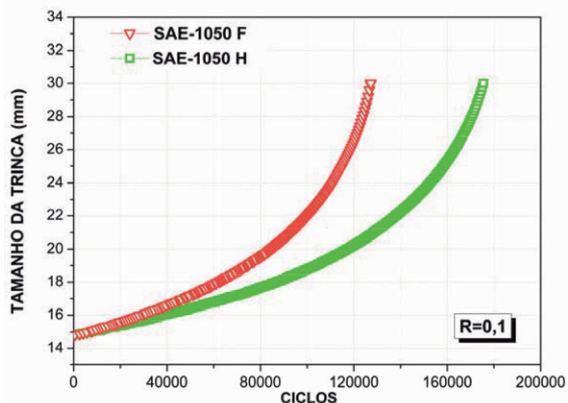


Figura 10 – Curva do tamanho da trinca x número de ciclos para o material SAE-1050 nas duas condições de processamento

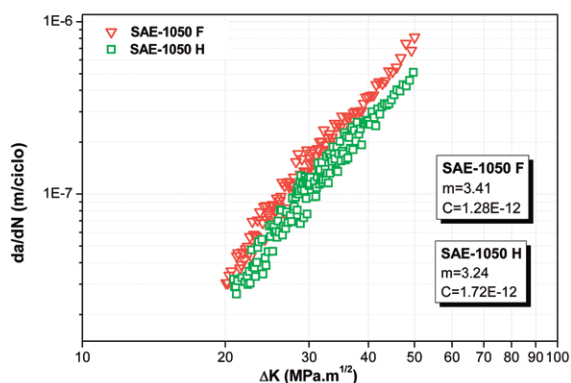


Figura 11 – Curva de propagação de trinca por fadiga para o material SAE-1050 nas duas condições de processamento

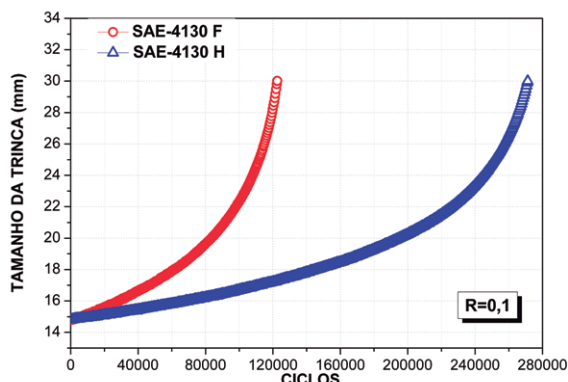


Figura 12 – Curva do tamanho da trinca x número de ciclos para o material SAE-4130 nas duas condições de processamento

Verificou-se que os materiais SAE-4130H e SAE-1050H apresentaram uma menor taxa de crescimento de trinca na região de estudo da curva,

ou seja, comparando com os materiais SAE-4130F e SAE-1050F para um mesmo valor de ΔK a taxa de propagação de trinca da/dN é menor na condição "H". Isto se deve a maior tenacidade e resistências destas condições de processamento, o que promove uma maior resistência na propagação de um defeito e conseqüentemente aumenta a vida em fadiga. A microestrutura composta por martensita revenida encontrada no SAE-4130H, contribuiu para uma menor taxa de crescimento de trinca encontrada nos ensaios, uma vez que a textura acicular da martensita revenida pode dificultar o movimento das discordâncias, o que conseqüentemente, dificultaria o crescimento da trinca e resultaria em um efeito benéfico à vida útil em fadiga ^{(8) (10)}.

5 CONCLUSÃO

Analisando o comportamento em fadiga dos materiais estudados, conclui-se que para um mesmo intervalo de inspeção os materiais SAE-4130H e SAE-1050H apresentam um nível de confiança maior quando comparado aos aços correspondentes tratados termicamente pela condição "F". Esta melhora no comportamento se deve à menor taxa de crescimento da trinca, ou seja, o defeito levaria mais tempo para se propagar e atingir um tamanho crítico, e ao maior valor de tenacidade à fratura, o que conseqüentemente faz com que para um mesmo nível de tensão, estes materiais da condição "H" tolerem um maior defeito até a fratura final do componente.

O processo de têmpera em eixos ferroviários requer a utilização de equipamentos especiais e um maior tempo de fabricação, conseqüentemente ocorre aumento nos custos do produto. Portanto, cabe às ferrovias avaliarem a relação custo-benefício deste tipo de tratamento térmico para definição do processo de fabricação dos eixos ferroviários.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIATION OF AMERICAN RAILROAD. **AAR M-101:** Axle Carbon Steel, Heat-treated – Manual of Standards and Recommended Practices - Section G. Washington, 2011.
- [2] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM A370:** Standard Test Methods and Definition for Mechanical Testing of Steel Products. Philadelphia, 2012.
- [3] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E-1820:** Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness. Philadelphia, 2013.
- [4] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E-399:** Standard Test Methods for Plane-strain Fracture Toughness of Metallic Materials. Philadelphia, 2012.

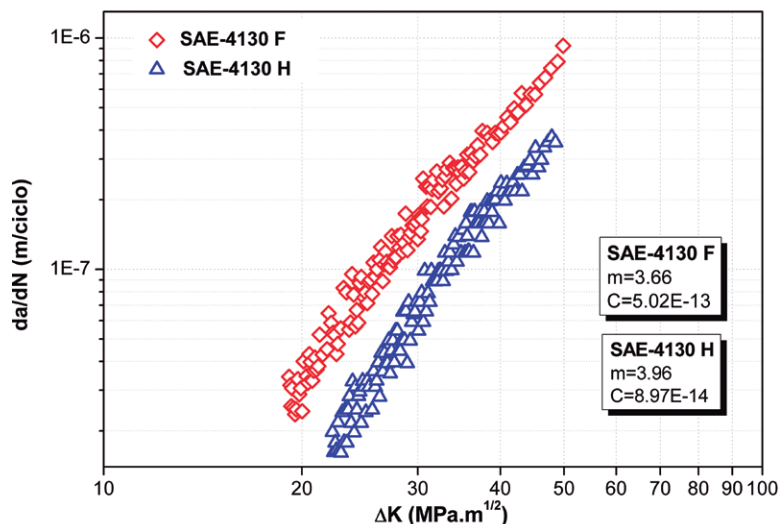


Figura 13 – Curva de propagação de trinca por fadiga para o material SAE-4130 nas duas condições de processamento

[5] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E-647**: Standard Test Method for Measurement of Fatigue Crack Growth Rates. Philadelphia, 2013.

[6] BERETTA, S.; CARBONI, M. Experiments and stochastic model for propagation lifetime of railway axles. **Engineering Fracture Mechanics**, v.73, issue 17, p. 2627-2641, Nov. 2006.

[7] BERETTA, S.; GHIDINI, A.; LOMBARDO, F. Fracture mechanics and scale effects in the fatigue of railway axles. **Engineering Fracture Mechanics**, v.72, issue 2, p.195-208, Jan. 2005.

[8] BRAZ, M.H.P. **Propriedade de fadiga de soldas de alta resistência e baixa liga com diferentes composições**. 1999. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

[9] CANTINI, S.; GHIDINI, A.; BERETTA, S.; CARBONI, M. "Safe Life" Inspection intervals of railways axles: a comparison of crack growth properties of different steel grades. In: PROCEEDINGS 14TH INTERNATIONAL WHEELSET CONGRESS, Orlando, 2002.

[10] CARNEIRO, M.A. **Influência da fração de martensita revenida na vida em fadiga de um aço estrutural com aplicações em sistemas de ancoragem**. 2002. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC, Rio de Janeiro, 2002.

[11] DAHLMAN, G.E.; LONSDALE, A.P.; DEDMON, S.T. Strategies to Prevent Heavy Haul Axle Failures. In: Proceedings 8th INTERNATIONAL WHEELSET CONGRESS, Brasil, 2005.

[12] HIRAKAWA, K.; TOYAMA, K.; KUBOTA, M. The analysis and prevention of failure in railway axles. **International Journal of Fatigue**, v.20, n.2, p.135-144, Feb. 1998.

[13] SMITH, R. A.; HILLMANSEN S. Monitoring Fatigue in Railway Axles. In: Proceedings 13th INTERNATIONAL WHEELSET CONGRESS, Roma, 2001.

[14] ZERBST, U.; MADLER, K.; HINTZE, H. Fracture Mechanics in railway application—an overview. **Engineering Fracture Mechanics**, v. 72, issue 2, p.163-194, Jan. 2005.

EXTRAÇÃO DE RNA DE ROTAVÍRUS A PARTIR DE FEZES DE SUÍNOS

Taiany Krum de Freitas ¹
Jean Carlos Deschamps ²
André Luis Fachini de Souza ³
Marlise Pompeo Claus ⁴

Data de entrega dos originais à redação em 15/08/2014
e recebido para diagramação em 20/11/2014.

O Rotavírus é um gênero de vírus de RNA da família Reoviridae. É um agente entérico amplamente disseminado e responsável por causar diarreias graves em humanos e animais. As diarreias em animais representam uma das principais causas de mortalidade no período neonatal e acarretam graves prejuízos na exploração econômica de animais de produção. O genoma do rotavírus é composto por onze segmentos de RNA dupla fita que codificam seis proteínas estruturais e cinco não estruturais. O principal modo de transmissão do rotavírus é fecal-oral, com diagnóstico feito por detecção de antígenos em amostra de fezes. O principal método de detecção é feito pela reação em cadeia da polimerase (PCR), a qual requer amostras de RNA suficientemente puras. Com base nisso, o objetivo deste artigo é descrever a técnica de extração de RNA de rotavírus a partir de amostras de fezes de suínos discutindo todas as etapas do protocolo.

Palavra-chave: Extração. RNA. Rotavírus. Fezes Suína.

Rotavirus is a genus of double-stranded RNA virus from the Reoviridae family. It is the most common cause of severe diarrhea among humans and animals. Diarrheas in animals are mainly responsible for mortality during the neonatal period and lead to economic loss in the exploitation of production livestock. The genome of rotavirus consists of eleven unique double helix molecules of RNA segments that code six structural and five nonstructural proteins. Rotavirus is mainly transmitted by the fecal-oral route, and diagnosis is performed by the identification of the antigen in an excrement sample. Polymerase chain reaction (PCR) is the main detection method, which requires pure RNA samples for proper analysis. Based on this, the goal of this article is to describe the technique of rotavirus RNA purification from porcine excrement samples and discuss all of its steps.

Keywords: Extraction. RNA. Rotavirus. Porcine Feces.

1 INTRODUÇÃO

O surgimento das técnicas de análises moleculares permitiu a identificação de diferentes agentes patogênicos responsáveis por inúmeros prejuízos na produção animal, como também na indústria de alimentos. Um exemplo destes agentes é o gênero *Rotavírus* (Família *Reoviridae*), considerado em todo o mundo como um dos principais vírus entéricos para humanos e animais (ICTV, 2014). Os rotavírus estão amplamente disseminados na natureza, possuindo uma gama de hospedeiros susceptíveis e sendo predominantemente espécie-específicos, porém infecções heterólogas também são relatadas com frequência (LINARES et al., 2009).

A principal importância dos rotavírus na Medicina Veterinária, além das infecções de caráter

zoonótico (infecções humanas causadas por sorotipos de rotavírus de suínos e bovinos), diz respeito aos animais de produção como bovinos, suínos e frangos de corte, principalmente entre a segunda e a terceira semanas de vida destes animais (MARTELLA et al., 2010).

O rotavírus caracteriza-se por ser um dos importantes agentes causadores do complexo “diarreia neonatal bovina e suína”, vista como o principal problema sanitário das primeiras fases de criação (maternidade e creche). Promovem altas taxas de morbidade e mortalidade, alterações nas taxas de conversão alimentar e ganho de peso, além de aumento nos custos de produção. Em suínos, as diarreias ocasionadas por rotavírus constituem o principal problema sanitário que ocorre nos períodos do pré- e pós-desmame imediato (ALFIERI et al., 1991).

1 Acadêmica do Curso de Medicina Veterinária, Instituto Federal Catarinense – *Campus* Araquari.

2 Acadêmico do Curso de Medicina Veterinária, Instituto Federal Catarinense – *Campus* Araquari.

3 Doutor em Bioquímica – Professor do Instituto Federal Catarinense – *Campus* Araquari.

4 Doutora em Medicina Veterinária - Professora do Instituto Federal Catarinense – *Campus* Araquari. E-mail: < marlise.claus@ifc-araquari.edu.br >.

Os vírus podem ser a causa de 90% dos surtos de gastroenterite não-bacteriana e sua rápida evolução genética exige um acompanhamento da flutuação das estirpes circulantes (PAESI, 2010). Neste sentido, a detecção da presença de rotavírus em espécies animais sintomáticas ou assintomáticas é importante para monitorar a prevalência e nortear ações preventivas para limitar a ameaça à saúde animal.

Estes vírus possuem formato de roda (*rota*, do latim roda), simetria icosaédrica, capsídeo constituído por três camadas de proteínas e não apresentam envelope lipoproteico (Figura 1). São vírus de RNA de dupla fita, com 18.550 pares de base (pb), subdivididos em 11 segmentos e cada segmento apresenta massa molecular distinta, variando entre 663 e 3.302 pb (ESTES e COHEN, 1989).

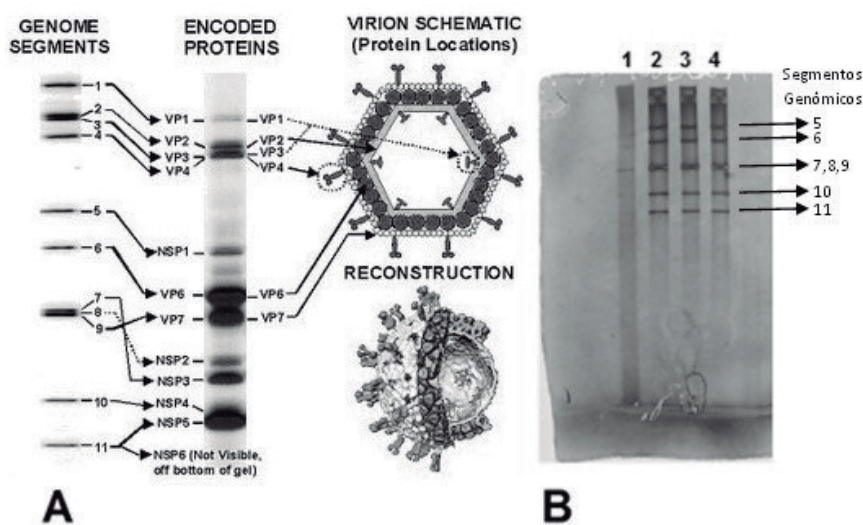


Figura 1 - Eletroforese em gel de poliacrilamida do genoma de rotavírus. A: RNA fita dupla, segmentado (esquerda) e as proteínas codificadas por cada segmento genômico (centro). Partícula de rotavírus representada esquematicamente (direita acima); partícula de rotavírus e sua estrutura determinada por eletromicroscopia associada ao processamento de imagem por computador (direita abaixo). B: Fotografia do produto da eletroforese em gel de poliacrilamida. Linha 1, controle positivo; linha 2, 3 e 4, amostras testadas e positivas para rotavírus A
 Fonte: Adaptado de LINARES e colaboradores (2009).

Os rotavírus podem ser classificados de acordo com as diferenças antigênicas detectadas em sua proteína estrutural VP6 (proteína mais abundante do vírus, presente na porção intermediária do capsídeo), em sete sorogrupos (espécies) distintos, designados pelas letras de A a G. Destes sete sorogrupos, os seres humanos são infectados apenas pelos grupos A, B e C. Todos os sete sorogrupos causam doenças em outros animais (LINARES et al., 2009).

Os vírus representantes do grupo A são responsáveis pela maioria dos episódios de diarreias e infecções subclínicas, sendo caracterizados principalmente pelo padrão eletroforético de quatro classes (4-2-3-2), cuja principal característica é a formação da trinca pelos segmentos 7, 8 e 9 na Classe III. Os demais sorogrupos (B a G) não apresentam a formação da trinca nesta classe (PEDLEY et al., 1983).

Os métodos que podem ser empregados para o diagnóstico do gênero Rotavírus são a microscopia eletrônica, o isolamento viral em linhagem de células MA-104b e HT 29, fixação do complemento, imunofluorescência, radioimunoensaio, hemaglutinação, aglutinação em látex, ELISA, soroneutralização, PAGE, RT-PCR e RT-PCR multiplex (FLORES, 2012). Os métodos variam quanto a especificidade, sensibilidade, facilidade de execução e custo final do diagnóstico (MÉDICI et al., 2011). Dentre estas técnicas, os métodos moleculares estão sendo cada vez mais utilizados devido a sua boa correlação com a especificidade antigênica.

Basicamente pode-se citar a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) como a técnica mais empregada no diagnóstico molecular. A PCR foi originalmente descrita por SAIKI e colaboradores (1985) e desde então tem sido utilizada em vários campos da ciência.

Esta técnica permite a identificação do agente patogênico através da amplificação de porções pré-determinadas do genoma do mesmo e demonstração/quantificação da porção amplificada em gel de agarose ou poliacrilamida (PAGE). A PCR é utilizada de forma maciça para a identificação de algumas famílias virais que possuem seu material genético segmentado, representando uma técnica importante no diagnóstico de patologias humanas e veterinárias.

A eletroforese em gel de poliacrilamida permite a identificação por meio do perfil eletroforético de migração do RNA viral, de cadeia dupla e segmentado, em quatro agregados de migração bem característicos. Este método possui como principal vantagem a detecção de rotavírus de todos os sorogrupos (HERRING et al., 1982).

Atualmente as técnicas moleculares são indispensáveis para o diagnóstico e detecção de microrganismos, principalmente patogênicos. Entretanto todas estas técnicas dependem da obtenção dos ácidos nucléicos destes microrganismos, presentes nas amostras biológicas e de alimentos (MESQUITA et al., 2001). As técnicas de PCR e PAGE requerem a extração do material genético do agente patogênico. Existem diversos protocolos de extração genômica, geralmente exclusivos para cada agente.

Este material genético, produto da extração, deve estar presente na forma mais pura possível, o ideal é que esteja livre de impurezas (proteínas, lipídeos, outro ácido nucléico, reagentes de extração, etc.) e em uma concentração mínima de 5 µg/mL para facilitar a realização das técnicas posteriores, assim como para aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos (DEGEN et al., 2006).

O processo de extração envolve o isolamento de ácido desoxirribonucleico (DNA) ou de ácido ribonucleico (RNA), este segundo podendo ser convertido para cDNA (DNA complementar) para a realização de algumas técnicas, como a PCR. Independentemente do tipo de estudo molecular, as preparações de ácidos nucleicos devem produzir amostras puras o suficiente para não inibir os tratamentos enzimáticos ou causar interferência nos padrões de migração em gel de eletroforese. Desta forma, o objetivo deste artigo é discutir os passos da técnica de extração de RNA, tomando como parâmetro a extração do RNA genômico de Rotavírus a partir de amostras de fezes de suínos, uma metodologia alternativa para o ensino de biologia molecular.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Técnica de extração de RNA de rotavírus a partir de fezes suína

A extração é o passo inicial para a realização das técnicas moleculares de diagnóstico. Esta se inicia pela obtenção das amostras em que se deseja realizar a busca do ácido nucléico. Com relação às amostras de fezes destinadas ao isolamento do Rotavírus, quando da incapacidade de processá-las imediatamente, devem ser adicionadas a uma solução tampão denominada TERV (Tampão Estabilizador de Rotavírus – Tris-HCl 0,1 mol/L; CaCl₂ 1,5 mmol/L pH 7,2), que impede que o vírus sofra alterações ou perca as características que se deseja

buscar e identificar nas técnicas moleculares. Posteriormente devem ser armazenadas no refrigerador (SAMBROOK e RUSSEL, 2002).

2.1.1 Estabilização das amostras

O preparo da suspensão fecal inicia-se pelo acondicionamento de 100 mg de fezes em um micro tubo, seguido pela adição de TERV. Esta suspensão é homogeneizada e clarificada a baixa centrifugação (3.000 rpm), por 10 minutos, utilizando-se 500 µL do sobrenadante para a extração. Esse procedimento serve para concentrar o vírus que permanece em suspensão no sobrenadante.

2.1.2 Extração de RNA

O processo de extração do material genético é constituído de duas etapas: o preparo de uma suspensão fecal (10 a 20% p/v) e a extração propriamente dita (Figura 2).

Para o processo de extração, algumas considerações são importantes na obtenção de ácido nucleico de boa qualidade. Independentemente do método utilizado, esse processo envolve: *i*) lise física ou bioquímica da partícula viral, com o objetivo de liberar o material genético; *ii*) purificação do ácido nucleico, etapa que envolve desnaturação, inativação e separação de proteínas e, *iii*) precipitação, onde tem-se o material genético purificado e pronto para ser utilizado em etapas subsequentes.

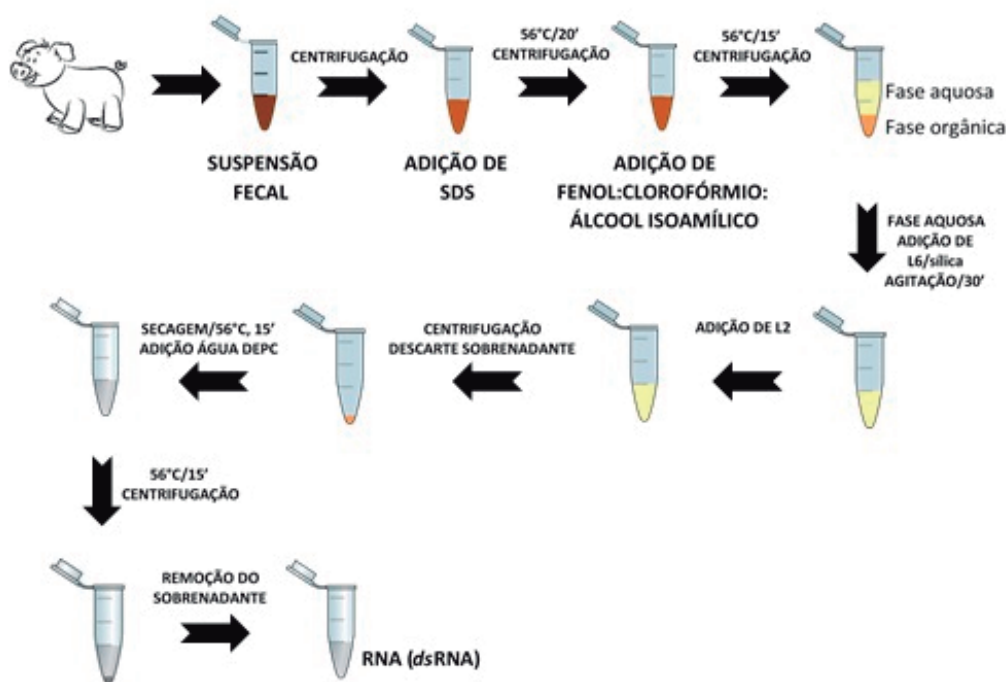


Figura 2 - Esquema representativo das etapas de extração de RNA de rotavírus de fezes suína

A extração inicia com a adição de uma solução de SDS 10% (dodecil sulfato de sódio) ao sobrenadante recolhido no preparo da suspensão fecal. O SDS é um detergente iônico que age na dissociação entre proteínas e ácidos nucleicos. Esta mistura é então homogeneizada e incubada em banho-maria a 56°C por 20 minutos, seguido por uma rápida centrifugação (10.000 rpm). Este procedimento inicia o rompimento das partículas virais e liberação das moléculas de RNA. Na sequência é adicionada uma solução de fenol-clorofórmio-álcool isoamílico (25:24:1), seguido de agitação vigorosa, incubação dos microtubos em banho-maria a 56°C por mais 15 minutos, seguido de centrifugação (10.000 rpm). A mistura fenol-clorofórmio atua na desnaturação e coagulação de proteínas contidas na amostra. Isso ocorre devido às porções hidrofóbicas das proteínas terem afinidade por solventes orgânicos. O álcool isoamílico evita a formação de espuma durante a agitação da amostra, facilitando a separação entre as fases orgânica e aquosa. O fenol utilizado nesta etapa deve ter pH ácido (fenol tamponado), pois em pH abaixo de 7,0 o RNA permanece na fase aquosa e caso a amostra contenha algum DNA contaminante este é desnaturado e migra para a fase orgânica (OLIVEIRA, 2007).

