

Sinergia

Revista Científica

IFSP

Artigos

3DPONK: UM ESTUDO DE CASO DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS PARA ENSINAR LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS E APLICATIVOS MATEMÁTICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE APLICAÇÕES DE DERIVADAS EM CURSOS DE ENGENHARIA

ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTOS DE CUSTOS: UM ESTUDO DE CASO

O USO DA REALIDADE VIRTUAL NA APRENDIZAGEM MOTORA DE SOLDADORES

CONSUMO DE ÁLCOOL POR ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

RECURSOS HUMANOS EM BIOTECNOLOGIA: INSTITUIÇÕES, FORMAÇÃO E MERCADO DE TRABALHO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

TRABALHO E TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR DA IDEOLOGIA E DA PRODUTIVIDADE

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DETECÇÃO ON LINE DE FALHAS DE DESBALANCEAMENTO, BASEADO EM FPGA PARA APLICAÇÃO EM MÁQUINAS ROTATIVAS DE INDUÇÃO

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM PROCESSO BIOTECNOLÓGICO PARA PRODUÇÃO

ORIENTAÇÃO PROFISSIONAL PARA ALUNOS DE UMA ESCOLA PÚBLICA: ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO



REITOR

Eduardo Antonio Modena

CHEFE DE GABINETE

Aldemir Versani de Souza Callou

ASSESSOR DE COMUNICAÇÃO

Ivan da Conceição

**PRÓ-REITORA DE PESQUISA E
PÓS-GRADUAÇÃO**

Elaine Inácio Bueno

PRÓ-REITOR DE ENSINO

Reginaldo Vitor Pereira

PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO

Wilson de Andrade Matos

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO

Silmário Batista dos Santos

**PRÓ-REITOR DE
DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL**

Whisner Fraga Mamede

Câmpus - Diretores

Araraquara - Marcel Pereira Santos

Avaré - Sebastião Francelino da Cruz

Barretos - Juliana Carvalho Pimenta

Birigui - Edmar César Gomes da Silva

Boituva - Bruno Nogueira Luz

Bragança Paulista - João Roberto Moro

Campinas - Eberval Oliveira Castro

Campos do Jordão - Walter Luiz Andrade de Oliveira

Capivari - Waldo Luis de Lucca

Caraguatatuba - Tania Cristina Lemes Soares Pontes

Catanduva - Osvaldo Severino Junior

Cubatão - Robson Nunes da Silva

Guarulhos - Ricardo Agostinho de Rezende Junior

Hortolândia - Edgar Noda

Ilha Solteira - Wilson Jose da Silva

Itapetininga - Hagnar Orlando Hammarstrom

Itaquaquecetuba - Denilson Mauri

Jacareí - Wagner Ferraz Castro

Jundiaí - Lucivaldo Paz de Lira

Matão - Christiann Davis Tosta

Piracicaba - Aguinaldo Luiz de Barros Lorandi

Pirituba - Cynthia Regina Fischer

Presidente Epitácio - Márcia Jani Cícero do Nascimento

Registro - Walter Augusto Varella

Salto - Karina Aparecida de Freitas Dias de Souza

São Carlos - Rivelli da Silva Pinto

São João da Boa Vista - Eduardo Marmo Moreira

São José dos Campos - Luiz Gustavo de Oliveira

São Miguel Paulista - Luis Fernando de Freitas Camargo

São Paulo - Luis Cláudio de Matos Lima Junior

São Roque - Ricardo dos Santos Coelho

Sertãozinho - Eduardo André Mossin

Sorocaba - Denilson de Camargo Mirim

Suzano - Breno Teixeira Santos Fernocho

Tupá - Caio Marcus Dias Flausino

Votuporanga - Marcos Amorielle Furini

SUMÁRIO

<i>Ciências Exatas e da Terra - Ciência da Computação - Metodologia e Técnicas da Computação - Engenharia de Software (Ciência da Computação)</i> 3DPONK: UM ESTUDO DE CASO DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS PARA ENSINAR LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO NO ENSINO MÉDIO <i>Arthur Emanuel de Oliveira Carosia, Samuel Silva Bezerra Júnior, Mariana da Silva Fernandes</i>	91