Na sequência utiliza-se o protocolo de BOOM e colaboradores (BOOM et al., 1990), iniciado pela adição de solução L6 (Tris-HCl 0,08 mol/L, pH 6,4, isotiocianato de guanidina 0,95 g/mL, EDTA 0,035 mol/L pH 8,0 e Triton X-100 2% v/v) ao sobrenadante recolhido na etapa anterior, seguido pela adição de sílica hidratada. Esta solução auxilia na extração do ácido nucléico, deixando o meio com pH ideal para manutenção das moléculas de RNA e eliminando resíduos orgânicos e íons interferentes. O EDTA é um agente quelante que remove íons Ca^{2+} e Mg^{2+} , cofatores de diversas enzimas, incluindo as RNAses, enzimas que degradam especificamente RNA e utilizam Mg^{2+} como cofator durante a hidrólise. O tiocianato de guanidina é um agente caotrópico que promove a quebra de ligações de hidrogênio, interações de van de Waals e hidrofóbicas, desestabilizando proteínas, inclusive as ribonucleases (RNAses), mantendo a integridade da molécula de RNA nas etapas posteriores (SAMBROOK e RUSSEL, 2002). A principal dificuldade na extração de RNA é a presença de grande quantidade de RNAses estáveis e ativas que rapidamente degradam as moléculas de RNA (altamente instável) (REGITANO, 2007).

A presença de sais caotrópicos, como tiocianato de guanidina, também contribuem para o rompimento das associações entre ácidos nucleicos e água, criando condições para a ligação destes na sílica hidratada (CHOMCZYNSKI e SACCHI, 2006). Nesta etapa são adicionados 25 μL de sílica hidratada e os microtubos agitados em plataforma orbital a 200 rpm, em temperatura ambiente, por 30 minutos para

adsorção do ácido nucléico na superfície da sílica, e o sobrenadante descartado.

O procedimento segue com a adição de solução L2 (Tris-HCl 0,1 mol/L, pH 6,4 e isotiocianato de guanidina 1,2 g/mL), homogeneização, centrifugação rápida (10.000 rpm/1 minuto) e descarte do sobrenadante, por repetidas vezes. Posteriormente, os *pellets* contendo o ácido nucleico devem ser lavados com 1 mL de etanol 70% (v/v), seguido por centrifugação (10.000 rpm) por 1 minuto, descarte do sobrenadante e uma lavagem final com 1 mL de acetona para remoção de qualquer resíduo das etapas anteriores. Ácidos nucleicos não são solúveis nestes solventes, precipitando em meio alcoólico.

Posteriormente deve-se secar o sedimento de sílica onde ficaram aderidas as moléculas de RNA, em banho-maria ou banho seco a 56°C por aproximadamente 15 minutos. Após a secagem, adiciona-se 50 μL de água tratada com dietilpirocarbonato (DEPC), seguido por incubação a 56°C por 15 minutos em banho-maria para eluição do ácido nucléico adsorvido na sílica. O DEPC é utilizado para inativação de RNase por provocar modificações covalentes em resíduos de lisina, cisteína, tirosina e, principalmente, histidina, resíduo essencial no mecanismo de reação da RNase (WOLF, LESNAW, e REICHMANN, 1970).

Para finalizar o procedimento de extração, deve-se centrifugar (10.000 rpm por 1 minuto) o microtubo e o sobrenadante (ácido nucleico) deve ser removido, armazenado em outro microtubo e mantido sob refrigeração para utilização posterior em ensaios de reação em cadeia da polimerase (PCR).

2.1.3 Recomendações para a execução

As vidrarias e os materiais plásticos a serem utilizados devem ser tratados com DEPC 0,1% (v/v), lavando-os com água previamente tratada e esterilizando-os, em seguida, em autoclave por 20 minutos, a 121°C para o DEPC ser decomposto em CO_2 e etanol. Também devem ser usadas luvas, trocando-as quando houver contato com superfícies ou materiais não tratados com DEPC (SAMBROOK e RUSSEL, 2002; BRASILEIRO e CARNEIRO, 1998). Soluções de tris (hidroximetil aminometano) não devem ser tratadas com DEPC, pois o tris atua como nucleófilo levando à hidrólise e consequente inativação do DEPC (EHRENBERG, FEDORCSAK e SOLYMOSY, 1976).

A extração e purificação de ácidos nucleicos a partir de diferentes amostras representam uma etapa fundamental na análise da estrutura e organização do genoma de organismos em estudo, bem como para o diagnóstico de várias doenças que acometem humanos e animais e representam importantes impactos para a economia e a saúde pública.

3 RESULTADOS

A metodologia descrita nesse artigo, tem propiciado a correta extração de material genético e a posterior detecção molecular de diversos agentes virais, em especial o rotavírus suíno. Diversos autores, empregando a associação das técnicas de Boom e Sambrook (BOOM et al., 1990; SAMBROOK e RUSSEL, 2002) detectaram a presença do rotavírus a partir de fezes suínas em granjas com diferentes níveis de tecnificação (LINARES et al., 2009; MÉDICI et al., 2011; LORENZETTI et al., 2014).

4 CONCLUSÃO

Atualmente existem vários kits comerciais para extração de ácidos nucleicos de vírus, porém os protocolos tradicionais de extração e purificação são alternativas ainda muito empregadas e fornecem material com qualidade suficiente para se obter alta eficiência de amplificação nos protocolos que utilizam a reação em cadeia da polimerase (PCR), amplamente difundida em estudos moleculares.

A utilização deste material para o Curso de Medicina Veterinária revelou a eficiência do mesmo para a compreensão de todas as etapas, bem como eventuais fontes de erros, em técnicas moleculares de diagnóstico.

REFERÊNCIAS

ALFIERI, A.A. **Padronização de Métodos para caracterização genotípica de Rotavírus grupos A e C de origem humana e animal**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1996, 352p. Tese de Doutorado. Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).

ALFIERI, A.A.; ALFIERI, A.F.; CONTE, L.E.; RESENDE, M. Evidências do envolvimento de rotavírus nas diarreias do pré e pós-desmame dos suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.43, p.291-300, 1991.

BOOM, R.; SOL, C.J.A.; SALIMANS, M.M.M.; JANSEN, C.L.; WERTHEIM-van DILLEN, P.M.E.; VAN DER NOORDAA, J. Rapid and simple method for purification of nucleic acids. **J. Clin. Microbiol.**, v.28, n.3, p.495-503, 1990.

BRASILEIRO, A.C.M.; CARNEIRO, V.T.C. **Manual de transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa Cenargen, 1998. 309p.

CHOMCZYNSKI, P. e SACCHI, N. The single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction: twenty-something years on. **Nature Protocols**. v.1, n.2:581-585, 2006.

DEGEN, H. J.; DEUFEL, A.; EISEL D.; GRÜNEWALD-JANHO, S.; KEESEY, J. **PCR Applications Manual**. 3rd edition. Germany: Roche Diagnostics GmbH, 2006.

EHRENBERG, L.; FEDORCSAK, I. e SOLYMOSY, F. Diethyl pyrocarbonate in nucleic acid research. **Prog. Nucleic Acid Res. Mol. Biol.**, v. 6, p 189-262, 1976.

ESTES, M.K.; COHEN, J. Rotavirus gene structure and function. **Microbiol. Rev.**, v.53, p.410-449, 1989.

FLORES, Eduardo Furtado. **Virologia veterinária: virologia geral e doenças víricas**. 2 ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2012. 1008p.

HERRING, A.J.; INGLIS, N.F.; OJEH, C.K.; SNODGRASS, D.R.; MENZIES, J.D. Rapid diagnosis of rotavirus infection by direct detection of viral nucleic acid in silver-stained polyacrylamide gels. **J. Clin. Microbiol.**, v. 16, n. 3, p. 473-477, 1982.

ICTV – International Committee on Taxonomy of Viruses. **Virus Taxonomy: 2013 Release**. Disponível em: <<http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp>>. Acesso em: 01 de maio de 2014.

LINARES, R. C.; BARRY, A. F.; ALFIERI, A. F.; MÉDICI, K. C.; FERONATO, C.; GRIEDER, W.; ALFIERI, A. A. Frequency of Group A Rotavirus in Piglet Stool Samples from Non-Vaccinated Brazilian Pig Herds. **Braz. Arch. Biol. Tech.** v.52 n. special: pp.63-68, Nov. 2009.

LORENZETTI, E.; STIPP, D.T.; POSSATTI, F.; CAMPANHA, J. E.T., ALFIERI, A.F.; ALFIERI A.A. Diarrhea outbreaks in suckling piglets due to rotavirus group C single and mixed (rotavirus groups A and B) infections. **Pesq. Vet. Bras**, v. 34, n.5, p.391-397, Maio 2014.

MARTELLA, V.; BANYAI, K.; MATTHIJNSSENS J.; BUONAVOGLIA, C.; CIARLET, M. Zoonotic aspects of rotaviruses. **Vet. Microbiol.**, v. 140, p. 246-255, 2010.

MÉDICI, K. C.; BARRY, A. F.; ALFIERI, A. F.; ALFIERI, A. A. Porcine rotavirus groups A, B and C identified by polymerase chain reaction in a fecal sample collection with inconclusive results by polyacrylamide gel electrophoresis. **J. Swine Health and Produc**, v. 19, n. 3, p. 146-150, 2011.

MESQUITA, R. A.; ANZAI, E. K.; OLIVEIRA, R. N.; NUNES, F. D. Avaliação de três métodos de extração de DNA de material parafinado para amplificação de DNA genômico pela técnica da PCR. **Pesq. Odontol. Bras.**, v. 15, n. 4, 2001.

OLIVEIRA, M.C.S. et. al. **Fundamentos teórico-práticos de extração e amplificação de DNA por meio de reação em cadeia da polimerase** [recurso eletrônico]. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

PAESI, S.O. Importância dos vírus nas gastroenterites em suínos. **Acta Scient. Veter.**, v. 38, Supl 1, s255-s268, 2010.

PEDLEY, S.; BRIDGER, J.C.; BROWN, J.F.; McCRAE, M.A. Molecular characterization of rotaviruses with distinct group antigens. **J. Gen. Virol.** v. 64, p. 2093-2101, 1983.

REGITANO, L.C.A. **Protocolos de biologia molecular aplicado à produção animal** [recurso eletrônico]. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

SAIKI, R. K.; SCHARF, S.; FALOONA, F.; MULLIS, K. B.; HORN, G. T.; ERLICH, H. A. and ARNHEIM, N. Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. **Science**: Dec 20;230(4732):1350-4, 1985.

SAMBROOK, J. E.; RUSSEL, D.W. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 3 ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2700p., 2002.

WOLF, B.; LESNAW, J.A. e REICHMANN, M.E. A Mechanism of the Irreversible Inactivation of Bovine Pancreatic Ribonuclease by Diethylpyrocarbonate. **Eur. J. Biochem.**, v. 13, n.3, p.519-525, 1970.

UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE REPETIÇÃO ESPAÇADA POR MEIO DE FLASHCARDS VIRTUAIS PARA O AUMENTO DA MEMORIZAÇÃO NA APRENDIZAGEM

Diogo Correia A. Silva ¹
Andreia Carniello ²
Adriana Carniello ³

Data de entrega dos originais à redação em 03/05/2014
e recebido para diagramação em 25/11/2014.

Este artigo descreve as definições básicas da técnica de repetição espaçada utilizada para incentivar a memorização de conteúdos estudados. Propõe-se a implementação desta técnica utilizando o conceito de Flashcards virtuais - um jogo educativo constituído por cartões pré-cadastrados que promovem a revisão de conceitos estudados e, conseqüentemente, a memorização e aprendizagem do conteúdo. Neste trabalho são levantados novos conceitos para o desenvolvimento de Flashcards virtuais e um sistema de software foi desenvolvido a fim de implementar estes conceitos. Este sistema é um demonstrativo da utilização da tecnologia da informação para apoiar a evolução educacional prática em qualquer nível de ensino.

Palavras-chave: FlashCard. FlashCardHelper. Memorização. Repetição Espaçada.

This paper describes the basic settings of spaced repetition technique used to encourage memorization of content studied. It is proposed to implement this technique using the concept of virtual Flashcards - an educational game with pre-registered cards that promote review of the concepts studied and, therefore, learning and memorizing the content. This work raised new concepts for the development of virtual flashcards and a software system has been developed to implement these concepts. This system is a demonstration of the use of information technology to support the practical educational development at any level of education.

Keywords: FlashCard. FlashCardHelper. Memorization. Spaced Repetition.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais objetivos de um estudante é de memorizar o máximo possível o conteúdo das disciplinas estudadas. Porém, com o passar do tempo, o esquecimento é inevitável e o estudante acaba tendo que estudar todo o conteúdo novamente caso seja necessário a utilização deste conteúdo.

O esquecimento sempre acontece de forma progressiva, este processo é conhecido como “*Curva do Esquecimento*” (EBBINGHAUS, 1962).

Na Figura 1, o eixo x representa o tempo decorrido após a aprendizagem do conteúdo (Dia 2 em diante), sendo o Dia 1 o momento da aprendizagem. O eixo y representa o nível de aprendizagem do estudante. Como é possível

observar na Figura 1 por meio da curva de cor preta, quando se estuda um determinado assunto, o conhecimento é crescente até atingir o seu pico de aprendizagem (100%). A partir deste ponto, ou seja, quando o estudante deixa de estudá-lo, o conhecimento começa sua fase decrescente, seguindo assim para a tendência do esquecimento quase que total.

Para que haja a retenção do conhecimento, uma técnica denominada de *Repetição Espaçada* sugere que, nas 24 horas após o estudante ter adquirido o conhecimento, sejam feitas revisões iniciais de 10 minutos para cada hora/aula, seguindo então para um fluxo reduzido até que no final da sequência o conteúdo esteja totalmente gravado na memória vitalícia do estudante. A Figura 1 ilustra

1 Pós-Graduação em Gestão de Projetos em Desenvolvimento de Sistemas de Software - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - Campus Guarulhos - Avenida Salgado Filho, 3501 Bairro: Vila Rio de Janeiro CEP: 07115-000 - Guarulhos - SP. E-mail: <diogoinweb@yahoo.com.br >.

2 Professora Doutora. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - Campus Guarulhos. Avenida Salgado Filho, 3501 Bairro: Vila Rio de Janeiro CEP: 07115-000 - Guarulhos - SP. E-mail: <andriacarniello@ifsp.edu.br >.

3 Professora Doutora. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - Campus Guarulhos. Avenida Salgado Filho, 3501 Bairro: Vila Rio de Janeiro CEP: 07115-000 - Guarulhos - SP. E-mail: <adrianacarniello@ifsp.edu.br >.



Figura 1 - Curva do Esquecimento (Fonte: DELL'ISOLA, 2008)

por meio da curva de cor laranja este processo de retenção da aprendizagem.

2 REPETIÇÃO ESPAÇADA

As primeiras 24 horas após a aquisição do conhecimento é o período em que ocorre maior parte do esquecimento. A técnica de Repetição Espaçada afirma que neste período a revisão inicial, que compreende 10 minutos para cada hora/aula, é suficiente para reter na memória do estudante toda a informação aprendida. Uma semana depois (dia 7), para cada hora de aula expositiva serão necessárias apenas 5 minutos para “reativar” o mesmo conteúdo, elevando a curva de aprendizagem para 100% mais uma vez. Ao final de 30 dias, precisará de apenas 2-4 minutos para obter novamente os 100% da curva de aprendizagem.

É evidente que a técnica de Repetição Espaçada cita, basicamente, apenas que há um momento ideal para as revisões, ela não considera as questões individuais de aprendizagem e nem as características de estudo de cada indivíduo, mas serve como parâmetro para que seja sempre lembrado um determinado assunto no momento em que o estudante está mais suscetível em esquecê-lo.

Estudos que datam desde o século XIX e que foram aprimorados no século XX, promovidos por filósofos, psicólogos e matemáticos como Ebbinghaus e Wozniak (WOZNIAK, 1992) foram amplamente aplicados ao poder computacional para promover a capacidade humana de memorização. Hoje, temos poderosas ferramentas computacionais de apoio para este desenvolvimento, não apenas nos computadores pessoais, mas também em smartphones como, por exemplo,

aplicativos e métodos de utilização de flashcards, os quais são descritos a seguir.

3 FLASHCARDS

Flashcards são pedaços de papel (geralmente cartolina) utilizados como ferramenta para o aprendizado. Em cada cartão escreve-se alguma informação que deseja-se aprender. Geralmente, de um lado do cartão escreve-se o conteúdo e no verso do

cartão a resposta.

Flashcards de papel são utilizados desde o século XIX. Creditado como o primeiro da história temos um conjunto de cartões fonéticos chamados *Reading Disentangled* em 1834, criado pelo inglês educador Favell Lee (PRUZAN, 2006).

Na década de 1970, o jornalista científico alemão Sebastian Leitner produziu o sistema Leitner para agendamento de flashcards, mais especificamente em 1972 com a sua obra “So lernt man lernen. Der Weg zum Erfolg” (Então você começa a aprender. A estrada para o sucesso). O sistema Leitner funciona da seguinte maneira: cada cartão contém uma pergunta de um lado e no verso a resposta. Ao ler a pergunta, o estudante verifica se sabe a resposta. Caso afirmativo, o cartão é movido para o bloco de cartões já estudados. Caso o estudante desconheça a resposta, o cartão é movido para o bloco de cartões a serem revistos posteriormente.

Em 1987 o pesquisador polonês Piotr Wozniak introduziu o algoritmo SuperMemo, descrito em sua obra “The SuperMemo method - optimization of learning” (WOZNIAK, 1992). A partir de seus estudos, Wozniak resolveu criar uma empresa



Figura 2 - Uso de Flashcards com crianças (Fonte: MORITZ, 2012)

para comercializar o programa SuperMemo, que obteve muito sucesso, sobretudo com relação à aprendizagem de informações consideradas difíceis (japonês, medicina, etc.).

Os flashcards promovem o fenômeno da reminiscência. Este fenômeno foi descrito pela primeira vez na literatura científica pelo psicólogo inglês Ballard (PERGHER; STEIN, 2003), o qual descobriu, através de experimentos, que a fixação do conteúdo é maior algum tempo depois do estudante adquirir o conhecimento do que imediatamente após a sua aquisição. Segundo Eisenkraemer (EISENKRAEMER, 2013) a reminiscência consiste em lembrar-se de informações que anteriormente não eram recordadas e considera a reminiscência como um subproduto natural da repetição dos estudos realizada pelo estudante.

4 FLASHCARDS & TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A técnica da Repetição Espaçada e os flashcards podem ser auxiliados pela tecnologia da informação por meio de sistemas de software. Os Sistemas de Repetição Espaçada ou *Spaced Repetition Systems* (SRS) são sistemas que auxiliam no processo de memorização de um determinado conteúdo e são muito úteis na supervisão do estudante durante o processo de aprendizagem.

Com base neste conceito inspirado por Wozniak, foi desenvolvido neste trabalho um protótipo de um sistema de Repetição Espaçada, denominado Flashcard Helper (www.flashcardhelper.com.br), que tem por objetivo fornecer os recursos necessários para a realização de uma revisão mais eficiente do conteúdo que deve ser memorizado pelo usuário do sistema.

A seguir são descritos maiores detalhes sobre o sistema Flashcard Helper.

4.1 Flashcard Helper - Descrição Geral

O Sistema Flashcard Helper é um sistema web que foi desenvolvido em C#.NET. Neste sistema cada usuário tem o seu login e senha devidamente adquiridos após a realização de um cadastro no próprio sistema. Quando o usuário acessa o sistema, ele tem acesso aos seus flashcards separados por decks, como se fossem cartas de um baralho. É o próprio usuário o responsável pela criação dos decks e dos flashcards.

Para iniciar uma revisão, o usuário deve acessar um determinado deck. Após esse acesso, ele pode tanto incluir novos flashcards, quanto revisar os que já existem. O sistema tem total controle sobre quais são os flashcards que devem ser exibidos a

partir das informações fornecidas pelo usuário, ou seja, a revisão não é feita de forma aleatória.

Os flashcards são exibidos de acordo com uma sequência definida a partir das respostas do usuário. Essas respostas são adquiridas a partir da revisão de cada flashcard. Este procedimento ocorre da seguinte maneira: o usuário, ao revisar um determinado flashcard, solicita a exibição da resposta ao sistema, que exibe a resposta correspondente ao flashcard corrente. O usuário então informa se ele conseguiu

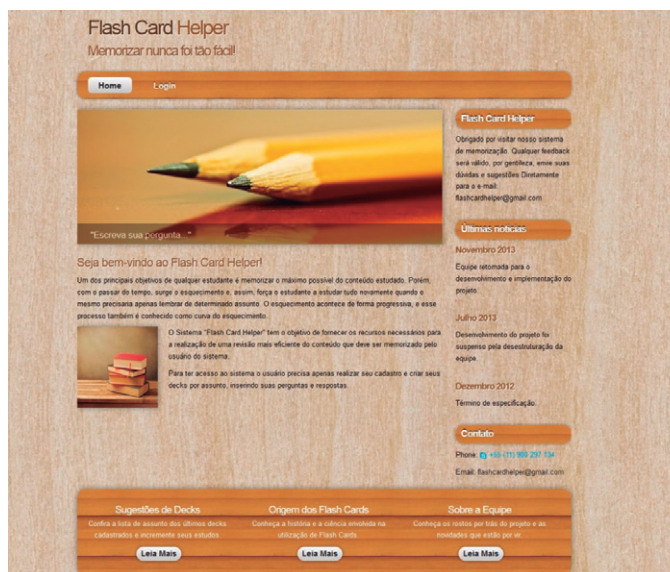


Figura 3 - Página inicial do protótipo desenvolvido (Fonte: Criação Própria)

se lembrar do significado daquele flashcard ou não, e a partir dessa resposta o sistema conseguirá determinar quais são os flashcards que o usuário possui mais dificuldade para, assim, mostrá-los nas próximas revisões com prioridade máxima.

4.2 Flashcard Helper – Requisitos Específicos

- Para ter acesso ao sistema, o usuário deve estar previamente cadastrado;
- o usuário poderá inserir quantos flashcards julgar necessário, mas todos devem estar associados a algum deck previamente cadastrado;
- um determinado flashcard só pode estar associado a um único deck, porém um deck pode ter vários flashcards;
- cada flashcard deve possuir os seguintes atributos:
 - pergunta: será a pergunta que o usuário terá que responder,
 - resposta: será a resposta correta que o usuário deverá se lembrar,
 - avaliação: o usuário deverá fornecer uma autoavaliação logo após cada revisão através dos seguintes botões:

- _ “Acertou”;
 - _ “Dúvida” (Quando houver dificuldade, mas mesmo assim acertou),
 - _ “Errou”;
- e) a partir da avaliação feita pelo usuário, o sistema deve ordenar todos os flashcards do deck para a próxima revisão. Essa ordenação deve seguir a seguinte regra: os flashcards marcados como “Errou” devem ser os primeiros a serem apresentados na próxima revisão, seguidos pelos marcados como “Dúvida” e “Acertou”, nessa ordem;
- f) o usuário pode configurar cada deck, ou seja, ele poderá informar, por exemplo, quantos flashcards ele quer responder por cada revisão feita. Dessa forma é possível fazer pequenas revisões ou revisões completas, de acordo com o tempo disponível do usuário para o estudo.

4.3 Flashcard Helper – Testes e aplicabilidade

O sistema Flashcard Helper foi proposto em meio à carência de inovação com o anseio de utilização adequada ao público alvo: O estudante. Dessa forma, foi elaborado um questionário para os estudantes de níveis técnico e superior que foram convidados a testar o sistema e expor sua opinião.

Tais questões estão servindo de parâmetros de melhorias, controle e correção do sistema para uma “calibragem” voltada à expectativa dos usuários. O resultado coletado dos 18 convidados pode ser visto através do seguinte link: < <http://goo.gl/xTJtE6> >.

Como destaque, é possível observar que apesar da maioria (72%) não ter conhecimento prévio sobre o conceito de flashcards, boa parte (61%) já havia utilizado alguma ferramenta virtual de aprendizagem, além de a maioria (83%) dos usuários acreditarem também que a utilização do sistema pode contribuir para a motivação nos estudos.

Todos os usuários consideraram fácil a navegabilidade e algumas sugestões de novos recursos já foram avaliados também neste questionário.

4.4 Flashcard Helper – Considerações práticas e melhorias

Uma das considerações sobre o sistema Flashcard Helper é o tempo necessário para a “preparação” do sistema para que o mesmo possa ser utilizado, uma vez que todos os usuários precisam cadastrar seus decks e respectivos flashcards em uma quantidade considerável para que o sistema tenha parâmetros suficientes para auxiliar na sequência de estudo. Na resolução deste problema, uma melhoria está sendo desenvolvida no sentido de aplicar “decks públicos”, onde o usuário poderá

importar para sua lista pessoal de decks os decks de outros usuários que escolheram marcar os seus próprios decks como “público”. Com esta melhoria, será possível ajustar e fazer as devidas edições nos decks importados como se fossem itens criados pelo próprio usuário. Caso o usuário também tenha interesse em compartilhar suas modificações ou seus próprios decks cadastrados, a contribuição à comunidade virtual de estudos será ainda maior.

Como novas funcionalidades, está sendo analisada a possibilidade de inclusão de um sistema de “ranking” sincronizado com as redes sociais e/ou compartilhamento de decks e assuntos entre amigos. Além disso, reaproveitando o cadastro realizado no próprio sistema, será elaborada uma versão para portáteis (tablets/smartphones) em que facilitará o estudo em qualquer lugar a qualquer hora, desde que haja conexão com a Internet.

O sistema também terá um alerta de estudo com o objetivo de informar ao usuário o momento ideal de revisão sugerido pela metodologia de Repetição Espaçada. Melhorias gráficas e associações ilustradas ao tema de estudo também poderão ser implementadas, facilitando ainda mais a memória associativa.

5 TRABALHOS RELACIONADOS

De modo geral, espera-se que o uso de flashcards virtuais seja mais popular, o que traria benefícios evidentes para aqueles que os utilizassem. Seguindo essa linha de raciocínio, alguns trabalhos foram desenvolvidos para popularizar a utilização de flashcards em moldes semelhantes ao Flashcard Helper.

O sistema “ALERT STUDENT” (GOMES et al., 2014), por exemplo, utiliza flashcards para consolidar a retenção do conhecimento dos estudos de medicina para poupar tempo e aumentar, comprovadamente (BOW et al., 2013), a produtividade dos alunos.

O sistema “Picard” (TUIITE et al., 2012), criou ferramentas customizadas para seus flashcards, onde os usuários além de terem disponíveis “decks” de estudo padronizados, também podem adicionar desenhos para auxiliar na memorização pessoal ou de seus amigos no facebook. Também existe a possibilidade de utilização de ferramentas internas que facilitam o usuário a chegar à resposta da pergunta ou assunto estudado, fornecendo uma dica que revele parcialmente a resposta ou faça analogias ou sinônimos, por exemplo. Essas funcionalidades ajudam a motivar a progressão dos estudos reduzindo, assim, as desistências.

Da mesma forma, o sistema “Chinese World Learning System (CWLS)” (LEE et al., 2011) utiliza flashcards para o ensino básico da comunicação chinesa voltada especificamente para pessoas que se casaram recentemente com chineses ou tailandeses e precisam aprender o idioma. O sistema

é facilmente adaptável por assuntos de interesse e também propõe um agendamento de lições para que a memória do usuário esteja sempre sendo reativada com as lições aprendidas.

Além dos sistemas aqui citados, existem ferramentas de grande acessibilidade que também utilizam os conceitos de repetição espaçada e já incentivam muitas pessoas na progressão de seus estudos, como por exemplo: *Duolingo* (ferramenta de ensino de idiomas), *Anki* (auxilia na organização de lembretes), *FluxCar* e *Mnemosyne Projects* (ambos com proposta similar de uso de flashcards), e outras. Muitas dessas ferramentas estão disponíveis em dispositivos móveis como smartphones e tablets, propiciando a acessibilidade como ponto chave para a valorização do estudo.

6 CONCLUSÕES

A memória humana é tema de diversas discussões científicas, a imensa quantidade de conteúdo produzido diariamente torna inviável que uma pessoa seja capaz de estudar tudo e/ou se lembrar para sempre do que foi estudado. Felizmente a ciência e a evolução tecnológica nos trouxeram ferramentas capazes de nos auxiliar a manter, pelo menos parte deste verdadeiro oceano de informação que é distribuída no dia a dia de qualquer estudante.

Atualmente, as condições gerais de aprendizado dificultam que uma aula expositiva seja totalmente proveitosa, é necessário inovar para que o conhecimento seja de fato difundido. Pensando nessas condições, qualquer professor pode vir a adotar as técnicas de Repetição Espaçada aproveitando o casamento da tecnologia da informação para que seus alunos tenham em mãos a facilidade de fixação que por décadas foi almejada.

O sistema Flashcard Helper, através dos testes que estão sendo realizados e os desenvolvimentos previstos, possui o potencial para viabilizar pelo menos parte da necessidade eminente de divulgação, treinamento e planejamento de novas tecnologias na revolução do ensino. Os conceitos expostos neste trabalho buscam apenas provocar o leitor a ter uma visão diferenciada de como é possível aprender sem nem ao menos perceber que está aprendendo, ou seja, utilizando-se de um jogo. Uma diversão interativa e fundamentada pode muitas vezes surtir um efeito muito mais amplo de transmissão de ensino do que o tradicional método baseado em monólogo expositivo e vagamente interativo.

Acredita-se fielmente que o crescimento do aprendizado em si depende simplesmente de nós reaprendermos a aprender.

REFERÊNCIAS

EBBINGHAUS, H. **Memory: A Contribution to Experimental Psychology**. New York: Dover. 1962.

WOZNAK, P. A.; BIEDALAK, K. **The SuperMemo Method - Optimization of Learning**. Poznan: Informatyka, 1990. p. 1-9.

PRUZAN, T. **The Clumsiest People in Europe: Or, Mrs. Mortimer's Bad-Tempered Guide to the Victorian World**. Bloomsbury, 2006. p. 5.

PERGHER, G. K.; STEIN, L. M. **Compreendendo o esquecimento: teorias clássicas e seus fundamentos experimentais**. *Psicologia*, v. 14, n. 1, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65642003000100008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 Março 2014.

EISENKRAEMER, R. E. **Uso de testes como oportunidade de aprendizagem: uma avaliação do efeito de testagem e reminiscência em crianças**. *Psicologia*, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10923/5536>>. Acesso em: 16 Março 2014.

LEE, H.; LU, C.; HSU, W.; TANG, W. **Using Adaptive Learning Theory and a Schedule-based Flashcard to Enhance the Quality of Online Self Learning**. Disponível em: <http://iasl.iis.sinica.edu.tw/IASL/webpdf/paper-2011-Using_Adaptive_Learning_%20Theory_and_a_Schedule-based_Flashcard_to_Enhance_the_Quality%20_of_Online_Self_Learning.pdf>. Acesso em: 15 Março 2014.

DELL'ISOLA, A. **Curva do Esquecimento**. Disponível em: <<http://memorizacao.blogspot.com.br/2008/05/curva-do-esquecimento.html>>. Acesso em: 9 Março 2014.

MORITZ, A. **Flashcard Learning with Children**. Disponível em: <<http://blog.brainscape.com/2012/06/flashcards-children>>. Acesso em: 16 Março 2014.

GOMES, T. T.; COSTA, R. P.; SEVERO, M.; FERREIRA, M. A. **Learning Optimization in Health Sciences Education Using Alert Student Platform**. Faculty of Medicine, University of Porto. 2014. Disponível em: <<http://library.iated.org/view/TAVEIRAGOMES2014LEA>>. Acesso em 20 Novembro 2014.

BOW, H. C.; DATTOLO, J. R.; JONAS, A. M.; LEHMANN, C. U. **A Crowdsourcing Model for Creating Preclinical Medical Education Study Tools**. *Academic Medicine*, vol. 88, nº 6, 2013.

TUITE, K.; PAVLIK, T.; FAN, S. B.; ROBISON, T.; JAFFE, A.; LIU, Y.; ANDERSEN, E.; TANIMOTO, S. **Picard: A Creative and Social Online Flashcard Learning Game**. Department of Computer Science & Engineering, University of Washington,. 2012. Disponível em: <http://homes.cs.washington.edu/~eland/papers/picard_fdg.pdf>. Acesso em: 17 Março 2014.

UTILIZANDO UMA TÉCNICA DO PSEUDOSSINCRONISMO PARA PROLONGAR O TEMPO DE VIDA DE UMA REDE DE SENSORES SEM FIO

Data de entrega dos originais à redação em 16/07/2014
e recebido para diagramação em 27/11/2014.

Inacio Henrique Yano ¹
Vitor Chaves de Oliveira ²
Mauricio Becker ³
Andreiwid Sheffer Correa ⁴

Este artigo propõe uma solução para aumentar o tempo de vida de nós repetidores para Redes de Sensores Sem Fio. Os nós repetidores tem a função de permitir a comunicação entre os nós de coleta de dados e uma base central, uma vez que os dispositivos utilizados neste tipo de rede tem limitado alcance de sinal de rádio. Outra restrição dos nós de redes de sensores sem fio é seu curto tempo de vida, devido à limitada autonomia de carga de suas baterias. Isso reforça a importância de poupar energia dos nós repetidores, a fim de mantê-los ativos o maior tempo possível, sem os quais a transmissão de dados não seria possível. A contribuição deste trabalho é o prolongamento do tempo de vida de nós repetidores, através da implementação de uma estratégia de dormência. Cujo resultado foi a ampliação significativa do tempo de vida dos nós repetidores em mais de 326%.

Palavras-chave: Rede de Sensores Sem Fio. Nós Repetidores. Tempo de Vida.

This article proposes a solution to increase the lifetime of relay nodes for Wireless Sensor Networks. The relay nodes have the function of enabling communication between the data collection nodes and the sink, since the devices used in this type of network have limited radio signal range. Another restriction of the nodes of Wireless Sensor Networks is its lifetime, given the limited autonomy of its charge of the batteries, this reinforce the importance of saving relay nodes energy in order to keep them active as long as possible, without which the data transmission will not be possible. The contribution of this work is the prolonging of a relay node lifetime, by implementing a sleep strategy. The result was a significant increase of the relay node lifetime in more than 326%.

Keywords: Wireless Sensor Networks. Relay Node. Lifetime.

1 INTRODUÇÃO

As Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) são redes próprias para coletar dados, especialmente em ambientes com pouca ou nenhuma infraestrutura de energia elétrica e de comunicação de dados, e também, muitas vezes de difícil localização, por isso são projetados para serem baratos e pequenos, pois muitas vezes não é possível retornar ao local onde foram colocados para sua recuperação posterior. Os nós das RSSFs são dispositivos compostos basicamente de uma unidade de processamento de dados, memória, bateria e rádio (AKYILDIZ, 2002), esta conformação permite ao nó coletar e transmitir dados para os nós vizinhos e para o destino final dos dados, ou seja, estão preparados para funcionar em praticamente todos os lugares e sob as mais diversas condições, sem a necessidade de prévias instalações.

Conforme descrito os nós das RSSFs devem ser baratos, isto gera limitações de capacidade de processamento e transmissão de dados. Como os rádios tem alcance limitado, quando existem longas distâncias a serem vencidas, entre o ponto de coleta de dados e o destino final dos mesmos, os nós coletores de dados (end devices – ED) necessitam de nós repetidores (RN) para retransmitir seus dados para uma base central (BC) (ZAHMATI, 2007).

Outra limitação das RSSFs é o curto tempo de vida dos nós, pois estes dependem da energia das baterias que os alimentam para continuar operando, poupar energia das mesmas, portanto, é um dos maiores desafios das RSSFs. O problema do tempo de vida dos nós agrava-se quando este nó faz o trabalho de repetidor, pois toda parte da rede que dele depende para o encaminhamento

1 Mestre em Engenharia Elétrica – PUC-Campinas - Analista de Sistemas da Embrapa Informática Agropecuária - Docente da Faculdade de Americana. E-mail: <ihyano@yahoo.com.br >.

2 Mestre em Engenharia Elétrica – PUC-Campinas - Docente da Faculdade de Americana.

3 Mestre em Engenharia Elétrica – PUC-Campinas - Docente da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

4 Mestre em Engenharia Elétrica – PUC-Campinas - Docente Efetivo do Instituto Federal de São Paulo, *Campus* Campinas.

de seus dados fica comprometida, quando este parar de funcionar, criando os chamados nós órfãos (SHANTI, 2011). Torna-se evidente, portanto, preservar ao máximo a energia dos nós que servem de ligação de partes da rede, pois quando estes ficam inativos prematuramente, todos os nós que destes dependem, para transmitir seus dados, tem seu caminho interrompido.

Em função da limitação da vida dos nós e da própria RSSF estar atrelada ao estoque de energia das baterias, diversos estudos foram desenvolvidos para contornar este problema. Uma das abordagens mais importantes é a conservação de energia dos nós utilizando técnicas de mudança de estado dos mesmos de ativo para dormente, por meio dessa técnica existe bastante economia e até mesmo a possibilidade de recuperação de parte da energia da bateria durante esse período de dormência (PARK, 2005). Esta abordagem também pode ter variações, como considerar vários diferentes estágios de dormência pelo qual um nó pode passar (WANG, 2007).

A aplicação de dormência em EDs é um procedimento usual e apresenta ótimos resultados para prolongar tempo de vida destes nós. Entretanto, a aplicação de dormência em RNs apresenta certa dificuldade, pois os mesmos precisam estar ativos no momento em que um ED transmitir seus dados. Por este motivo existem soluções nas quais os nós responsáveis pela retransmissão de dados não entram em dormência (XBEE, 2012) e, em função desta condição, deveriam ter uma capacidade maior de energia armazenada (YANG, 2010).

Existem propostas de dormência de RNs (LIU, 2010), nas quais, sempre existe pelo menos um RN ativo para atender os EDs. Isto normalmente mostra-se eficiente para redes densas, com redundâncias de RNs para grupos de EDs - que permitem o revezamento na função de retransmissão. Tais soluções, apesar de resolverem o problema de interrupção de rotas, ocasionam intervalos significativos de ociosidade dos RNs, pois pelo menos um dos mesmos estará ativo durante todo o tempo. Outra técnica (BUETTNER, 2006) com dormência estabelece a comunicação - entre o RN e o ED - mediante o envio de preâmbulos. Os preâmbulos, que são sequências pré-definidas de zeros e uns, quando recebidos pelo RN, fazem com que o mesmo responda ao ED e permaneça acordado, aguardando o envio de dados.

Este trabalho apresenta uma adaptação da solução de BUETTNER (2006), para uma situação específica em que o ED tenha de enviar dados em intervalos regulares de tempos ao RN, é importante ressaltar que esta situação específica abrange uma grande variedade de aplicações de coleta de dados, tais como medições de temperatura, umidade, vazão, entre outras. Assim como a solução de BUETTNER (2006), também faz a procura de períodos em que o RN esteja em atividade, para estabelecer com o

mesmo um pseudossincronismo, considera-se que não se trata de um sincronismo clássico, porque não foi estabelecido por um RTC (*real-time clock*), mas por uma composição de intervalos de tempo estimados. Este pseudossincronismo permite desabilitar a rotina de busca do período de atividade de RN, a partir da segunda transmissão de dados do ED, poupando assim energia do mesmo. O nó RN por sua vez tem sua energia poupada, por não tem de fazer *polling* para ED (BOONSAWAT, 2010), economizando com as transmissões de pedidos de dados e, principalmente, devido ao seu período de dormência que acontece a cada ciclo.

Neste trabalho também foram eliminados os preâmbulos que anunciam uma nova transmissão de dados, bem como quadros de controle de comunicação, pois consomem muita energia tanto em suas transmissões e recepções, como pelo maior tempo de atividade que os nós precisam permanecer para concluir cada rotina de transmissão de dados.

Esta proposta, portanto, implementa uma forma de se estabelecer a comunicação entre os nós de uma RSSF, destinada a sistemas de coleta dados, cuja captura e transmissão de dados deva ocorrer em intervalos regulares de tempo e tem como objetivo demonstrar que é possível economizar energia e estender significativamente o tempo de vida do nó RN, que é um nó essencial para que os dados cheguem à BC em redes com mais de um salto. Conforme a vida da RSSF é prolongada, evitam-se manutenções frequentes e pontuais (TONG, 2011), que geram custos devido ao deslocamento de um técnico ao local, que nem sempre é de fácil acesso.

Resultados preliminares indicam que tal estratégia mostra-se eficaz para prolongar o tempo de vida do RN em mais de 326%, conforme será descrito nas próximas seções, que estão divididas em:

- Seção 2, na qual será explicada a técnica de dormência aplicada nos nós repetidores;
- Seção 3, que descreve o arranjo experimental utilizado neste trabalho;
- Seção 4, que demonstra a programação da rede *multihop*;
- Seção 5, que apresenta os primeiros resultados e faz-se uma discussão desta pesquisa e finalmente;
- Seção 6, na qual, encontra-se a conclusão deste trabalho.

2 TÉCNICA DE DORMÊNCIA EM NÓS REPETIDORES

A técnica de prolongamento do tempo de vida proposta neste trabalho fundamenta-se em um pseudossincronismo entre os EDs e os RNs, de modo que o tempo de atividade do ED coincida com o período ativo do RN.

Neste trabalho, supõe-se que os tempos, tanto no estado de atividade, como no de dormiência do RN, repetem-se em intervalos regulares.

O pseudossincronismo é atingido por meio da busca, pelo ED, do intervalo de atividade do RN. Uma vez descoberto tal período, como o RN entra em dormiência em intervalos regulares, basta ao ED adotar o mesmo ciclo, para que em uma nova transmissão, haja coincidência com o próximo intervalo de atividade do RN. Isto é ilustrado na Figura 1, na qual, mapeia-se a potência de transmissão em função do tempo - tanto para o ED como para o RN.

Esta busca é feita utilizando-se de um quadro completo formado por cabeçalho e dados.

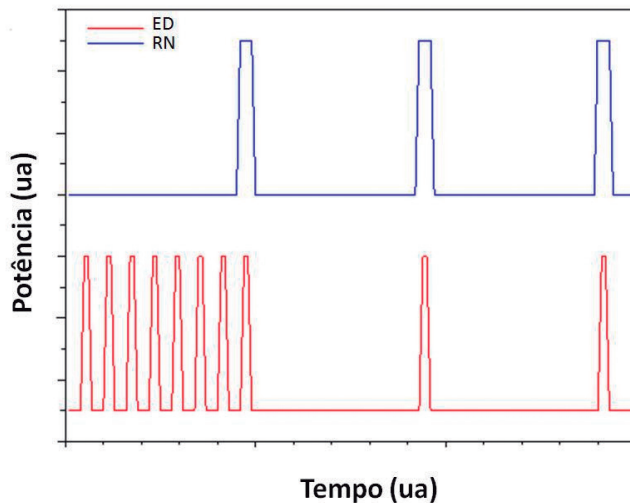


Figura 1 - Estabelecimento do pseudossincronismo

Este processo apresenta latência menor, pois, quando um dos envios do ED for bem sucedido, coincidindo com um intervalo ativo do RN, o quadro já estará completo e poderá ser enviado para a BC, evitando-se a troca de mensagens adicionais para completar a retransmissão à BC.

A Figura 2 demonstra que consumo de energia entre os períodos de transmissão e recepção são bem maiores que o de ociosidade (*idle*) e dormiência (*sleep*), portanto eliminando-se quadros de controle (Figura. 3a), reduzem-se estas transmissões e recepções de grande consumo de energia tanto de ED como de RN.

Os quadros de controle (*RTS - Request to Send* e *CTS - Clear to Send*) são usados para se evitar colisões devido ao problema da estação oculta (KAPADIA, 2010). Em RSSF, em que os quadros completos são

pouco maiores que os quadros de controle, existe pouca vantagem na utilização deste artifício, uma vez que tanto o quadro *RTS*, quanto o quadro completo tem aproximadamente a mesma probabilidade de sofrerem colisões e o gasto energético para enviar ambos é semelhante. Justifica-se, portanto, enviar o quadro completo, pois em caso de sucesso a transmissão já pode ser concluída e em caso de colisão, simplesmente, envia-se novamente o quadro completo. O excesso de quadros de controle é um dos motivos de desperdício de energia em RSSF (REZAEI, 2012), conseqüentemente sua utilização deve ser avaliada, de acordo com a aplicação.