<i>Ciências Humanas - Educação - Ensino-Aprendizagem - Métodos e Técnicas de Ensino (Educação)</i> USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS E APLICATIVOS MATEMÁTICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE APLICAÇÕES DE DERIVADAS EM CURSOS DE ENGENHARIA <i>Fulvio Bianco Prevot, Juliano Schimiguel, Carlos Fernando de Araújo Jr., Ismar Frango Silveira</i>	99
<i>Ciências Humanas - Educação - Ensino-Aprendizagem - Métodos e Técnicas de Ensino (Educação)</i> ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTOS DE CUSTOS: UM ESTUDO DE CASO <i>Marcelo Bernardino Araújo, Alexandre Reboledo</i>	106
<i>Engenharias - Engenharia de Materiais e Metalúrgica - Metalurgia de Transformação - Soldagem (Engenharia II)</i> O USO DA REALIDADE VIRTUAL NA APRENDIZAGEM MOTORA DE SOLDADORES <i>Marcelo Santos Damião</i>	115
<i>Ciências Humanas - Psicologia - Psicologia do Ensino e da Aprendizagem - Aprendizagem e Desempenho Acadêmicos (Interdisciplinar)</i> CONSUMO DE ÁLCOOL POR ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS <i>Melina Boratto Urtado</i>	120
<i>Ciências Humanas - Educação - Planejamento e Avaliação Educacional - Planejamento Educacional (Educação)</i> RECURSOS HUMANOS EM BIOTECNOLOGIA: INSTITUIÇÕES, FORMAÇÃO E MERCADO DE TRABALHO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO <i>Vânia Lúcia Muniz de Pádua, Daniela Uziel, Evelize Folly, Fernanda Reinert, Paulo Roberto Soares Stephens, Rafael Amaral de Queiroz, Carlos Vinicius Silva Gomes, Marcia Paes, Tatiane Alves Baptista, Ana Paula Salerno, Antônia Maria Cavalcanti de Oliveira</i>	126
<i>Ciências Humanas - Sociologia - Outras Sociologias Específicas (Interdisciplinar)</i> TRABALHO E TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR DA IDEOLOGIA E DA PRODUTIVIDADE <i>Rodrigo do Prado Bittencourt, Sérgio Minas Melconian</i>	135
<i>Engenharias - Engenharia de Produção - Gerência de Produção - Garantia de Controle de Qualidade (Engenharia III)</i> DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DETECÇÃO <i>ON LINE</i> DE FALHAS DE DESBALANCEAMENTO, BASEADO EM FPGA PARA APLICAÇÃO EM MÁQUINAS ROTATIVAS DE INDUÇÃO <i>Dr. João Sinohara da Silva Sousa/Dr. Cesar da Costa/Guilherme Kenji Yamamoto</i>	142
<i>Ciências Biológicas - Microbiologia - Microbiologia Aplicada - Microbiologia Industrial e de Fermentação (Multidisciplinar)</i> UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM PROCESSO BIOTECNOLÓGICO PARA PRODUÇÃO DA ENZIMA TANASE <i>Paula Rodrigues Sampaio/Dra. Silvana Haddad/Dra. Vania Battestin Wiendl</i>	152
<i>Ciências Humanas - Educação - Orientação e Aconselhamento - Orientação Vocacional (Educação)</i> ORIENTAÇÃO PROFISSIONAL PARA ALUNOS DE UMA ESCOLA PÚBLICA: ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO <i>Alexandre da Silva de Paula/Vinicius Flavio Pestana</i>	156
<i>Relatórios de Marketing Científico/Publicidade</i>	161

Editores Adjuntos

Ma. Adriana Gomes de Moraes - PUC-SP

Revisores/Pareceristas ad hoc

x = Número de Revisões/Pareceres/Avaliações realizadas

----- ($\infty \geq x \geq 10$) -----

Ma. Adriana Gomes de Moraes - PUC-SP
Dr. Diovani Vandrei Alvares - PUC-SP
Dr. Flávio Rovani de Andrade - UNICAMP