Ainda em relação aos quadros de controle é possível eliminar o quadro de confirmação de recebimento dos dados (*ACK - Acknowledgment*). Porque, uma vez que o RN tenha visada tanto para a BC como para o ED, que iniciou a comunicação (conforme a Figura 4), no momento em que o RN estiver ativo e receber um quadro do ED, este imediatamente o reenviará para a BC. Esta retransmissão, salvo situações de exceção, atingirá igualmente a BC e o ED (Figura 3b). As situações de exceção que impedem o recebimento dos quadros pelos seus destinatários podem ser devido ao surgimento de obstáculos, como a passagem de pessoas ou veículos, bem como por problemas inerentes à própria comunicação como colisões, congestionamentos do canal, etc.

A confirmação pelo correto recebimento do quadro pelo RN acontece quando o ED, estando na visada do RN, detecta a retransmissão à BC. Desta forma, o ED poderá entrar em dormiência e completar um ciclo de mesmo período que o do RN, o que estabelece o pseudossincronismo.

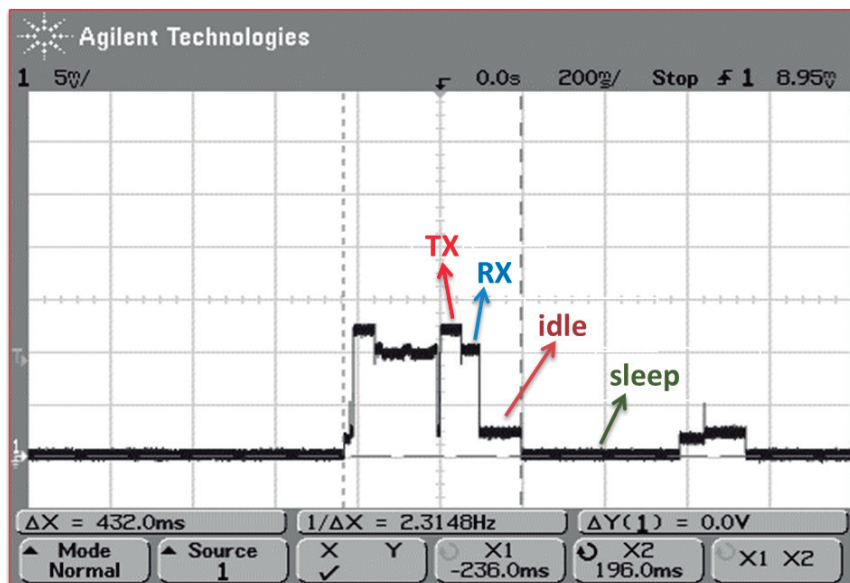


Figura 2 - Consumo de energia nos períodos TX, RX, idle e sleep de um nó RFBee, configurado para trabalhar em potência máxima

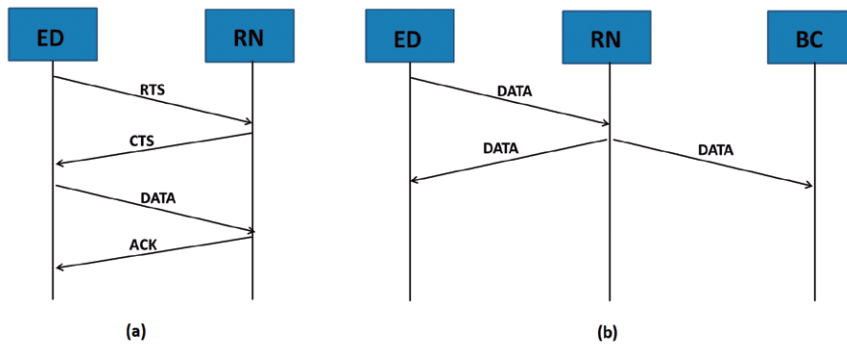


Figura 3 – (a) Troca de quadros entre ED e RN utilizando quadros de controle e (b) Troca de quadros entre ED e RN sem os quadros de controle

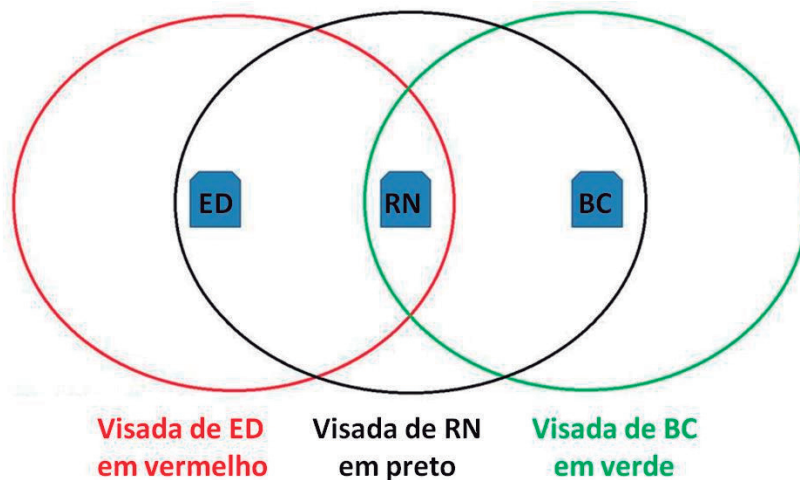


Figura 4 - Visada do ED, RN e BC

É importante o ED assegurar-se que todos os quadros por ele enviados foram retransmitidos pelo RN, uma vez que existem duas situações nas quais a retransmissão pode não ser bem sucedida. Primeiramente, no início do processo, pois ainda é preciso se estabelecer o pseudossincronismo. Além disso, há, também, a situação em que ocorre a perda do pseudossincronismo, devido a:

- *Clock drift* que é a variação de frequência resultado da variação da tensão de alimentação e da temperatura que acontece com os cristais geradores de pulsos, em maior ou menor grau dependendo da precisão dos mesmos, esta variação da frequência irá provocar imprecisões nas medidas de tempo de alguns milissegundos entre os nós, prejudicando o sincronismo ou, neste caso, o pseudossincronismo (TEXAS INSTRUMENTS, 2012);
- Um número diferente de instruções executadas pelo RN e ED, antes e após o período de dormência, que pode gerar pequenas diferenças na duração

do ciclo, as quais, ainda que mínimas, vão se acumulando ao longo do tempo e podem se tornar significativas;

- Variações nos tempos de transmissão e recepção causadas por congestionamentos, erros e outros fatores;
- Variação da precisão na contagem de tempo, que se acentua conforme a carga da bateria vai diminuindo.

Conforme descrito, a perda do pseudossincronismo é causada pelo acúmulo de pequenas diferenças de tempo entre os ciclos do ED e do RN. Em vista destas diferenças serem de alguns milissegundos, elas não inviabilizam a coleta de dados para uma grande gama de aplicações.

Nesta seção descreveu-se o processo de estabelecimento do pseudossincronismo, bem como, os motivos da quebra do mesmo, na próxima seção será descrito o arranjo experimental utilizado neste trabalho.

3 ARRANJO EXPERIMENTAL

Na seção anterior descreveu-se a técnica do pseudossincronismo e nesta seção apresentar-se-á

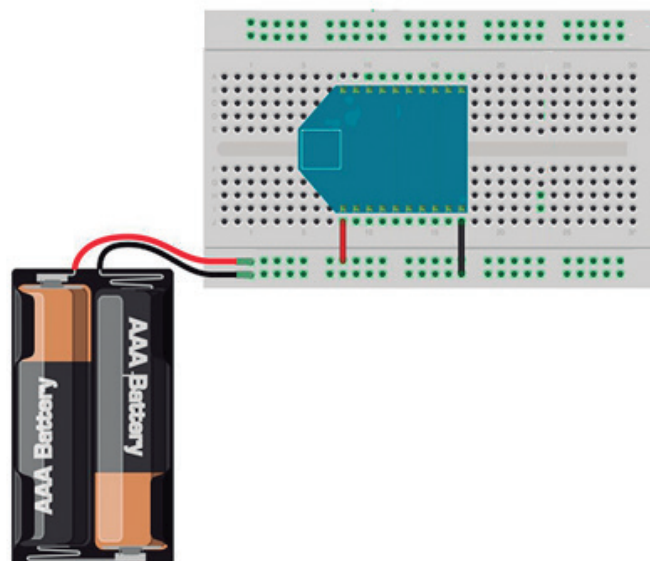


Figura 5 - Esquemático de um nó sensor utilizado neste trabalho

o arranjo experimental para validação da solução proposta.

Os dispositivos sensores escolhidos para implementar a proposta deste trabalho foram os sensores RFBee v.1.1 (SEED STUDIO, 2012), devido a facilidade de programação proporcionada por sua IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino (ARDUINO, 2012).

O RFBee é formado pelo microcontrolador ATmega 168 (ATMEL, 2012) e o transceptor CC1101 (TEXAS INSTRUMENTS, 2012), alimentados por duas baterias AA-recarregáveis de 2500mAh, conforme ilustrado na Figura 5.

Para verificação da funcionalidade desta proposta foi desenvolvido um protótipo de aplicação, que registra a intensidade de sinal recebida (RSSI) (PROCÓPIO, 2013).

O tempo de dormência do RN foi ajustado para 1,75s e o tempo de *idle* para 250 ms, totalizando um ciclo de 2,00 s, que se repete ao longo da vida do RN. O tempo de *idle* é o tempo em que o sensor fica ocioso, aguardando quadros para serem recebidos ou transmitidos.

A programação dos EDs também obedeceu a este ciclo, de acordo com o processo de pseudossincronização, descrito na seção anterior. Observa-se que eles não terão necessariamente de permanecer ativos durante os 250 ms, mas somente durante um período que corresponda à soma do período de atividade mais o de dormência. No caso específico dos resultados apresentados neste trabalho, foram necessários 120 ms para coletar, transmitir e conferir a recepção dos dados pelo RN e mais 1,88 s para o estado de dormência.

Uma vez que, a cada 2 s, o RN fica em estado *idle* por 250 ms, o ED, antes de estabelecer o pseudossincronismo, ou ao restabelecê-lo em vista de algum problema, envia um quadro a cada, aproximadamente, 220 ms, conforme ilustrado pela Figura 6.

A Figura 6 ilustra um caso típico de busca pelo período de atividade do RN. No pior caso, haverá 8 transmissões do ED antes da descoberta do ciclo de atividade do RN. Desta forma, somente na nona tentativa é que haverá sucesso e estabelece-se o pseudossincronismo. Na sequência, o ED completa um ciclo de 2,00 s igual ao do RN e em sua próxima transmissão encontra novamente o RN ativo. Este processo somente seria interrompido por perda do pseudossincronismo, o que levaria ao reinício do processo de busca.

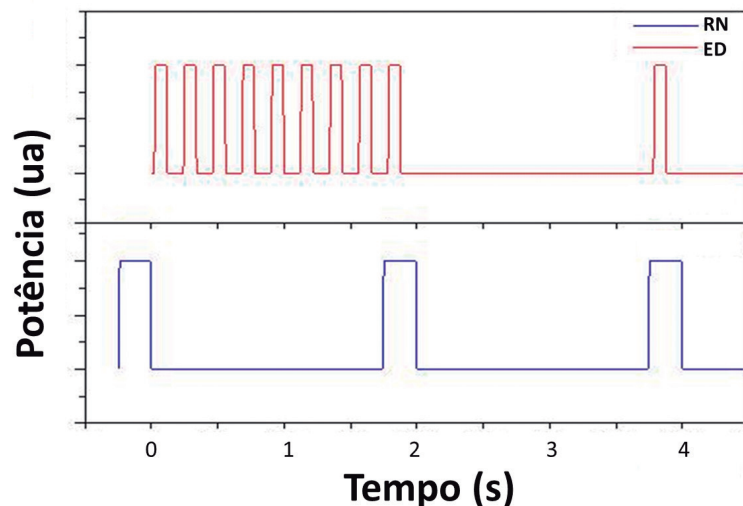


Figura 6 - Processo de formação do pseudossincronismo

Esta seção apresentou o arranjo experimental utilizado para validação da proposta deste trabalho e a próxima seção descrever-se-á a programação dos nós da rede *multihop*.

4 PROGRAMAÇÃO DA REDE MULTIHOP

A seção anterior descreveu o arranjo experimental deste trabalho. Nesta seção descrever-se-á a programação dos nós sensores, que teve como base a plataforma Radiuino (RADIOIT, 2012).

O Radiuino é uma plataforma de rede de sensores, que em sua versão original, contemplava redes de sensores ponto-a-ponto de somente um salto. Um ponto é denominado Base e o ponto remoto é denominado Sensor. A Figura 7 ilustra uma rede com estes dois nós, ou seja, um nó com a biblioteca Base e o outro com a biblioteca Sensor.

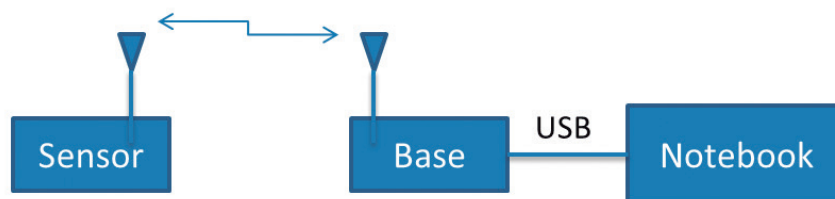


Figura 7 - Nós da plataforma Radiuino

Um RFBee com a biblioteca Base precisa ser conectado por uma porta USB a um computador, no qual existe um aplicativo de nome dk101.py (RADIOIT, 2012), que tem a função de requisitar dados aos nós remotos. Este conjunto formado pelo RFBee com a biblioteca Base mais o computador formam o nó central da plataforma Radiuino, responsável pelo armazenamento de dados em arquivos textos. Os nós remotos são programados com a biblioteca Sensor da plataforma Radiuino e são responsáveis pela coleta de dados.

Na solução proposta neste trabalho e para atender aos requisitos de uma rede *multihop* foi necessária a criação de mais uma biblioteca denominada RN (Nó Repetidor). E feitas modificações nas bibliotecas Base e Sensor (Figura 8).

A biblioteca Base, que originalmente fazia requisições de dados aos nós coletores de dados, teve esta função de requisição retirada, pois o nó coletor de dados passou a coletar e transmitir dados em seu período de atividade, seguindo os intervalos regulares de tempo do pseudossincronismo. Devido a esta modificação o nome da biblioteca que programa o RFBee ligado ao computador, nesta proposta, passou a ser BC (Base Central).

Conforme descrito no parágrafo anterior, o nó Sensor foi modificado, sendo a definição dos intervalos de tempo para coletar de dados, bem como, a responsabilidade de estabelecer o pseudossincronismo, deste nó, que nesta proposta passou a ser denominado ED (End Device).

Outra modificação da biblioteca ED em relação à biblioteca Sensor da plataforma Radiumo é que se incluiu uma sub-rotina de dormência, como parte da formação do pseudossincronismo e para economia de energia.

A biblioteca RN, que não existia na plataforma Radiumo, apenas recebe quadros e os retransmite em seu período de atividade, que nos testes realizados representaram um oitavo do tempo do ciclo, nos outros sete oitavos do tempo o nó permaneceu em dormência para poupar energia.

Os nós repetidores são necessários em redes *multihop*, devido à limitação de alcance dos rádios

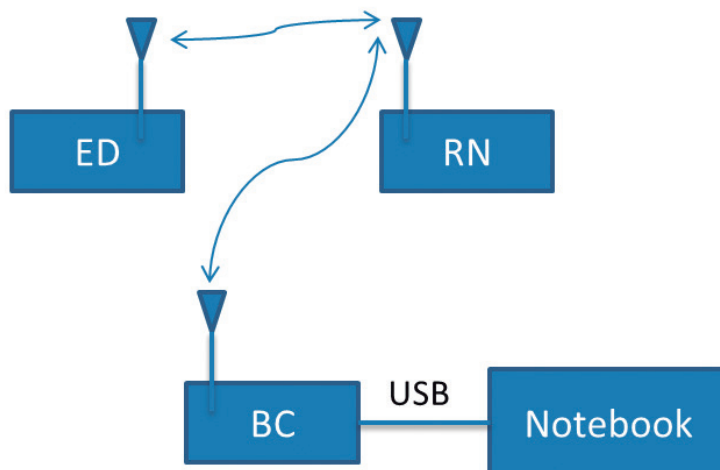


Figura 8 - Exemplo de rede com os quatro diferentes tipos de nós, de acordo com a sua função nesta nova proposta

dos dispositivos sensores. Estes limites de alcance dos rádios variam de acordo com o ambiente no qual a rede está instalada e de acordo com a marca e o modelo do transceptor. No caso específico do RFBee, que foi o dispositivo utilizado para validar esta

proposta, a distância máxima em ambientes abertos é de 120 metros (TEXAS INSTRUMENTS, 2012).

O nó RN também pode ser utilizado para coleta de dados, mas nos testes realizados, sua função limitou-se a retransmitir os quadros de ED.

Esta seção apresentou as modificações na plataforma Radiumo para a implementação de uma rede *multihop* e do pseudossincronismo e na próxima seção serão apresentados os resultados e discussão deste trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas seções anteriores apresentaram-se a solução proposta, o arranjo experimental e as modificações na plataforma Radiumo para a realização das medições, cujos resultados e discussão apresentar-se-ão a seguir.

Foram realizados dois testes, em ambos as pilhas estavam com sua carga máxima no início do teste e as transmissões foram feitas até que as cargas das mesmas estivessem esgotadas e, conseqüentemente, novos dados não pudessem ser transmitidos até o microcomputador.

O primeiro teste foi feito sem a aplicação da técnica de dormência, ou seja, o RN ficou o tempo todo ativo, conforme descrito em XBEE (2012), neste teste, a bateria do nó RN esgotou-se rapidamente, permitindo que o mesmo retransmitisse somente 164.641 mensagens de ED. No segundo teste, no mesmo RN foi aplicada a técnica proposta de dormência, que permitiu realizar a retransmissão de uma quantidade muito maior de dados de ED, totalizando 702.978 mensagens, constata-se, portanto, um aumento expressivo na quantidade de mensagens retransmitidas, acima de 326% (Figura 9).

Os testes foram realizados com somente um nó RN, para um ambiente em que fossem necessários vários saltos, esta solução depende de um prévio sincronismo entre os RNs, a fim de se criar um caminho de RNs, no qual todos estejam ativos no momento da transmissão dos dados. A Figura 10 tem um exemplo com dois RNs, sendo que

RN2 e RN1 deverão sair da dormência juntos, porque quando RN1 fizer a retransmissão dos dados dos EDs, RN2 estará ativo e receberá a retransmissão de RN1 e a enviará para BC, que é o destino final dos dados. Por isso, o sincronismo ou pseudossincronismo entre RNs tem de ocorrer no início da montagem

da rede. Uma forma de se fazer isso é criando uma rotina de inicialização do nó, na qual, os RNs somente ativam a rotina de dormência e passam a trabalhar em ciclos, depois de estabelecer uma primeira comunicação com seus RNs vizinhos e tendo definido o caminho pelo qual os dados irão passar dos EDs até a BC. Por exemplo, R1 e R2 (Figura 10) somente passam a trabalhar em ciclos com 1,75 s de período de dormência e 250 ms de período de atividade, depois de comunicarem-se entre si com sucesso, imediatamente após serem ligados. Esses 250 ms será o tempo de atividade dos RNs para o recebimento, processamento e transmissão dos dados, originários de EDs, em cada ciclo.

Uma consideração importante é a possibilidade da presença de diversos EDs para um RN (Figura 10), neste caso, para evitar colisões, somente ED1 faria o pseudossincronismo com RN1, sendo que ED2 enviaria seus dados depois que ED1 tivesse feito sua transmissão com sucesso, ou seja, após um intervalo de tempo que ED1 tivesse enviado seus dados, de forma que, o quadro de ED1 seria o sinal para os dados de ED2 serem enviados, bem como, o sinal para ED3 enviar seus dados seria o quadro de dados enviado por ED2.

Em relação à forma como RN1 iria retransmitir os dados dos EDs para RN2, primeiro teria que fazer a agregação dos dados dos EDs (PATIL, 2010), para isto o quadro teria que ser expandido para possibilitar a concatenação de dados de vários EDs para então fazer-se a transmissão para o RN2 (Figura 10). O diferencial deste método, conforme já mencionado, seria a ausência de *pollings* (YANG, 2007) do RN para os EDs, e portanto, um menor consumo de energia neste nó que centraliza a comunicação e, dessa forma, a carga de sua bateria iria esgotar-se mais lentamente e, portanto, permaneceria ativo por mais tempo.

6 CONCLUSÃO

Neste artigo apresentou-se uma estratégia que faz uso da dormência para ampliar o tempo de vida dos RNs, para que este se aproxime do tempo de vida dos EDs. Assim os nós da rede morreriam conjuntamente, momento no qual se fariam eventuais manutenções na rede, como a troca de baterias ou a sua total desativação. Isto trás a vantagem de se evitar interrupções parciais, que descontinuariam a coleta

de dados e tornariam as manutenções pontuais caras e frequentes.

Resultados experimentais preliminares indicam uma extensão considerável no tempo de vida da rede, com um aumento de 326% no número de mensagens transmitidas, em comparação com uma rede sem este artifício.

Apesar de a técnica ter sido aplicada a ciclos de atividade com

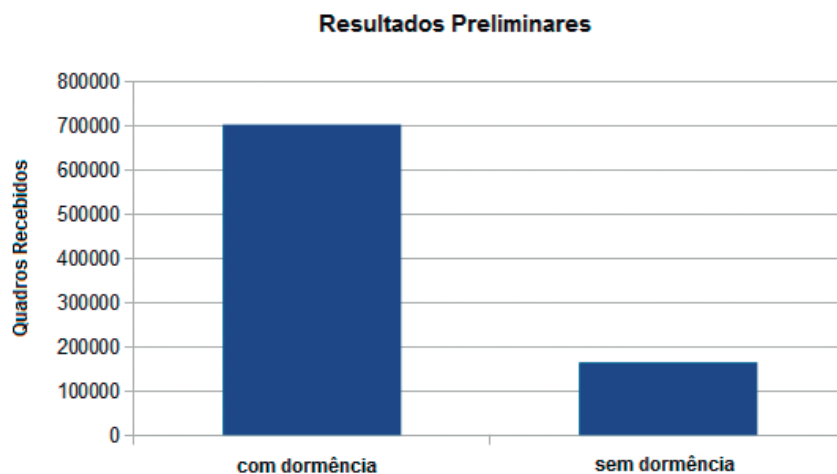


Figura 9 - Resultados preliminares antes e após a aplicação da técnica de dormência

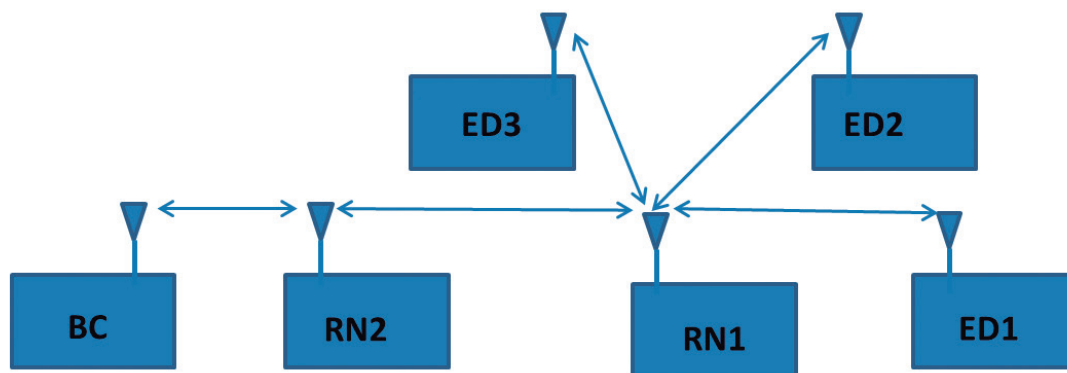


Figura 10 – Rede vários RNs e vários EDs

períodos de 2 s, esta pode ser estendida a ciclos de duração arbitrária.

Na continuidade deste trabalho, será avaliado o desempenho da técnica para redes com um número maior de saltos, maior número de nós coletores de dados e com diferentes períodos de atividade dos RNs. Outra investigação a realizar-se seria a comparação desta técnica de pseudossincronismo com a técnica em que o RN faz *pollings* para os EDs para requisitar dados e depois entrar em dormência, esta comparação teria o objetivo de se comprovar que o pseudossincronismo seria mais eficiente na economia de energia do RN, uma vez que a tarefa de identificar o momento de se realizar a transmissão estaria com os EDs.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Profs. Dr. Eric A. M. Fagotto e Dr. Omar C. Branquinho por valiosas discussões e aos Engenheiros Rafael Galdenci M. Ferraz e Adriana Gama Campagnuci pelo suporte prestado no desenvolvimento na parte experimental deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AKYILDIZ, Ian F. et al. Wireless sensor networks: a survey. **Computer networks**, v. 38, n. 4, p. 393-422, 2002.

ARDUINO. **Arduino Software**. 23/03/2012. Disponível em: < <http://arduino.cc/hu/Main/Software> >.

ATMEL. **ATmega48/88/168**. 23/03/2012. Disponível em: < <http://www.atmel.com/Images/doc2545.pdf> >.

BOONSAWAT, Vongsagon, et al., **XBee Wireless Sensor Networks for Temperature Monitoring, School of Information, Computer, and Communication Technology** - Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University, Pathum-Thani, Thailand 12000, 2010.

BUETTNER, Michael, et al., **X-MAC: A Short Preamble MAC Protocol for Duty-Cycled Wireless Sensor Networks**, SenSys '06 Proceedings of the 4th international conference on Embedded networked sensor systems, 2006.

KAPADIA, Viral V., et al. Comparative study of hidden node problem and solution using different techniques and protocols, **Journal of Computing**, Volume 2, Issue 3, MARCH 2010, ISSN 2151-9617.

LIU, Shucheng, et al., **Oras opportunistic routing with asynchronous sleep in wireless sensor**, 2nd International Conference on Future Computer and Communication, 2010.

Patil, Nandini S., et al., **Data Aggregation in Wireless Sensor Network**, 2010 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research, 2010.

PARK, Chulsung; LAHIRI, Kanishka; RAGHUNATHAN, Anand. Battery discharge characteristics of wireless sensor nodes: An experimental analysis. **Power**, v. 20, p. 21, 2005.

PROCOPIO, Edson Taira et al. Received signal strength indication modeling in indoor wireless sensor networks. **American Journal of Applied Sciences**, v. 10, n. 9, p. 1043, 2013.

Radioit. Radiuino. 12/04/2012. <http://www.radiuino.cc/>. Rezaei Z, et al., Energy saving in wireless sensor networks, 2012,3(1):23–37. [doi:10.5121/ijcses.2012.3103], **International Journal of Computer Science & Engineering Survey (IJCSSES)** Vol.3, No.1, February 2012

Rezaei Z, et al., Energy saving in wireless sensor networks, 2012,3(1):23–37. [doi:10.5121/ijcses.2012.3103], **International Journal of Computer Science & Engineering Survey (IJCSSES)** Vol.3, Nº.1, February 2012

SEED STUDIO. **RFBe**. 20/03/2012. Disponível em: < <http://www.seedstudio.com/depot/rfbee-v11-wireless-arduino-compatible-node-p-614.html> >.

SHANTI, Chilukuri; SAHOO, Anirudha. **Distributed fault tolerance for WSNs with routing tree overlays**. In: Communication Systems and Networks (COMSNETS), 2011 Third International Conference on. IEEE, 2011. p. 1-4.

TEXAS INSTRUMENTS. **CC1101**. 13/03/2012, Disponível em: < <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cc1101.pdf> >.

TONG, Bin et al. Node reclamation and replacement for long-lived sensor networks. **Parallel and Distributed Systems, IEEE Transactions on**, v. 22, n. 9, p. 1550-1563, 2011.

WANG, Qin; YANG, Woodward. **Energy consumption model for power management in wireless sensor networks**. In: Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks, 2007. SECON'07. 4th Annual IEEE Communications Society Conference on. IEEE, 2007. p. 142-151.

XBEE, XBe[®] ZNet 2.5/XBee-PRO[®] ZNet 2.5 OEM RF Modules, 23/01/2012, Disponível em: < ftp://ftp1.digi.com/support/documentation/90000866_f.pdf, 2012, pp. 20 >.

YANG, Haiming et. al., **Performance Analysis of Polling based TDMA MAC Protocols with Sleep and Wakeup Cycles**, Department of ECSE, RPI, Troy NY 12180 USA, ICC 2007 proceedings, 2007.

YANG, Fan; HE, Chun; SHAO, Huai-zong. **Two simplified coding schemes for wireless sensor networks with star topologies**. In: Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 2010 International Conference on. IEEE, 2010. p. 185-189.

ZAHMATI, Amir Sepasi; MOGHADAM, Nadieh M.; ABOLHASSANI, Bahman. **EPMLCS: An efficient power management protocol with limited cluster size for wireless sensor networks**. In: Distributed Computing Systems Workshops, 2007. ICDCSW'07. 27th International Conference on. IEEE, 2007. p. 78-78.

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: UMA APLICAÇÃO NA IRRIGAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR

Data de entrega dos originais à redação em 01/07/2014
e recebido para diagramação em 03/12/2014.

Alexandre Calheiros Alvarenga ¹
Vitor Hugo Ferreira ²
Márcio Zamboti Fortes ³

O aumento da demanda energética em decorrência dos atuais padrões de consumo e a possível escassez na oferta de combustíveis fósseis está levando a comunidade científica a pesquisar e desenvolver novas tecnologias para aperfeiçoar a utilização de fontes energéticas que minimizem os impactos ambientais. A energia solar é abundante, renovável e não polui, configurando-se em um manancial inesgotável de energia ainda que pouco utilizada em benefício das organizações humanas. O Sol irradia para a Terra, todos os dias, um potencial energético extremamente elevado e incomparável a qualquer outro sistema de energia, além de ser a fonte básica e indispensável para quase todas as formas de energia utilizadas pelo homem. Dentre as diferentes formas renováveis de energia, a solar fotovoltaica vem se destacando no cenário mundial dada a sua variedade de aplicação e o desprezível impacto ambiental na sua geração. Neste artigo são apresentados os conceitos básicos de energia solar fotovoltaica, os principais componentes de um sistema autônomo e a sua aplicação a um sistema de irrigação controlado por tensiômetros (arranjo e os componentes do sistema). Por fim, é feito o dimensionamento de um sistema PV (fotovoltaic) para o bombeamento de água de uma planta de irrigação de um cultivo de alface em casa de vegetação.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica. Sistema PV. Irrigação. Tensiômetro.

The increase in energy demand as a result of current consumption patterns and the possible shortages in the supply of fossil fuels are taking the scientific community to research and develop new technologies to improve the use of energy sources, that minimize environmental impacts. Solar energy is abundant, renewable and non-polluting, configuring in a wealth of energy inexhaustible as primitive source of energy still very little used in benefit of human organizations. Every day, sun radiates to the earth, an extremely high energy potentials incomparable to any other power system, in addition of being the basic and indispensable source for practically all energy sources used by man. Among the various forms of renewable energy, PV solar energy has been highlighted on the world stage due to its variety of application ands, the negligible environmental impact on this generation. In this article are presented the basics concepts of solar PV (photovoltaic) energy, the most important components of a PV system, and the design of an irrigation system controlled by a tensiometer (the arrangement and system components). Finally, it is done the dimensioning of a PV system for pumping water from a plant of irrigation of lettuce cultivation in greenhouse.

Keywords: PV Solar Energy. PV System. Irrigation. Tensiometer.

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais, a questão energética tem estado presente nas discussões acerca do desenvolvimento sustentável, não só pelo aspecto do custo, mas também pelo impacto ambiental que a geração de energia acarreta. A maneira como utilizamos a energia é uma questão chave neste processo e

por isso o uso racional da energia nas organizações humanas é imprescindível para se atingir os objetivos de um novo modelo de desenvolvimento, tanto pela diminuição da intensidade energética global, como pela melhoria dos resultados econômicos correspondentes.

Face à necessidade de aumentar a eficiência do uso da água e da energia, de controlar a aplicação

1 Mestrado em Engenharia de Biosistemas - Universidade Federal Fluminense.

2 Departamento de Engenharia Elétrica - Universidade Federal Fluminense.

3 Departamento de Engenharia Elétrica - Universidade Federal Fluminense. E-mail: < mzf@vm.uff.br >

de produtos químicos, de redução da mão de obra e, principalmente, de incrementar a produção agrícola, cresce o interesse do pequeno produtor rural na automatização da operação e conseqüentemente do manejo de irrigação. Sistemas automáticos de controle de irrigação se tornaram uma ferramenta essencial para a aplicação de água na quantidade necessária e no devido tempo, contribuindo para a manutenção da produção agrícola e, também, para a utilização eficiente dos recursos hídricos.

Os sistemas tradicionais de irrigação demandam utilização de mão de obra para serem acionados e, além do custo de se dispor de operadores para essa função, o acionamento manual é irregular, podendo provocar a irrigação excessiva do solo, causando a lixiviação ou a irrigação deficiente, permitindo que se esgote grande parcela da água disponível armazenada entre uma irrigação e outra (MEDICE apud QUEIROZ et al., 2005).

A automação além de controlar a aplicação de água, permite também o controle das operações de fertirrigação, retrolavagem de sistemas e que o acionamento de conjuntos moto-bomba sejam realizados à distância. Entretanto, um dos obstáculos a essas ações é a indisponibilidade da energia elétrica comercial, sobretudo em regiões afastadas dos grandes centros, o que acarretaria um alto custo para o pequeno produtor rural.

Dentre as fontes de energia renovável há uma ampla gama de tipos de energia, tais como eólica, marinha, geotérmica, entre outras. Entre todas as fontes renováveis de energia a que se destaca é a fotovoltaica, já que esta se caracteriza pela conversão direta da radiação solar em energia elétrica a partir das células fotovoltaicas (BORGES E SERA, 2010). A energia solar fotovoltaica vem se tornando numa importante fonte de eletricidade, especialmente, para atender às áreas distantes dos centros distribuidores de energia elétrica, como por exemplo, as áreas rurais. Trata-se de uma modalidade já empregada há mais de 20 anos, sobretudo em áreas mais isoladas do país, aonde a rede elétrica não chega.

Neste trabalho será apresentada uma aplicação de um sistema PV (do inglês *photovoltaic*) autônomo para irrigação automatizada de agricultura familiar como forma de otimizar o uso da água e viabilizar a produção frente à necessidade de se garantir a competitividade dos produtos rurais oriundos da agricultura de pequeno porte.

Nos tópicos seguintes serão apresentados os conceitos básicos de energia solar fotovoltaica, os componentes de um sistema PV autônomo, a concepção de um sistema de irrigação automatizada e o dimensionamento de um sistema PV aplicado à irrigação automatizada. Por fim, serão avaliadas as vantagens conferidas pelo produtor rural de pequeno porte ao utilizar um sistema solar PV como alternativa energética para a irrigação da sua produção.

2 CONCEITOS BÁSICOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A conversão de luz em eletricidade foi verificada pela primeira vez por Alexandre Edmond Becquerel, em 1839, com a descoberta de uma tensão elétrica resultante da ação da luz sobre um eletrodo metálico imerso em uma solução química (VILLALVA e GAZOLI, 2012), mas somente em 1956 é que se iniciou a produção industrial de sistemas fotovoltaicos destinados a atender a demanda energética em satélites artificiais, seguindo-se o desenvolvimento da microeletrônica e da corrida espacial. Porém, foi a crise do petróleo na década de 70 e o avanço tecnológico verificados desde então, que realmente impulsionaram as pesquisas visando o uso de módulos fotovoltaicos também no fornecimento de energia para aplicações terrestres.

O aproveitamento da energia gerada pelo Sol, inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor quanto de luz é uma das alternativas energéticas mais promissoras para o enfrentamento dos desafios do novo milênio. E quando se fala em energia, deve-se lembrar de que o Sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia. Em outras palavras, as fontes de energia disponíveis são derivadas da energia do Sol.

A energia solar chega ao nosso planeta, através do espaço, na forma de energia eletromagnética. Essa radiação, constituída de diferentes frequências e comprimentos de ondas, consiste num espectro que vai dos raios gama às ondas de rádio, passando pela luz visível que é a parte do espectro que podemos enxergar e é a mesma que é utilizada pelas plantas para a realização da fotossíntese.

As ondas eletromagnéticas ao incidirem sobre determinados materiais podem produzir, além do calor, alterações nas propriedades elétricas originando tensões e correntes elétricas que é o caso do efeito fotovoltaico ilustrado na Figura 1. O efeito fotovoltaico consiste na conversão de luz em energia elétrica através da criação de uma diferença de potencial sobre uma célula formada por um sanduíche (célula) de materiais semicondutores, como por exemplo o silício. Conectando-se, através de um condutor, as extremidades negativa e positiva da célula, surgirá uma corrente elétrica, Figura 1.

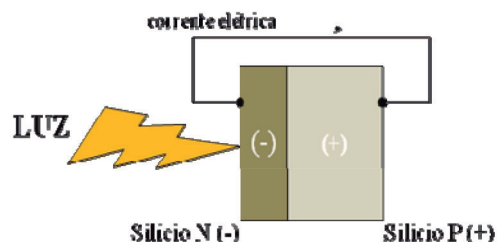


Figura 1 – Efeito fotoelétrico. Separadamente, ambas as capas são eletricamente neutras. Mas ao serem unidas, exatamente na junção **P-N**, gera-se um campo elétrico devido aos elétrons do silício tipo **N** que ocupam os vazios da estrutura do silício tipo **P**

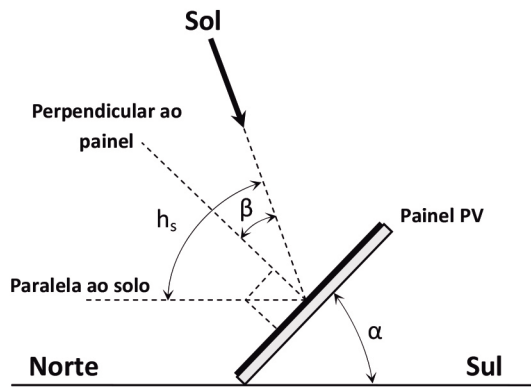
A corrente elétrica produzida pela célula fotovoltaica, quando exposta à luz, pode ser usada numa infinidade de aplicações, alimentando aparelhos elétricos, carregando baterias (sistemas autônomos) ou fornecendo eletricidade para ruas, bairros e cidades nos sistemas conectados à rede elétrica (VILLALVA e GAZOLI, 2012).

Uma única célula produz pouca energia, entretanto um conjunto de células conectadas em série resultará em um módulo ou painel com tensões maiores. Além disso, vários módulos poderão ser conectados em série (*strings*) e em paralelos para se obter tensões e correntes desejadas adequadas a cada tipo de aplicação (REHMAN et al., 2007), Figura 2.

A capacidade de geração de energia dos módulos é diretamente proporcional à luminosidade incidente e inversamente proporcional à temperatura, em temperaturas mais baixas as tensões são maiores e em temperaturas mais altas as tensões são menores (VILLALVA e GAZOLI, 2012).

A posição dos painéis em relação à trajetória dos raios solares determinará a quantidade de radiação solar que eles receberão e, conseqüentemente, a quantidade de energia elétrica gerada. A latitude, declinação solar, direção dos painéis, ângulo horário e inclinação em relação ao plano horizontal são fatores que influenciam o posicionamento dos painéis (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004). Considerados os fatores acima, de uma maneira simplificada pode-se dizer que o melhor aproveitamento da energia solar ocorrerá quando os raios solares incidirem perpendicularmente aos painéis, Figura 3.

Em decorrência do movimento de rotação da Terra, a luz solar ilumina metade da superfície do planeta a cada instante, originando alternância dos



h_s – altura solar em relação ao solo

β – ângulo de incidência solar em relação à perpendicular do painel

α – inclinação do painel em relação ao solo

Figura 3 – Posição do painel PV em relação aos raios solares. (adaptada de VILLALVA e GAZOLI, 2012)

dias e noites. Como o eixo terrestre é inclinado, a porção iluminada de cada paralelo varia com a época do ano. Somente por ocasião dos equinócios é que a metade de cada paralelo está iluminada. Portanto, a duração dos dias e das noites varia ao longo do ano, exceto no equador, onde duram cerca de 12 horas cada (VAREJÃO-SILVA, 2005).

Para o dimensionamento de um sistema PV é fundamental definirmos o conceito de foto período e o de insolação. O primeiro diz respeito ao tempo decorrido, em horas, entre o nascimento e o ocaso do Sol e o segundo é o intervalo total de tempo em que o disco solar esteve visível para um observador situado na superfície terrestre, isto é, período em que o Sol não esteve ocultado por nuvens ou quaisquer outros fenômenos da natureza. Assim, a insolação é, no máximo, igual ao foto período.

Na prática, para sistemas PV, costumamos considerar o trecho do foto período que vai das 9 às

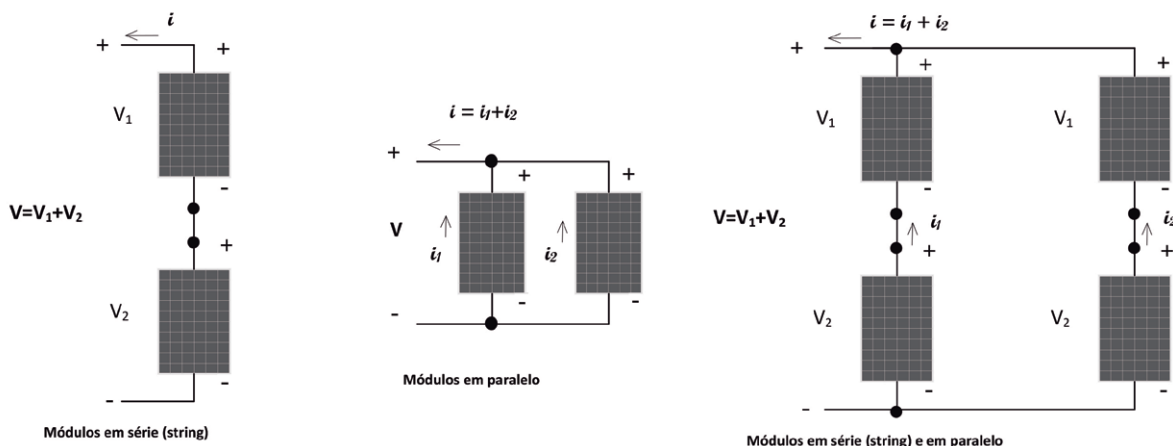


Figura 2 – Módulos em série e em paralelo. (adaptada de VILLALVA e GAZOLI, 2012)

15h, por ser este o período de maior radiação sobre os painéis. Quanto à inclinação dos painéis, não há um consenso acerca do melhor método a ser utilizado. Como a trajetória aparente do Sol é diferente ao longo do ano, Figura 4, a inclinação horizontal do painel privilegia a produção de energia no verão enquanto que a vertical privilegia no inverno. Em função da latitude é possível determinar um ângulo de inclinação dos painéis (α) que possibilite uma boa produção de energia ao longo do ano (Tabela 1).

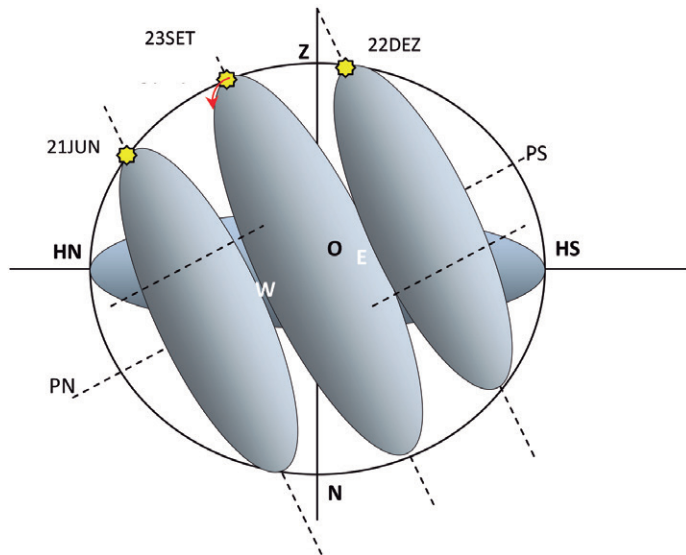


Figura 4 – Trajetória aparente do Sol (solstícios de inverno e verão e equinócios de outono e primavera)

Tabela 1 – Escolha do ângulo de inclinação do painel (adaptada de VILLALVA e GAZOLI, 2012)

Latitude	Inclinação do painel PV
0° a 10°	$\alpha = 10^\circ$
11° a 20°	$\alpha = \text{latitude}$
21° a 30°	$\alpha = \text{latitude} + 5^\circ$
31° a 40°	$\alpha = \text{latitude} + 10^\circ$
$\geq 41^\circ$	$\alpha = \text{latitude} + 15^\circ$

Para esse estudo foi adotado um foto período de dia curto, 6 horas, e o mês de menor radiação solar, como forma de garantir uma maior eficiência média anual do sistema

3 OS COMPONENTES DE UM SISTEMA PV AUTÔNOMO

Um sistema fotovoltaico autônomo é composto de um painel ou um conjunto de painéis fotovoltaicos, um regulador de carga, uma bateria ou banco de baterias e um inversor de corrente contínua para corrente alternada para atender ao conjunto moto-bomba e possíveis equipamentos elétricos que compõem o sistema de automação da irrigação alimentado com corrente alternada (Figura 5).

Há casos de irrigação em que não se utiliza bateria; o armazenamento de energia fica a cargo dos reservatórios superiores de água, isto é, os reservatórios ao receberem a água proveniente do sistema de bombeamento armazenam, ali, energia na forma potencial. Quando há diminuição da potência do conjunto moto-bomba por redução de radiação solar, os reservatórios passam a abastecer automaticamente a área a ser irrigada, mantendo, assim, um fluxo de água constante durante todo o período da irrigação (SANTOS et al., 2007).