----- ($8 \geq x \geq 2$) -----

Me. Ana Paula Santos Rebello - PUCRS
Ma. Andréli Borges Santos - UFSM
Me. Antonio de Assis Bento Ribeiro - UNICAMP
Dr. Augusto Massashi Horiguti - IFRR
Dr. Ruzuir Ripardo de Alexandria - UFC
Bel. Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa - UFPB
Dr. Carlos Alberto Chaves - UNICAMP
Me. Carlos Eduardo Beluzo - EESC-USP
Me. Daniel Bruno Fernandes Conrado - UFSCar
Bel. Denis César Mosconi Pereira - FATEC-Catanduva
Dr. Eder Aparecido de Carvalho - UNESP
Dr. Edson de Almeida Rego Barros - IFSP-Itapetininga/Mackenzie
Dr. Eduardo Pinheiro de Freitas - USP
Ma. Elka Machado Ferreira - UEMA
Ma. Emanuele Lima Abreu - UFOP
Me. Enio Freire de Paula - UEM
Me. Flávio Margarito Martins de Barros - UNICAMP
Dr. Francisco Rômulo Monte Ferreira - IP-USP
Dr. Francisco Manoel Filho - UNICAMP
Bel. Geilson Rodrigues da Silva - IFMS
Me. Igor Polezi Munhoz - UFABC
Ma. Ihana de Aguiar Severo - UFSM
Me. Ilderlane da Silva Lopes - UEMA
Me. Inácio Henrique Yano - UNICAMP
Me. Jandira Pazzini Pinheiro Eugênio - UTFPR
Me. João Lúcio de Barros - UFSCar
Me. João Paulo Crivellaro de Menezes - UNESP
Me. João Paulo Lemos Escola - USP
Me. Jociel Ferreira Costa - UFPA
Dr. Jones Mendonça de Souza - USP
Esp. José Ricardo Ferreira Cardoso - CEUCLAR
Me. Joseane Mercia da Rocha Pimentel Gonçalves - ITA
Bel. Juliana Simonelly Felix dos Santos - UFAN
Ma. Karem Rodrigues Vieira - UFSM
Me. Leonardo de Amorim Sathler - UFAB
Me. Luana Ferrarotto - UNICAMP
Bel. Lucas Pereira Gandra - IFMS
Dra. Luciene Cavalcanti Rodrigues - USP
Me. Luciane Penteadó Chaquime - UFSCar
Me. Luiz Egidio Costa Cunha - FACCAMP
Me. Luiz Fernando Rosa Mendes - UCAM
Me. Marcelo Bernardino Araujo - PUC-SP
Dr. Marcelo Pereira Bergamaschi - UNICSUL
Dr. Márcio André Miranda - UNICAMP
Esp. Marlene Lobato Martins - UEMA
Me. Marco Antonio Ferreira Finocchio - UEL
Dra. Milena Moura de Araujo Blazuzo - USP
Ma. Nadjania Saralva de Lira Silva - UFU
Bel. Nijima Novello Rumenos - UNESP
Dr. Nello Marcos Trindade - UNESP
Dr. Osvaldo Eduardo Aiélio - USP
Me. Paulo José Menegasso - UFRGS
Esp. Paulo Sérgio Garcia - UNIP
Dr. Pedro Augusto Pinheiro Fantinatti - UNICAMP
Dr. Pedro Octávio Gonzaga Rodrigues - USP
Esp. Poliana Ferreira dos Santos - UNIFESP
Dr. Reinaldo Golmia Dante - UNICAMP
Dr. Ricardo Pires - IFSP
Me. Richard Brandão Nogueira Vital - INATEL
Dra. Rita de Cassia Fernandes Miranda - UNICAMP
Bel. Rosa Correa Leoncio de Sá - FATEC
Me. Rosemeire Bressan - UNESP
Dra. Sandra Pereira Falcão - USP
Dr. Tarcisio Fernandes Leão - USP
Ma. Thalita Alves dos Santos - UNOESTE
Me. Thiago Pedro Donadon Homem - FEB-UNESP
Esp. Vanessa Geórgia Gonçalves Bastos Beckman - UEMA
Dr. Vantoir Roberto Brancher - UFSM
Dra. Veridiana de Carvalho Antunes - UNICAMP
Me. Walber Gonçalves de Souza - UNEC