Neste trabalho será apresentada uma aplicação em que se faz uso dos reservatórios elevados em substituição do banco de baterias, o que torna o sistema mais econômico e com menor impacto ambiental. É o caso do sistema de bombeamento de água que utiliza motor de corrente contínua conectado diretamente ao sistema PV, (Figura 6).

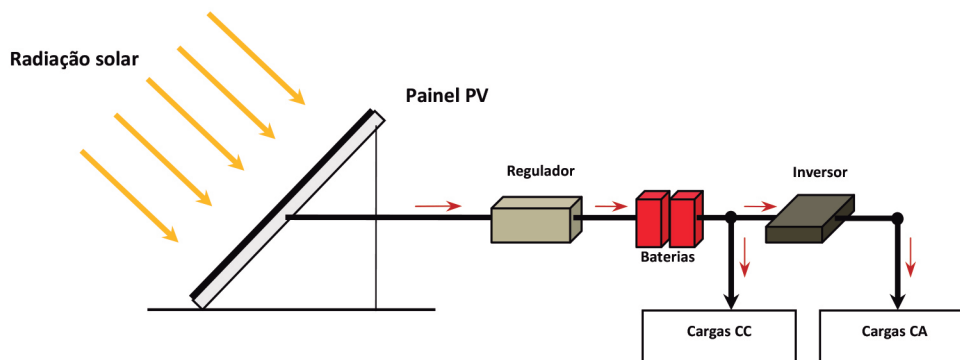


Figura 5 – Componentes de um sistema PV autônomo CC/AC

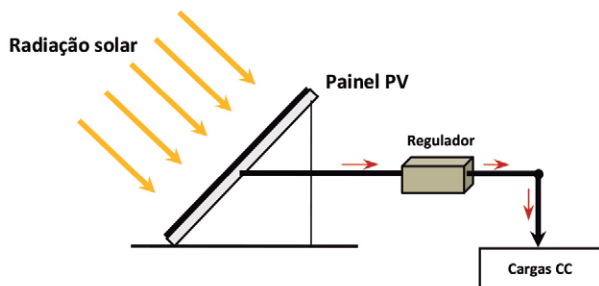


Figura 6 – Componentes de um sistema PV autônomo CC, sem baterias

Além do baixo custo do sistema, pela ausência do banco de baterias, este sistema confere maior confiabilidade ao seu funcionamento, maior vida útil e menor manutenção.

4 A CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICA COM O USO DE TENSÍMETRO

A automação agrícola tornou-se um processo irreversível e tem mudado as atividades exercidas pelo operador, antes atuando diretamente nos processos produtivos e agora se dedicando mais à supervisão e monitoramento dos mesmos.

O sistema de cultivo de hortaliças do tipo fruto em substrato, especialmente sob irrigação por gotejamento, limita o crescimento das raízes. O reduzido volume de raízes, associado à pequena quantidade de água armazenada requer que as irrigações em substratos sejam realizadas em alta frequência e baixo volume, o que torna o manejo da irrigação um fator limitante para a obtenção de altos rendimentos.

No Brasil, o manejo é, em geral, realizado de forma empírica, sem o controle da umidade do substrato e/ou a determinação da evapotranspiração da cultura resultando frequentemente em insucesso (MAROUELLI, 2005).

A necessidade da busca da otimização dos recursos disponíveis, da competitividade no mercado produtivo, da necessidade de aumento de produtividade e redução de custos, leva a uma tendência de adoção de tecnologias capazes de tornar a produção cada vez mais competitiva e rentável. A automação se faz necessária não somente pela possibilidade de diminuição dos custos com a mão de obra, mas principalmente por necessidades operacionais, tais como irrigação de grandes áreas no período noturno.

Podem-se destacar como vantagens da automação de sistemas de irrigação os seguintes fatores: diminuição da mão de obra, possibilidade de irrigação noturna sem necessidade de acompanhamento, diminuição da potência de acionamento, diminuição do custo de bombeamento, precisão nos tempos e turnos de irrigação e eficiência na aplicação da água, melhor controle dos nutrientes e conseqüente melhoria na produção.

Em algumas regiões do Brasil ainda há propriedades rurais que não possuem eletrificação, nesses locais é mais difícil a introdução da irrigação com bombeamento de água, realizada do modo convencional (com uso de bombas centrífugas). Por isso torna-se importante o uso de formas alternativas de energia, como a energia solar fotovoltaica. A adoção de um sistema de energia solar fotovoltaica, em regiões em que a energia elétrica da rede não chega, tem dado excelentes resultados em sistemas automatizados com uso de energia elétrica.

Um dos itens presentes em diversos sistemas de irrigação é a moto bomba, equipamento que fornece a energia necessária ao líquido para que este possa chegar até os emissores com a pressão de serviço requerida para o funcionamento ótimo destes. Atualmente, as mais utilizadas são as bombas centrífugas movidas por motor elétrico; contudo, alguns locais não possuem disponibilidade de energia elétrica podendo então, substituir as bombas centrífugas por outros tipos de bombas que são movidas por diferentes fontes energéticas como a solar, a hídrica ou a eólica (GRAH et al., 2012).

Nesta aplicação será concebido um sistema de irrigação provido de tensiômetro para controle de umidade do solo (Figura 7). O princípio de

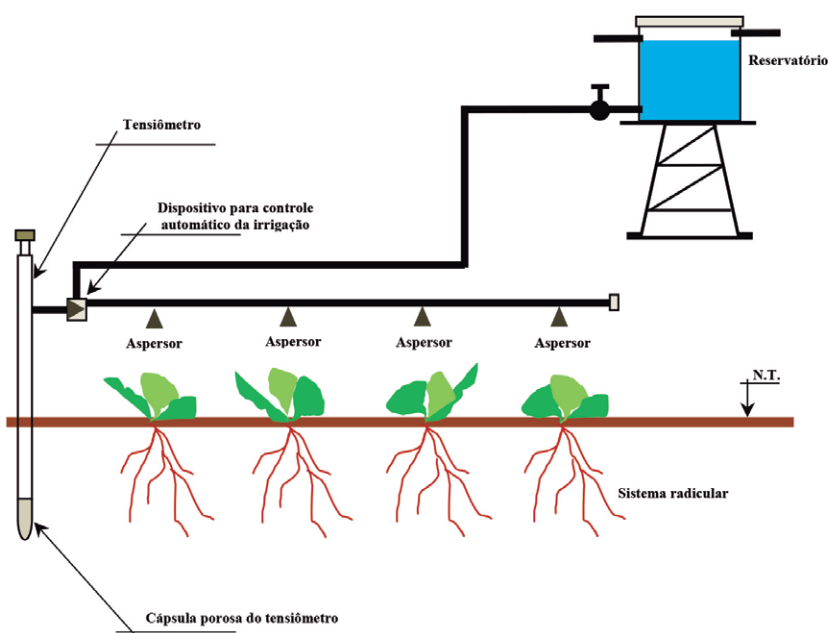


Figura 7 – Esquema da instalação do dispositivo automático para irrigação

funcionamento do dispositivo é baseado na tensão originada no interior do tensiômetro em função da tensão da água (solução do solo) na matriz do solo a qual provoca uma tensão, através da tubulação flexível no diafragma ao qual está conectado uma haste que abre ou fecha a válvula hidráulica que controla o fluxo de água até o sistema radicular. Toda a vez que a tensão da água no solo atingir aquela tensão pré-determinada a válvula é aberta permitindo a passagem de água, promovendo a irrigação, assim que o solo é umedecido diminui a tensão da água no solo, reduzindo a tensão exercida pelo diafragma sobre a válvula essa fecha o fluxo de água, interrompendo a irrigação (KLEIN, 2001).

5 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PV

O sistema será composto de conjunto moto bomba submersível, regulador de carga, poço tipo

amazonas, reservatório superior de 5000 litros, tubulação adutora, linhas de irrigação provida de aspersores e painéis solares (Figura 8).

Conforme visto anteriormente, neste caso não há necessidade de baterias, pois o armazenamento a ser feito é da água bombeada para o reservatório superior, isto é, energia armazenada na forma de água acumulada, gerando uma altura manométrica necessária para a irrigação por gravidade.

A vazão de água bombeada diariamente depende da altura manométrica (coluna d'água) e da potência de pico do módulo fotovoltaico empregado. O gráfico da Figura 9 mostra o desempenho da bomba para a insolação de 6000 Wh/m² diária (VILLALVA e GAZOLI, 2012).

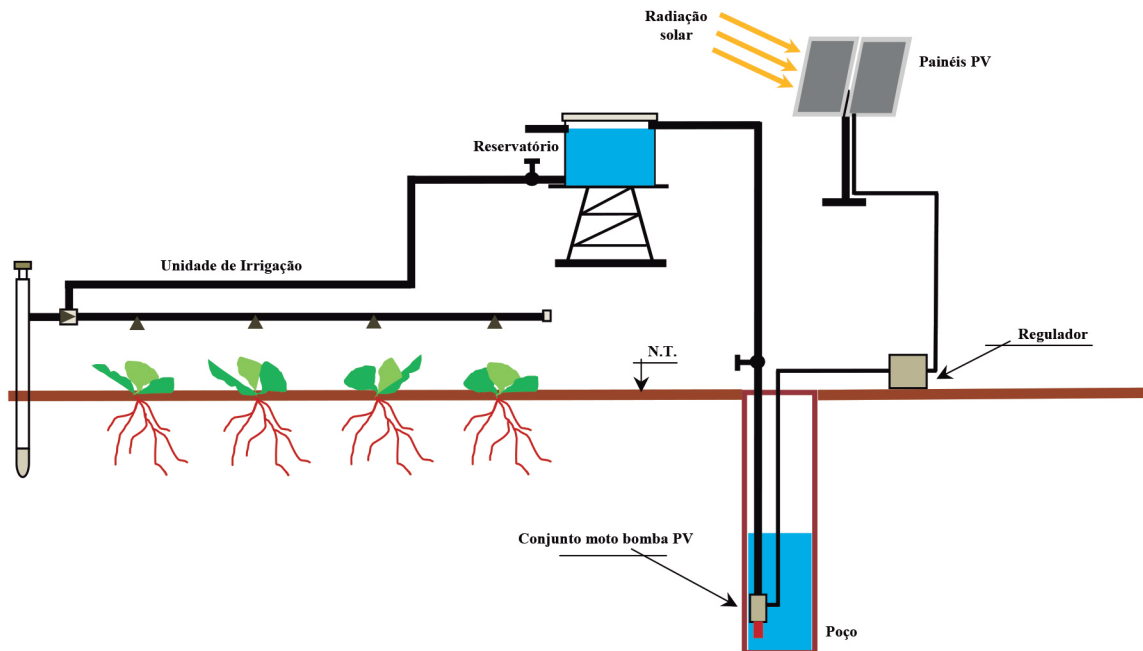


Figura 8 – Esquema da instalação do Sistema PV autônomo aplicado à irrigação

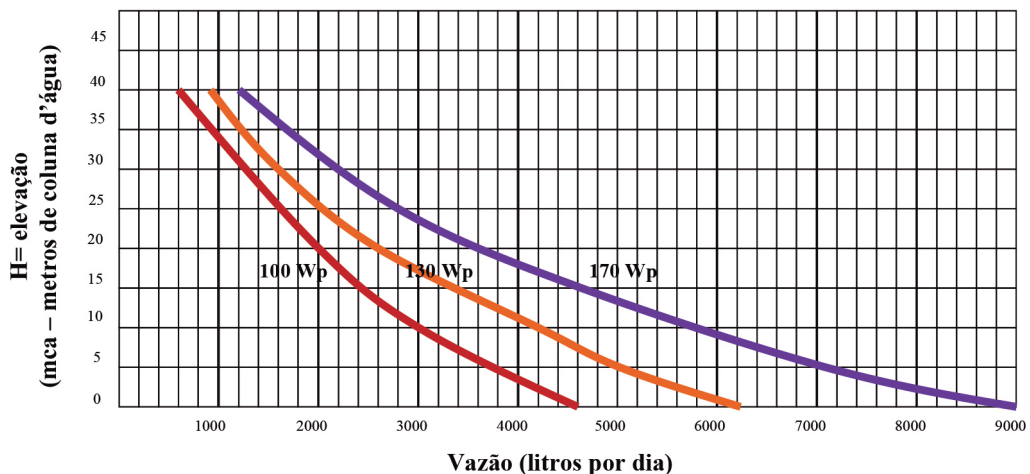


Figura 9 – Sistema de bombeamento de água sem bateria. Gráfico da altura de bombeamento em função da vazão diária de água com módulos fotovoltaicos de 100W, 130W e 170W (Adaptado de VILLALVA e GAZOLI, 2012)

Para o dimensionamento do sistema PV autônomo tomou-se como exemplo o experimento feito por GRAH et al., 2012. Onde se considerou para a determinação da demanda de água um sistema de irrigação por gotejamento, para cultura da alface em ambiente protegido. A estufa era de 20 x 50 m e o sistema de irrigação composto por 4 parcelas, com 4 canteiros de 1,75 x 24 m. Nos canteiros as plantas estavam espaçadas em 0,35 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas, totalizando 5 linhas laterais, com gotejadores de vazão igual a 1,6 litros h⁻¹ e pressão de serviço de 10 m.c.a (98 kPa).

No cálculo do volume de água necessário diariamente para suprir a demanda do sistema de irrigação, pelo bombeamento, foi utilizada a Equação 1.

$$VAD = Q_g \cdot N_{gp} \cdot H_i \quad (1)$$

Onde:

- VAD – Volume de Água Demandada (litros.dia⁻¹)
- Q_g – Vazão do aspersor (litros.h⁻¹)
- N_{gp} – Número de aspersores por parcela
- H_i – Horas de irrigação

Para cálculo da vazão diária do sistema, fez-se o cálculo com a Equação 2.

$$QD = Q_g \cdot N_{gp} \quad (2)$$

Sendo QD a vazão diária em litros.h⁻¹.

Na instalação do experimento na estufa determinou-se o número de gotejadores dividindo o comprimento do canteiro pelo espaçamento entre gotejadores na linha lateral, igual a 0,30 m (valor fornecido pelo fabricante), resultando em 80 gotejadores por linha lateral. Como são cinco linhas laterais por canteiro, obteve-se 400 gotejadores e, como cada parcela possuía 4 canteiros, totalizou-se 1600 gotejadores por parcela. Sabendo-se que os gotejadores possuíam a vazão igual a 1,6 litros h⁻¹ e um tempo de irrigação por parcela, no período crítico de demanda de água pela cultura, de uma hora, obteve-se, o volume diário de bombeamento de 2.560 litros dia⁻¹.

De acordo com uma altura total de elevação, aqui escolhido, de 15 metros e um volume diário de bombeamento igual a 2.560 litros selecionaram-se duas bombas submersíveis solar para poço de 36V_{cc}, 5A e 180W, cada uma com capacidade de bombear 4500 litros/dia.

Para cálculo dos painéis PV foram utilizadas as Equações (3), (4), (5) e (6).

$$MOD_{paralelo} = \frac{I_{máx}}{I_{painéis}} \quad (3)$$

$$MOD_{serie} = \frac{V_{máx}}{V_{painéis}} \quad (4)$$

$$N_{totalPV} = MOD_{paralelo} \cdot MOD_{serie} \quad (5)$$

$$A_{totalPV} = N_{totalPV} \cdot A_{ocup} \quad (6)$$

Onde:

- MOD_{paralelo} – Número de módulos em paralelo
- I_{máx} – Corrente máximo das cargas (A)
- I_{painéis} – Corrente média gerada pelos painéis (A)
- MOD_{serie} – Número de módulos em série
- V_{máx} – Tensão máxima requerida pelas cargas (V)
- V_{painéis} – Tensão fornecida pelos painéis (V)
- N_{totalPV} – Número total de painéis
- A_{totalPV} – Área ocupada pelos painéis (m²)
- A_{ocup} – Área ocupada por 1 painel (m²)

Definidas as características das bombas, dimensiona-se o sistema com as fórmulas acima. O sistema resultou em 2 strings de painéis PV de 100Wp cada, conectados em paralelos, totalizando 4 painéis, cujo arranjo é mostrado na Figura 10.

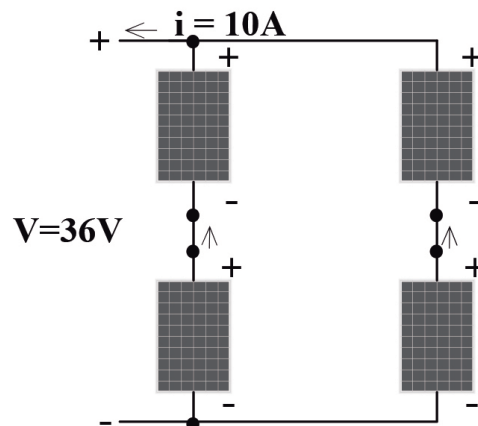


Figura 10 – Sistema fotovoltaico (PV) com 2 strings conectados em paralelos para atender ao sistema de bombeamento

O preço dos painéis solares no Brasil tem caído constantemente nos últimos anos. Isso se deve a alguns fatores, como a crise na Europa, que fez com que muitas empresas de tecnologia sustentável mudassem seu foco para economias emergentes como o Brasil, e a popularização dos painéis solares por haver maior conscientização ambiental da população recentemente. Motivados por esses fatores e, sobretudo, por conta do aumento da procura, registrou-se em 2013 uma significativa redução de preço dos painéis solares.

Tomando-se valores médios de mercado no Brasil o sistema esquematizado na Figura 10 custaria em torno de 2 mil dólares americanos, com garantia média de 20 anos.

6 CONCLUSÕES

Os sistemas fotovoltaicos autônomos para bombeamento de água em sistemas de irrigação tem se tornado cada vez mais uma opção economicamente competitiva para o pequeno produtor rural – agricultura familiar, sobretudo nas populações localizadas em áreas remotas. Além de possibilitar alavancar este segmento rural é uma alternativa de desprezível impacto ambiental, permitindo que o pequeno agricultor intensifique a qualidade de sua produção. As culturas como pomares, hortaliças e as denominadas culturas orgânicas necessitam, além dos nutrientes adequados, de uma regularidade na sua irrigação. Possibilita melhor captação e o uso mais racional da água, evitando perda da colheita, principalmente, pelo estresse hídrico causado por uma irrigação descontrolada ou escassa. Desta forma, com o suporte da energia fotovoltaica é possível viabilizar todo tipo de cultivo tornando-os competitivos no mercado consumidor.

Espera-se, com esta aplicação, despertar o interesse, não só dos produtores rurais, mas também das organizações em geral para esta importante fonte alternativa de energia, tendo-se em vista que o Brasil com cerca de 90% do seu território entre trópicos recebe uma radiação solar que varia de 4500 a 6300 Wh/m² por dia. É importante dizer que as experiências de implementação desta tecnologia no país, apesar de ainda pouco divulgadas, estão gerando resultados positivos, reforçados pelos baixos custos operacionais e de manutenção, como acrescentam HINRICHS e KLEINBACH, 2012. Por fim, que estimule a adoção de medidas e procedimentos semelhantes em futuros sistemas de bombeamento fotovoltaico.

Desta forma pode-se concluir que o uso da energia solar vem cada vez mais ao longo dos tempos se tornando mais viável e frequente. Tanto os problemas relativos ao custo dos painéis fotovoltaicos quanto aqueles relacionados ao rendimento vêm sendo sanados com o avanço da tecnologia. Conforme a tecnologia avança e os métodos para a captação de energias renováveis se desenvolvem, fica cada vez mais evidente que existem muitas formas de produzir energia sem agredir tanto o meio ambiente.

Num futuro bem próximo, a energia solar fotovoltaica deve ganhar mais espaço na produção

energética no Brasil e no mundo diminuindo a necessidade da utilização das demais energias provenientes principalmente da queima de combustíveis fósseis, ajudando a preservar o meio ambiente e o nosso planeta.

REFERÊNCIAS

BORGES, C.G.R.; SERA, A.S. Dimensionado mediante simulación de sistemas de energía solar fotovoltaica aplicados a la electrificación rural. **Ingeniería Mecánica**. v.14, nº 1, 2011, p.13-21.

GRAH, V.F.; BOTREL, T.A.; PONCIANO, I.M.; DAMASCENO, A.P.A.B.; SALVADOR, C.A.; ALVES, D.G. Solução Alternativa para Bombeamento de Água e Automação da Irrigação sem o uso de Energia Elétrica. **Irriga**, 2012, p.309-323.

HINRICHS, R.A.; KLEINBACH, M. **Energia e Meio Ambiente**. Cengage Learning. São Paulo, 2012.

KLEIN, V.A. Uma proposta de irrigação automática controlado por tensiômetro. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.7, nº3, 2001, p.231-234.

MARQUELLI, W.A.; CALBO, A.G.; CARRIJO, O.A. Avaliação de sensores do tipo Irrigas® para o controle da irrigação em hortaliças cultivadas em substrato. **Irriga**. v.10, nº 1, 2005, p. 88-95.

OLIVEIRA FILHO, K.S.; SARAIVA, M.F.O. **Astronomia e Astrofísica**. Livraria da Física, 2004.

QUEIROZ, T.M.; CARVALHO, J.A.; RABELO, G.F.; ANDRADE, M.J.B. Avaliação de sistema alternativo de automação da irrigação do feijoeiro em casa de vegetação. **Engenharia Agrícola**. v. 25, nº 3, 2005, p. 632-641.

REHMAN, S.; BADER, M.A.; AL-MOALLEM, S.A. Cost of solar energy generated using PV panels. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2007, p.1843-1857. doi: 10.1016/j.rser.2006.03.005.

Santos, E.C.; Souza, L.C.; Souto, J.S; filho, j.b.a. Energia Solar na Fruticultura Irrigada Familiar. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.1, nº 2, 2007, p.1-7.

VILLALVA, M.G.; GAZOLI, J.R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. Editora Érica, 2014.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital. Recife, 2005.

A INFLUÊNCIA DA MICROESTRUTURA SOBRE A RESISTÊNCIA À CORROSÃO DA LIGA ZA27

Data de entrega dos originais à redação em 07/11/2014
e recebido para diagramação em 09/12/2014.

Santos, G.A. ¹
Osório, W.R. ²
Moura Neto, C. ³
Garcia, A. ⁴

A imposição de uma série de condições operacionais na fundição e seus processos gera, como consequência direta, uma diversidade de estruturas de solidificação. Em geral, o comportamento corrosivo mostra-se depender fortemente da morfologia estrutural e da composição química. Um aço de baixo carbono foi utilizado para promover fluxo de calor unidirecional durante a solidificação e obter o arranjo da microestrutura. O objetivo deste trabalho é pesquisar a influência da microestrutura da liga ZA27 (Zn - 27%Al) na sua resistência à corrosão. Resultados experimentais incluem coeficiente de transferência de calor metal/molde (h_i), espaçamentos dendríticos secundários (λ_2) e velocidade de deslocamento da isoterma liquidus (V_L). O comportamento corrosivo foi analisado pela técnica de espectroscopia por impedância eletroquímica e o método de extrapolação de Tafel conduzido em solução 3% (m/v) NaCl em temperatura ambiente. Estruturas dendríticas mais grosseiras tendem a aumentar a resistência à corrosão da liga hipereutética ZA27.