■ ■ ■

----- ($x = 1$) -----

Bel. Alisson Santos de Oliveira - UFSM
Me. André Mangetti Grub - UFU
Dra. Andreia de Alcântara Cerizza - UNESP
Ma. Andreia de Almeida - PUC
Dr. Antonio Francisco da Silva Lisboa Neto - UFPI
Me. Bruno Amado Rodrigues Filho - USP
Esp. Caio Cabral da Silva - UNIFESP
Ma. Cássia Maria de Oliveira - UFSCar
Dr. Charles Sóstenes Assunção - UFMG
Dra. Claudinéia Aparecida Soares - USP
Dr. Danilo Machado Pires - UFPA
Me. Diego Renan Bruno - USP
Me. Diógenes Gewehr - UNIVATES
Ma. Evelin Finke Croce - CPS
Me. Everton Aristides Margueiro - UNINOVE
Me. Fernando Ferreira Del Monte - USP
Dr. Flávio Aparecido Pontes - UNIRRA
Dra. Giovana Siqueira Príncipe - UNICAMP
Me. Guilherme Augusto Hilário Lopes - FURB
Me. Ítalo de Paula Casemiro - UNIR
Me. Jair de Martin Junior - USP
Dr. John Faber Archila Diaz - USP
Dr. José Roberto Severino Martins Júnior - UNESP
Dr. Marcelo José Carrer - UFSCar
Esp. Marcelo Santos Damiao - FATEC-Sorocaba
Dra. Maria Isabel d' Andrade de Sousa Moniz - PUC
Bel. Michel Gaglionni Rocha - UNIFEB
Me. Moacir Silva de Castro - PUC-SP
Ma. Priscilla Tulipa da Costa - UFMG
Dr. Ralfiran Abidimar de Castro - UFPA
Me. Rafael Garlet de Oliveira - UFSC
Dr. Sílvio César Otero-Garcia - UNESP
Esp. Stefanie Martin - CUFSA
Me. Vicente Gerlin Neto - UNESP
Me. Vidal da Mota Ferreira - UNITAL
Dra. Tatiele Casagrande do Nascimento - UFSM
Me. Wagner de Aguiar - UNITAL

■ ■ ■

Intervalo das contribuições: 2017-2018

O descadastro é realizado no caso de um período muito longo sem realizar avaliação para a revista (ex: 2 anos ou mais por precisarmos da manutenção ativa da lista de colaboradores).

A lista é atualizada anualmente.

O ganho intangível em avaliar um artigo, é a contribuição técnico-científica para a ciência. Para os avaliadores, além de fazer parte de nosso corpo editorial enviamos comprovantes de pareceres. Recomendamos a atualização do Currículo Lattes citando estas contribuições, pois servirá de apoio para soma de pontuação com finalidade de término de Mestrado e Doutorado, aceitos por boa parte das academias.

Informamos aos autores que o periódico é imparcial quanto as avaliações realizadas pelos pareceristas e que sempre trabalhará com três pareceres ou mais em pareceres arbitrários.

Os Editores Adjuntos tem importância na avaliação das áreas do conhecimento que o periódico abrange. Estes controlam pelo menos dois pareceres por artigo, importante para inclusão futura do periódico em grandes bases de indexação. Damos a liberdade de poder atuar apenas como parecerista, quando solicitado. Os editores adjuntos também podem desenvolver eventuais Edições Especiais para a Coleção.

Editor/Editora outra importante função, pois além de trabalhar no trâmite de artigos, também atuam como nos aspectos relacionados a melhoria da Qualis do periódico.

Para avaliar um artigo: de preferência, ter Mestrado, Doutorado ou ser Especialista. Aceitamos avaliações de Bachareis, desde que comprovem que trabalhe na especialidade referente a Área do Conhecimento que o periódico abrange. Os artigos aguardando parecer são referenciados no link:
< <http://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia> >. Para solicitar o artigo desta lista (sem a identificação dos autores), orientamos os pedidos via e-mail: sinergia@ifsp.edu.br.

■ ■ ■

A Revista SINERGIA está aberta para cadastro reserva de novos pareceristas/revisores, prioritariamente nas seguintes áreas em que a revista obteve Qualis entre 2012 e 2014:

- . Administração, Ciências Contábeis e Turismo;
- . Astronomia/Física;
- . Ciência da Computação;
- . Ciência e Tecnologia dos Alimentos;
- . Educação;
- . Enfermagem;
- . Filosofia/Teologia;
- . Letras/Linguística;
- . Química;
- . Engenharia I (Engenharia Civil, Engenharia de Construção Civil, Engenharia de Estruturas, Engenharia Geotécnica, Engenharia de Recursos Hídricos, Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenharia de Transportes e Engenharia Urbana);
- . Engenharia II (Engenharia Química, Nuclear, Materiais, Minas e Metalurgia);
- . Engenharia III (Engenharia Mecânica, Produção, Aeroespacial, Aeronáutica, Gestão; Petróleo, Oceânica, Naval, Energia e Planejamento Energético, Pesquisa Operacional, Automotiva e Automobilística);
- . Engenharia IV [Engenharia Biomédica (Engenharia de Sistemas, dentre outras), Engenharia Elétrica (Engenharia da Informação, Engenharia de Automação e Sistemas, Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica e de Computação, Gestão de Redes e Telecomunicações, Telecomunicações, dentre outras);
- . Ensino (Ensino de Ciências e Matemática; Ensino, Ciências Ambientais, Biodiversidade e Nutrição);
- . Interdisciplinar (Multidisciplinar):
Desenvolvimento e Políticas Públicas, Sociais e Humanidades, Engenharia, Tecnologia e Gestão, Saúde e Biológicas);
- . Medicina Veterinária: Ciências Agrárias.

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 direitos autorais seguem os termos da Creative Commons.
<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/>

Endereço dos artigos aguardando avaliação/parecer:
< <http://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia/issue/view/5> >
O comando para incluir o endereço acima nos Favoritos: Ctrl+D.
e-mail para solicitar o artigo: < sinergia@ifsp.edu.br >

Informamos que, por força maior, os endereços de Internet e e-mail estão sujeitos a mudanças. Recomendamos buscar estas referências pelo buscador de Internet, caso não os encontre.

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

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

A Revista Sinergia faz parte do Portal de Revistas Científicas do Instituto Federal São Paulo!

Portal de Revistas Científicas do Instituto Federal São Paulo

Documentos recomendados para obtenção de boa avaliação junto a Capes:
1 - Indexação de Periódicos:
http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sineria/documentos/criterios_indexacao_SciELO.pdf

Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação [RInTE]
 Por favor acessar:
<http://sinte.btv.ifsp.edu.br/index.php/sinte>
[ACESSAR REVISTA](#) | [EDIÇÃO ATUAL](#) | [CADASTRAR](#)

HIPÁTIA - Revista Brasileira de História, Educação e Matemática
[ACESSAR REVISTA](#) | [EDIÇÃO ATUAL](#) | [CADASTRAR](#)

Portal de Revistas Científicas do Câmpus Itapetininga
 Por favor acessar:
<http://itp.ifsp.edu.br/ojs/>

Mesmo sendo um periódico multidisciplinar, a Revista Sinergia tende a focar em áreas específicas do conhecimento para a melhoria da avaliação do periódico junto a Capes e melhor aceitação pelas grandes bases de indexação. Com mais periódicos no Portal, focados em determinadas áreas, você tem opções de publicação em periódicos específicos e áreas específicas definidas pelo CNPq.

Você pode consultar os relatórios finais desta revista e, junto ao seu orientador, saber se um dos periódicos que estão no Portal, atendem a especialidade em que está pesquisando, conforme as Qualis obtidas por cada revista.

Abaixo, os periódicos em formação no Portal de Revistas Científicas do IFSP.

Nome do Periódico	e-ISSN	Área Temática
RInTE - Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação	2447-5955	Multidisciplinar
Cogitare	0000-0000	Multidisciplinar Pesquisa e Ensino
Hipátia	0000-0000	História, Educação e Matemática
Hipótese	2446-7154	Multidisciplinar
Revista Internacional de Formação de Professores	2447-8288	Formação de Professores
Revista Brasileira de Iniciação Científica	2359-232X	Iniciação Científica
Metalinguagens	