Palavras chaves: Solidificação. Microestrutura. Espaçamentos Dendríticos Secundários. Resistência à Corrosão e Liga ZA27.

The imposition of a wide range of operational conditions in foundry and castings process generates, as a direct consequence, a diversity of solidification structures. In general, the corrosion behavior has been shown to depend strongly upon the structural morphology and chemical composition. A low carbon steel mold was used to promote a unidirectional heat flow during solidification and to obtain the arrangement of the microstructure. The aim of the present article is to investigate the influence of the microstructure of a ZA27 alloy (Zn- 27wt% Al) on the corrosion resistance. Experimental results include transient metal/mould heat transfer coefficient (h_i), secondary dendrite arm spacings (λ_2) and tip growth rate (V_L). The corrosion behavior was analyzed by electrochemical impedance spectroscopy technique and Tafel extrapolation method conducted in a 3.0 (mass per volume %) NaCl solution at room temperature. A coarser dendritic structure tends to improve the corrosion resistance of the examined hypereutectic ZA27 alloy.

Keywords: Solidification. Microstructure. Secondary Dendrite arm Spacings, Corrosion Resistance and ZA27 Alloy.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, estudos estão sendo focados nas relações entre arranjo microestrutural e resistência à corrosão [1,2]. Artigos podem ser encontrados na literatura relacionando características microestruturais com resistência à corrosão [1,3]. O presente trabalho objetiva analisar a influência de

variáveis térmicas de solidificação sobre a formação microestrutural da liga Zn-27%Al e desenvolver correlações entre espaçamentos dendríticos secundários e resistência à corrosão. A partir do controle de variáveis térmicas de solidificação, como a velocidade de deslocamento da isoterma liquidus (V_L), é possível preestabelecer condições

1 Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)- Campus São Paulo, Rua Pedro Vicente, 625, Canindé, CEP 01109-010, (011) 2763-7603, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: < givanildo@ifsp.edu.br >.

2 Professor da FCA/UNICAMP, Faculdade de Ciências Aplicadas, Campus Limeira-SP, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Limeira, SP, Brasil. E-mail: < wislei.osorio@fca.unicamp.br >.

3 Professor do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos, SP, Brasil. E-mail: < mneto@ita.br >

4 Professor do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, Campinas, SP, Brasil. E-mail: < amaurig@fem.unicamp.br >

para se obter microestruturas que permitam obter propriedades desejadas [4,5].

1.1 VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO

O fluxo de calor na interface metal/molde pode ser caracterizado por meio do coeficiente de transferência de calor metal/molde (h_i) [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$], dado por:

$$h_i = \frac{q}{A(T_{IC} - T_{IM})}, \quad (1)$$

onde q [W] é fluxo de calor, A [m^2] é área e T_{IC} e T_{IM} são as temperaturas no metal e no molde [K] na interface, respectivamente. Sabe-se que, durante o processo de solidificação, o molde expande gradualmente devido à absorção de calor, e o metal está sujeito à contração. Como resultado, desenvolve-se um *gap* devido ao contato insuficiente entre metal e molde e, como consequência direta, h_i diminui rapidamente. Em artigos anteriores o coeficiente de transferência de calor tem sido caracterizado utilizando-se temperaturas medidas no lingote e simulações através de um modelo de transferência de calor na solidificação [2, 6-9]. Este coeficiente tem sido expresso da seguinte forma:

$$h_i = C_i(t)^{-n}, \quad (2)$$

onde t é o tempo [s] e C_i e n são constantes, as quais dependem da composição da liga, material do molde e superaquecimento.

Variáveis térmicas de solidificação podem ser analiticamente descritas como uma função do sistema metal/molde e, conseqüentemente, como uma função do coeficiente de transferência de calor metal/molde (h_i) [2, 6, 9-10]. A equação 3 fornece a velocidade de deslocamento da isoterma *liquidus* (V_L), como função de h_i :

$$V_L = \frac{2 a_{SL} \phi_2^2}{\left[\frac{2 K_S \phi_2 (T_{Sol} - T_0)}{n \sqrt{\pi} (T_{Liq} - T_0) \exp(\phi_2^2) [M + \text{erf}(\phi_2)]} h_i \right] + S_L}, \quad (3)$$

onde a_{SL} é a difusividade térmica da região pastosa [$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$], K_S é a condutividade térmica do sólido [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$], T_{Sol} é a temperatura *solidus* de não-equilíbrio, T_0 é a temperatura ambiente, M é a razão entre as difusividades térmicas do sólido e do material do molde, $(K_S c_S d_S / K_m c_m d_m)^{1/2}$, c_S é o calor específico do sólido [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$], d_S é a massa específica do sólido [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$], n é a raiz quadrada da razão das difusividades térmicas do metal sólido e na região pastosa, $(a_S/a_{SL})^{1/2}$, S_L é a posição da isoterma *liquidus* em relação à interface metal/molde [m].

ϕ_1 e ϕ_2 são constantes de solidificação associadas ao deslocamento das isotermas *solidus* e *liquidus*, respectivamente, que são determinadas por meio da resolução simultânea das seguintes equações:

$$\frac{(T_{Liq} - T_{Sol})}{\text{erf}(\phi_2) - \text{erf}(n' \phi_1)} = \frac{K_S \exp[(n'^2 - 1)\phi_1^2]}{K_{SL} n' [M + \text{erf}(\phi_1)]} (T_{Sol} - T_0) \quad (4)$$

$$\frac{(T_{Liq} - T_{Sol})}{\text{erf}(\phi_2) - \text{erf}(n' \phi_1)} = \frac{K_L m' \exp[(1 - m'^2)\phi_1^2]}{K_{SL} [1 - \text{erf}(m' \phi_2)]} (T_V - T_{Liq}), \quad (5)$$

onde K_L é a condutividade térmica do líquido [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$], K_{SL} é a condutividade térmica na região pastosa [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$], T_V é a temperatura de vazamento, n' e m' são parâmetros da liga. Informações detalhadas sobre a definição e a obtenção das variáveis térmicas, parâmetros de liga e constantes de solidificação estão disponíveis na referência [6].

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As Figuras 1(a) e (b) apresentam o molde utilizado nos experimentos de solidificação. Um critério importante foi obter fluxo de calor unidirecional e horizontal durante a solidificação. Um molde de aço de baixo carbono (SAE 1010) foi utilizado em temperatura ambiente (25°C, temperatura inicial do molde), e a superfície de extração de calor foi polida. As outras paredes são compostas de material isolante cerâmico à base de sílica. Este material isolante é um refratário poroso que possui massa específica de 1,74 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ e é composto por 37,2% Al_2O_3 ; 0,7% Fe_2O_3 ; 0,3% MgO ; 0,7% Na_2O ; 59,1% SiO_2 e 1,4% TiO_2 [11]. Foi utilizado um forno tipo resistência elétrica na fundição da liga, e considerou-se um superaquecimento de 10% durante o vazamento da liga no molde. A liga foi preparada utilizando-se metais comercialmente puros conforme mostra a Tabela 1.

As temperaturas em ambos [metal (liga ZA27) e molde] foram monitoradas durante a solidificação através de termopares do tipo J devidamente posicionados em relação à interface metal/molde. Todos os termopares foram conectados através de cabos coaxiais para um registrador de dados com interface com um computador, e os dados de temperatura foram adquiridos automaticamente. O equipamento de aquisição de dados armazena em cinco canais de medição a variação da temperatura em função do tempo de registro, com taxa de aquisição de 5 a 8 vezes por segundo, ressalte-se que esta taxa é por canal de medição. O equipamento apresenta no conjunto (equipamento de registro e termopares) uma incerteza de 0,05% (máx.).

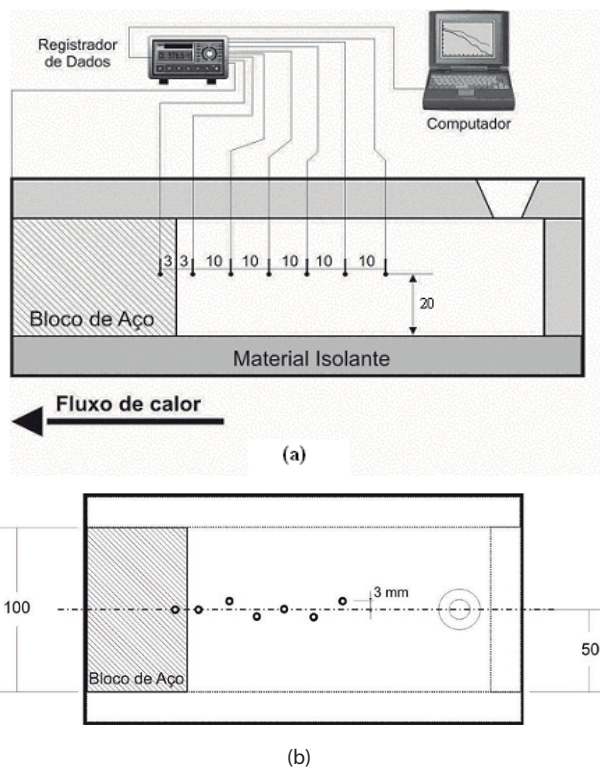


Figura 1 - Ilustração esquemática do sistema experimental em vista frontal (a) e vista superior (b) apresentando: componentes, cotas e posicionamento dos termopares (dimensões em milímetros)

Tabela 1 - A composição química dos lingotes de Zn e Al

Elemento (%massa)	Zn	Fe	Pb	Si	Outros
	99,97	0,015	0,012	0,003	< 0,001
Composição química do lingote de Al					
Elemento (%massa)	Al	Fe	Pb	Si	Outros
	99,93	0,038	< 0,001	0,033	< 0,001

Amostras longitudinais foram retiradas para análise metalográfica. O reagente para ataque utilizado para revelar a microestrutura foi uma solução de 0,5% HF e 100 mL de água destilada com um tempo de imersão para reação de 5 a 15 segundos. Foi utilizado um sistema de processamento de imagens para medir os espaçamentos dendríticos secundários para cada posição selecionada, a fim de determinar correlações entre resistência à corrosão e microestrutura. A técnica de espectroscopia de impedância eletroquímica (EIE) e o método de polarização Tafel foram conduzidos em um volume de 500 mL de solução aquosa, 3% (m/v) NaCl, em temperatura ambiente (25°C), conforme a norma ASTM G3/89 [12]. A amplitude do potencial para os ensaios foi ajustada em 10 mV (SCE) em circuito aberto, pico-a-pico (sinal AC) com 5 a 6 pontos por década e frequência ajustada entre 100 mHz e 100 kHz. Os testes de polarização potenciodinâmica foram realizados com taxa de varredura de 0,2 mV.s⁻¹, relativo a um potencial em circuito aberto.

Os testes de impedância foram sempre realizados antes dos ensaios de polarização e na mesma posição da amostra, pois a polarização promove degradação da amostra. Os ensaios de EIE foram realizados utilizando-se de um potenciostato da EG & G Princeton Applied Research, conjugado a um analisador de frequência, Solartron 1250, célula eletroquímica de vidro contendo o eletrodo de trabalho, lâmina de platina de 10 x 100 x 0,15 (mm) como contra-eletrodo e eletrodo de referência calomelano padrão ESC, conforme sugestões da ASTM G3/89 [12].

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR METAL/MOLDE (h_i)

As temperaturas experimentalmente monitoradas foram comparadas com previsões teóricas de um modelo de solidificação por diferenças finitas para determinar o coeficiente de transferência de calor metal/molde (h_i) [5-8, 13]. A Figura 2 apresenta as curvas de aquecimento do molde e resfriamento do metal, assim como a equação resultante, determinada pelo método de comparação de perfis térmicos experimentais e simulados numericamente, resultando no coeficiente h_i em função do tempo para a liga ZA27. A Figura 3 apresenta uma comparação entre velocidades de deslocamento da isoterma $liquidus$ (V_L) - experimental e analítica -, ambas em função da posição em relação à interface metal/molde. O valor de V_L calculado analiticamente é obtido em função das características termofísicas relatadas em artigos anteriores [7, 14] e do coeficiente de transferência de calor na interface metal/molde, por meio da expressão analítica dada na equação (3).

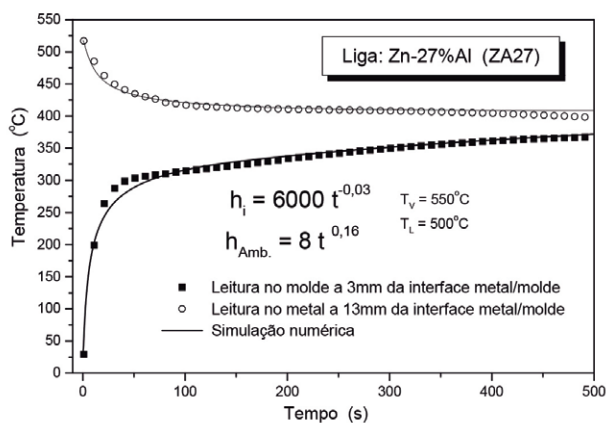


Figura 2 - Comparação dos perfis térmicos experimentais e numéricos para a liga ZA27

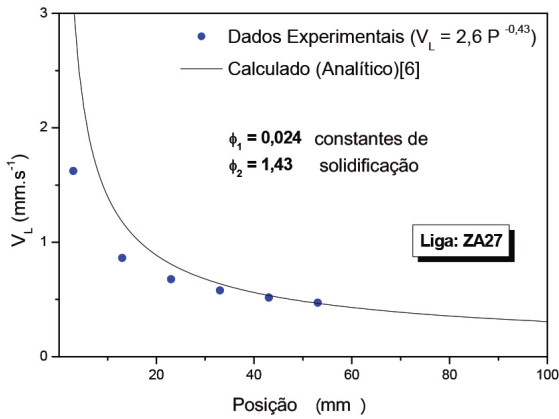


Figura 3 - Comparação entre as velocidades de deslocamento da isoterma *liquidus* (V_L) - experimental e analítica -, com a posição em relação à interface metal/molde

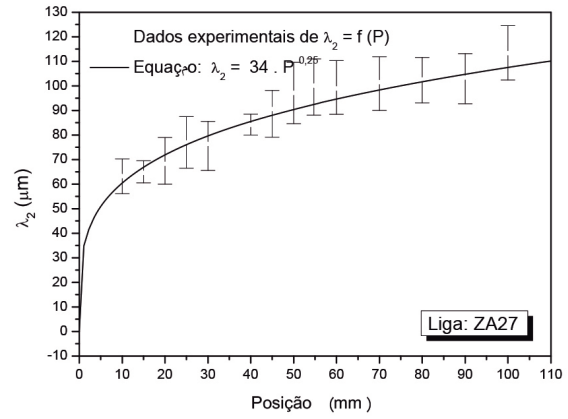


Figura 5 - Equação experimental de λ_2 em função da posição da interface metal/molde para a liga ZA27

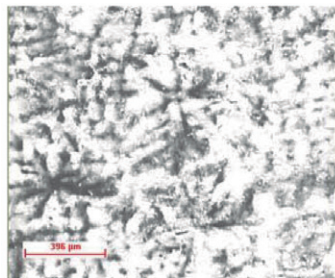
Há uma certa disparidade entre os resultados (experimental e analítico) principalmente para as posições próximas à interface metal/molde. Tal fato deve-se à imprecisão dos valores das propriedades termofísicas e, além disto, correntes de convecção decorrentes do processo de vazamento influenciam a troca térmica nos instantes iniciais, o que não é previsto no modelo analítico [6]. A Figura 4 apresenta microestruturas típicas da liga em diferentes posições em relação à interface metal/molde.

A Figura 5 apresenta a equação experimental que correlaciona os espaçamentos dendríticos secundários e a posição relativa à interface metal/

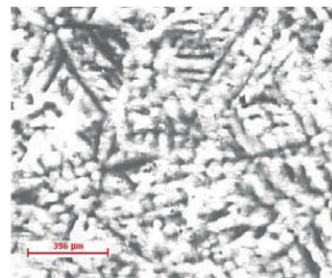
molde, de onde se obteve a lei experimental, determinada a partir de valores médios dentro de uma dispersão das medidas efetuadas para a liga estudada.

3.2 INFLUÊNCIA MICROESTRUTURAL NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO

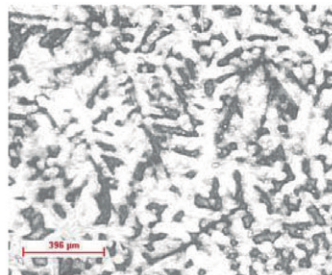
As Figuras 6 (a) e (b) apresentam resultados de EIE nas representações *Bode* e *Bode-Phase* para a liga ZA27 em diferentes posições da interface metal/molde. Cada posição está correlacionada a um determinado valor de λ_2 , conforme apresentado na Tabela 2.



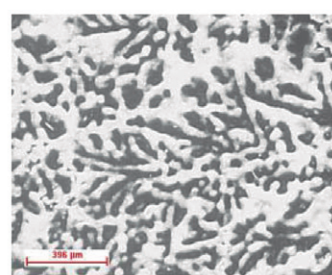
(Posição 10 mm)



(Posição 20 mm)

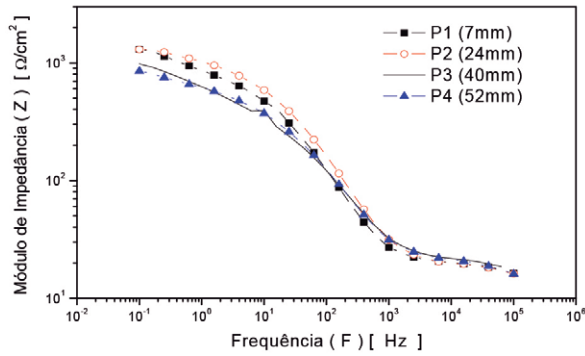


(Posição 30 mm)

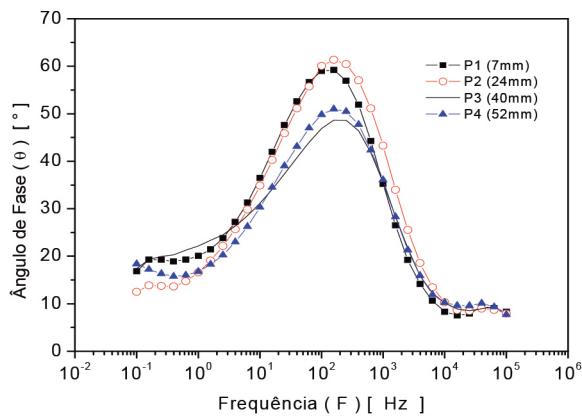


(Posição 60 mm)

Figura 4 - Micrografias da liga ZA27 e respectivas posições relativas, com o mesmo aumento óptico (32 vezes), evidenciando o refinamento do espaçamento dendrítico secundário em posições mais próximas da interface metal/molde (barra de medida com 396 μm)



(a)



(b)

Figura 6 - Resultados de EIE em representações: Bode (a) e Bode-Phase (b) para a liga ZA27

Tabela 2 - Representação esquemática entre as posições em relação à interface metal/molde e os espaçamentos dendríticos secundários

Posição	Distância da interface metal/molde (mm)	λ_2 (μm)	λ_2 (μm) [faixa de incerteza]	
			+7	-7
1	7	55	+7	-7
2	24	75	+10	-10
3	40	85	+5	-5
4	52	91	+12	-12

Observação: Os valores de λ_2 foram obtidos pela lei experimental $\lambda_2 = 34.P^{0,25}$, apresentada na Figura 5.

Uma comparação nos resultados experimentais de EIE (Espectroscopia de Impedância Eletroquímica), nas representações de Bode e Bode-Phase, entre as posições 1 e 2, permite observar que a posição 2 apresenta uma melhor tendência na resistência à corrosão que a posição 1. No entanto, análises nas posições 3 e 4 apresentam menores valores tanto para módulo de impedância (Z), quanto para ângulo de fase(θ). Para melhor entendimento

desse resultado seria necessário a quantificação de parâmetros de impedância (e.g. capacitâncias e resistências à polarização) utilizando-se de análise por circuito equivalente. Essa observação dos resultados poderia ainda ser explicada pelo fato de que as amostras obtidas nas posições P3 e P4 provavelmente apresentem algum tipo de segregação de alumínio (massas específicas do Al e Zn: 2,5 g.cm⁻³ e 7,2 g.cm⁻³, respectivamente) e/ou transformação eutetoide, o que levaria certamente a uma modificação considerável das relações entre áreas de anodo/catodo (menos nobre/mais nobre) afetando o comportamento eletroquímico nessas posições.

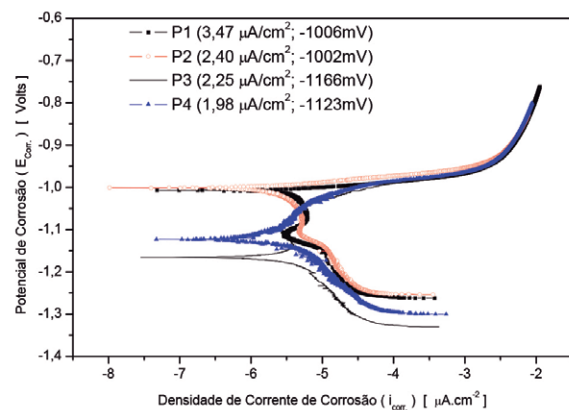


Figura 7 - Comparação das curvas de polarização para a liga Zn-27%Al como função da posição da interface metal/molde

Na Figura 7 apresentam-se as curvas de polarização obtidas para a liga ZA27. A análise destas curvas permite observar que o potencial de corrosão (E_{corr}) da posição 2 é maior que o da posição 1, demonstrando menor tendência à corrosão para a posição 2, que apresenta valores maiores de espaçamentos dendríticos (estrutura mais grosseira) que a posição 1. As análises das posições 3 e 4 apresentam os menores valores de potencial de corrosão obtidos (potenciais mais ativos). Atribui-se tal fato às condições de vazamento. Entretanto, a posição 4, que possui maiores valores de espaçamentos dendríticos que a posição 3, apresenta maior potencial de corrosão associado com menor densidade de corrente de corrosão que esta, o que induz ou sugere uma melhor resistência à corrosão (perto de 14% melhor) que a posição 3. Contudo, mesmo com as alterações microestruturais em termos de segregação e alteração da relação anodo/catodo, nota-se que espaçamentos dendríticos maiores oferecem maior resistência à corrosão para a liga estudada.

A Figura 8 apresenta os valores de densidade de corrente de corrosão (i_{corr}), obtidos das curvas de polarização por intermédio do método de extrapolação Tafel [1, 15, 16], para a liga ZA27 como função da posição ou distância da interface metal/molde. Sabe-se que cada posição está correlacionada com diferentes valores medianos de espaçamentos dendríticos secundários (Tabela 2).

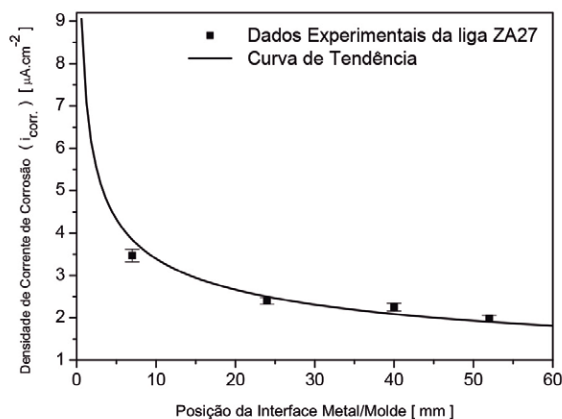


Figura 8 - Variação da densidade de corrente de corrosão (i_{corr}) como função da posição da interface metal/molde

Os valores da densidade de corrente de corrosão (i_{corr}) para as amostras decrescem da posição 1 até a posição 4, ressalte-se que os valores de distância em relação à interface metal/molde e de espaçamentos dendríticos secundários encontram-se na Tabela 2. Esse decréscimo evidencia maior resistência à corrosão nas últimas posições. Essa tendência é diferente daquela observada por Osório e colaboradores, quando se reportam às ligas hipoeutéticas, como por exemplo, a liga Zn-4%Al [1].

Assim, os resultados experimentais evidenciam que a tendência de aumento na resistência à corrosão da liga Zn-27%Al está correlacionada com espaçamentos dendríticos secundários mais grosseiros. Em decorrência do diferente comportamento anódico/catódico do alumínio e do zinco, estruturas dendríticas grosseiras e refinadas apresentam diferentes resultados em termos da resistência à corrosão [1].

Em uma estrutura dendrítica mais grosseira, são obtidos melhores resultados de resistência à corrosão para ligas hipereutéticas, que é o caso da liga estudada. Em geral, isso está correlacionado ao volume do alumínio, que é muito reativo, formando um produto de corrosão protetor – o óxido de alumínio, ora compondo a matriz dendrítica (liga hipereutética), ora disperso nos contornos e no interdendrítico (liga hipoeutética) [1]. No caso considerado, o solvente (zinco) é rejeitado e, dessa forma, têm-se os contornos e interstícios

dendríticos mais ricos em zinco e a matriz rica em alumínio. Espaçamentos dendríticos secundários maiores permitem um maior volume de alumínio na matriz dendrítica que funciona como proteção catódica e, portanto, oferece maior resistência à corrosão.

4 CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados experimentais apresentados neste trabalho é possível concluir, para a liga estudada na condição de fundido, que existe uma forte correlação entre a resistência à corrosão e a rede dendrítica resultante do processo de solidificação. Os resultados de densidade de corrente de corrosão permitem afirmar que, para a liga ZA27, os espaçamentos dendríticos mais grosseiros oferecem melhor tendência de resistência à corrosão. A ZA27 é uma liga hipereutética, o solvente (zinco) é rejeitado da matriz dendrítica, que fica rica em alumínio. Espaçamentos dendríticos secundários maiores permitem um maior volume do alumínio que funciona como proteção catódica e, portanto, propicia maior resistência à corrosão. Pelos resultados gerados por meio da correlação entre valores de densidade de corrente de corrosão e espaçamentos dendríticos secundários obtidos é possível preestabelecer condições de solidificação para adquirir propriedades em função da aplicação do material.

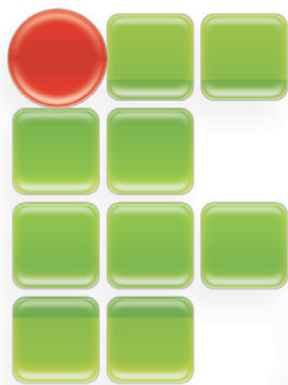
AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAEPEX-UNICAMP, à FAPESP e ao CNPq pelo apoio financeiro e suporte técnico destinados aos projetos de pesquisa realizados sob coordenação do Prof. Dr. Amauri Garcia.

REFERÊNCIAS

- [1] OSÓRIO, W.R.R.; FREIRE, C.M.A. and GARCIA, A., "The effect of the dendritic microstructure on the corrosion resistance of Zn-Al alloys", **Journal of Alloys and Compounds**, v. 397, p. 179-191, 2005.
- [2] OSÓRIO, W.R.R.; PEIXOTO, L.C.; GOULART, P.R. and GARCIA, A., "Electrochemical corrosion parameters of as-cast Al Fe alloys in a NaCl solution", **Corrosion Science**, v. 52, p. 2979-2993, 2010.
- [3] SONG, G.; BOWLES, A.L. and ST JOHN, D.H., "Corrosion Resistance of Aged Die Cast Magnesium Alloy AZ 91D", **Materials Science Engineering**, v. 366A, p. 74-86, 2004.
- [4] SIQUEIRA, C.A.; CHEUNG, N. and GARCIA, A., "Solidification Thermal Parameters Affecting the Columnar-to-Equiaxed Transition", **Metallurgical and Materials Transactions**, v. 33A (7), p. 2107-2118, 2002.

- [5] ROCHA, O.L.; SIQUEIRA, C.A. and GARCIA, A., "Heat Flow Parameters Affecting Dendrite Spacings during Unsteady-State Solidification of Sn-Pb and Al-Cu Alloys", **Metallurgical and Materials Transactions**, v. 34A (4), p. 995-1006, 2003.
- [6] GARCIA, A., "**Solidificação: Fundamentos e Aplicações**", Editora da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas, SP, Brasil, 2007.
- [7] OSÓRIO, W.R.R. and GARCIA A., "Modeling Dendritic Structure and Mechanical Properties of Zn-Al Alloys as a Function of Solidification Conditions", **Materials Science Engineering**, A325, p.103-111, 2002.
- [8] GARCIA, A.; CLYNE, T.W. and PRATES, M., "Mathematical Model for the Unidirectional Solidification of Metals: In Massive Molds", **Metallurgical and Materials Transactions B**, v. 10B, p. 82-89, 1979.
- [9] GARCIA, A. and CLYNE, T. W., "A Versatile Technique for the Characterization of Metal/Mould Heat Transfer and Correlation with Thermal and Structural Effects", In: **Solidification Technology in the Foundry and Casthouse, 1983, London. Solidification Technology in the Foundry and Casthouse. London: The Metals Society**, p. 33-39, 1983.
- [10] TUNCA, N. and SMITH, R. W., "Variation of Dendrite Arm Spacing in Al-Rich Zn-Al Off-Eutectoid Alloys", **Journal of Materials Science**, v. 23, p. 111-120, 1988.
- [11] <http://www.matweb.com>.
- [12] ASTM G3, "Standard Recommended Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Tests", 1989.
- [13] SANTOS, C.A., QUARESMA J.M.V. and GARCIA, A., "Determination of Transient Interfacial Heat Transfer Coefficients in Chill Mold Castings", **Journal of Alloys and Compounds**, v. 319, p.174-186, 2001.
- [14] PERES, M.D.; SIQUEIRA, C. and GARCIA, A., "Macrostructural and Microstructural Development in Al-Si Alloys Directionally Solidified Under Unsteady-state Conditions", **Journal of Alloys and Compounds**, v. 381, p. 168-181, 2004.
- [15] OSÓRIO, W.R.R.; GARCIA, L.R.; PEIXOTO, L.C.; GARCIA, A., "A influência da macrosegregação e da variação dos espaçamentos dendríticos na resistência à corrosão da liga Al-4,5%Cu", **Matéria (UFRJ)**, v. 13, p. 542-552, 2008.
- [16] OSÓRIO, W.R.R.; ROSA, D.M.; GARCIA, A., "A Influência da Microestrutura da Liga Pb-0,85%Sb em seu Comportamento Eletroquímico", **Matéria (UFRJ)**, v. 13, p. 246-257, 2008.



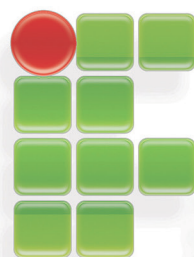
**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

As edições anteriores podem ser consultadas como ponto de partida para a sua pesquisa científica!

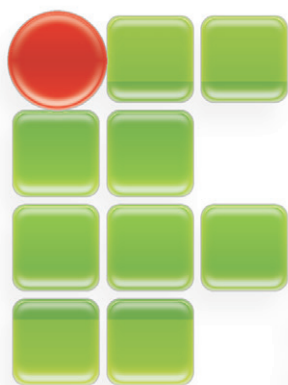
Caros pesquisadores,

Os artigos das revistas impressas do ano de 2000 e posteriores, sob o número de ISSN 1677-499X, estão agora disponíveis no *site* em formato eletrônico, com o novo número ISSN 2177-451X.

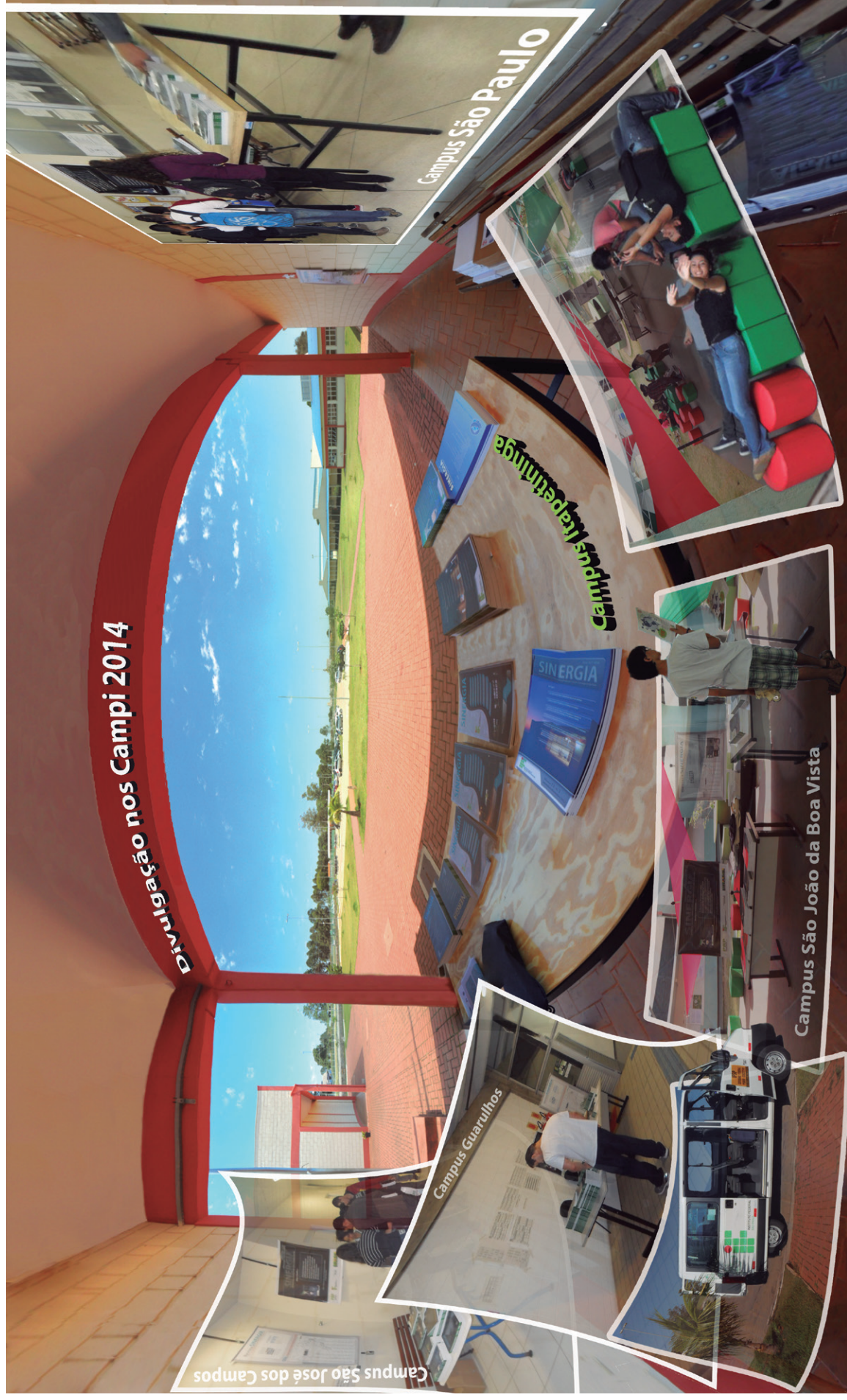
Este formato vem da tecnologia de arquivo pdf pesquisável, o qual facilitará a localização pelos mecanismos de busca da Internet, a pesquisa do conteúdo dos trabalhos e as citações em novos artigos científicos.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO



**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.

Qualis do trimestre outubro/dezembro de 2014

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	CIÊNCIA 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 / LINGÜÍSTICA	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 III	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/>>.

SINERGIA

“ações integradas para o importante papel social da pesquisa”

NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS

Instruções para os autores

Consulte o site:

<<http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia/submissao.htm>>
para obter um modelo de artigo com normas comuns aplicadas na Revista Sinergia.

- O artigo (original não publicado ou impresso), deve ser enviado para a Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação - Revista Sinergia (IFSP), já revisado, em duas cópias, sendo uma não identificada, digitada em Microsoft Word 97 ou posterior de preferência em formato .rtf (para preservar a formatação - itálico, negrito e etc. - na diagramação impressa e eletrônica);

- Poderá ter até 14 páginas, incluindo ilustrações (desenhos, gravuras ou imagens e etc.), legendas, notas e referências, sendo preferível que as ilustrações venham separadas do arquivo com o artigo e referenciadas na posição do texto em que serão inseridas.

- As ilustrações escaneadas no tamanho original, devem ter 300 DPI, com extensão .TIFF ou .PSD (trabalhando em Photoshop), 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. Para cópias de telas de computador com a tecla PrtScn do teclado, recomenda-se salvar com a extensão bitmap de 24 bits (.bmp), se for usado o PaintBrush para captura da imagem com o comando Editar->Colar;

- Os originais devem ser precedidos de um Resumo, de 100 a 250 palavras (Norma da ABNT NBR 6028:2003). Preferencialmente, 100 palavras é um bom tamanho de resumo para ocupar apenas 1 página e não comprometer mais que uma página de resumo (entraremos em contato para eventuais cortes). 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), em português e inglês;

- Logo abaixo, os dados sobre o autor, assim como titulação, vínculo profissional e endereço, telefone e e-mail para contato;

- Tabelas devem ser enviadas em formato Word/Excell 97 ou posterior;

- O título e o subtítulo do artigo deverão ser centralizados;
- O nome do autor e sua identificação precisam ser centralizados e separados do subtítulo por duas linhas em branco. Caso o artigo tenha vários autores, as informações sobre eles serão separadas por uma linha em branco.

- As referências bibliográficas (de acordo com as Normas da ABNT NBR 6023:2002) conterão somente as obras citadas no texto.

- 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, como também sugerimos a leitura, assinatura e envio do Termo de Autorização e Responsabilidade, pois daremos preferência para artigos com este Termo assinado pelo autor ou co-autor.

Tabela 1 - Orientação básica para formatação

Fonte Times New Roman com espaçamento de entrelinhas simples			
Elementos:	Tamanho:	Aparência:	
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 aplicadas na Revista para autores (em parênteses, ocorrências de itens das normas mais aplicados no periódico - Revisão em 2012):	
ABNT NBR 10520:2002	Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação (10 itens da norma)
ABNT NBR 6024:2003	Informação e documentação - Numeração progressiva das seções de um documento escrito - Apresentação (5)
ABNT NBR 6023:2002	Informação e documentação - Referências - Elaboração (5)
ABNT NBR 6028:2003	Informação e documentação - Resumo - Apresentação (4)
ABNT NBR 6022:2003	Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa - Apresentação (4)
ABNT NBR 10719:1989	Apresentação de relatórios técnico-científicos (29)
ABNT NBR 12256:1992	Apresentação de originais (14)
ABNT NBR 6033:1989	Ordem alfabética
IBGE	Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993.
Normas aplicadas na estrutura do periódico para a redação da Revista Sinergia (em parênteses, ocorrências de itens aplicados):	
ABNT NBR 12225:2004	Informação e documentação - Lombada - Apresentação
ABNT NBR 6021:2003	Informação e documentação - Publicação periódica científica impressa - Apresentação (42)
ABNT NBR 10525:2005	Informação e documentação - Número Padrão Internacional para Publicação Seriada - ISSN (9)
ABNT NBR 13031:1993	Apresentação de publicações oficiais (5)
ABNT NBR 6025:2002	Informação e documentação - Revisão de originais e provas (3)
ABNT NBR 6027:2003	Informação e documentação - Sumário - Apresentação (2)
ABNT NBR 12626:1992	Métodos para análise de documentos - Determinação de seus assuntos e seleção de termos de indexação (1) - Recomendável para as bibliotecas.
ABNT NBR 5892:1989	Norma para datar (1)
ABNT NBR 6032:1989	Abreviação de títulos de periódicos e publicações seriadas
ABNT NBR 6034:2004	Informação e documentação - Índice - Apresentação

A consulta pode ser realizada em bibliotecas.

CONTATO: REVISTA SINERGIA

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

Francisco Manoel - tel.: (11) 3775-4570

Ademir Silva - tel.: (11) 3775-4570/2763-7679

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



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 refram 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

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.

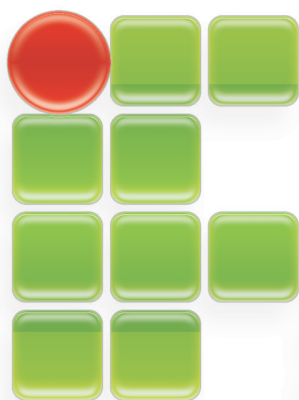
Fundada em 1909, como Escola de Aprendizes Artífices, é reconhecida pela sociedade paulista por sua excelência no ensino público gratuito de qualidade.

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**

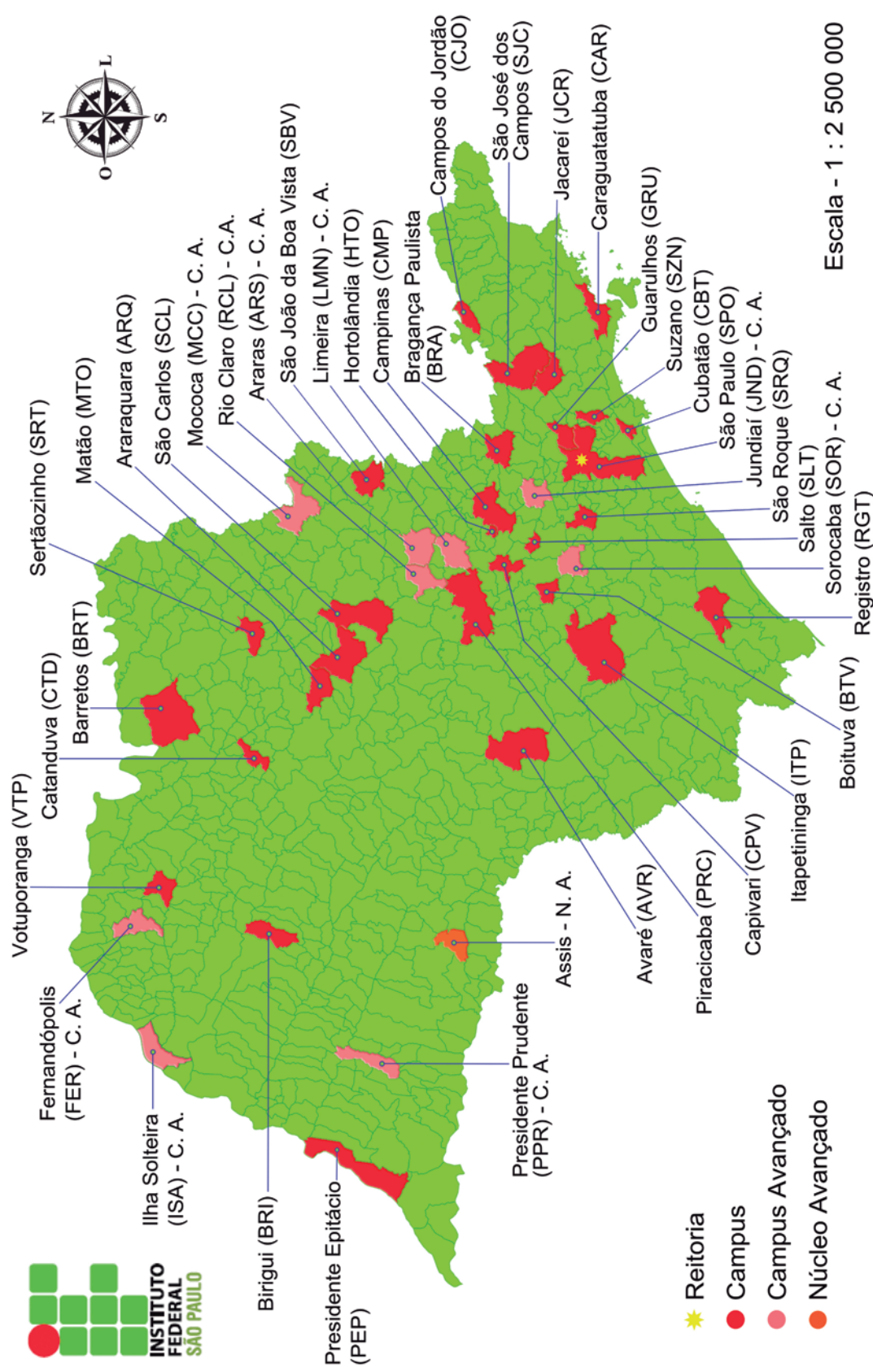
HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da

HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da

HOMEM & TÉCNICA
Escola Técnica Federal
de São Paulo

HOMEM & TÉCNICA
Escola Técnica Federal
de São Paulo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Mapa dos Campi - 2014



Elaboração cartográfica: Leandro Henrique da Silva. Arte Final: Vitor Hugo de Rosa. Softwares: Philcarto / Inkspace
 Fonte: SIMEC/IBGE/PRE, dezembro 2014.



**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 102 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 25 cursos técnicos, 20 de nível superior (licenciaturas, tecnologias e engenharias), quatro na modalidade de jovens e adultos, oito cursos de pós-graduação, além de cursos a distância.

Instituto Federal de São Paulo. O futuro começa aqui.

CAMPI: ARARAQUARA • AVARÉ • BARRETOS • BIRIGUI • BOITUVA • BRAGANÇA PAULISTA • CAMPOS DO JORDÃO • CAPIVARI
CARAGUATATUBA • CATANDUVA • CUBATÃO • GUARULHOS • HORTOLÂNDIA • ITAPETININGA • MATÃO • PIRACICABA
PRESIDENTE EPITÁCIO • SALTO • SÃO CARLOS • SÃO JOÃO DA BOA VISTA • SÃO PAULO • SÃO ROQUE • SERTÃOZINHO • SUZANO
VOTUPORANGA **POLOS EAD:** ARARAQUARA • BARRETOS • FRANCA • GUAIRÁ • ITAPEVI • ITAPETININGA • JABOTICABAL
SÃO JOÃO DA BOA VISTA • SERRANA • TARUMÃ • PARA CONHECER MAIS SOBRE A FEDERAL, ACESSE WWW.IFSP.EDU.BR



**INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO**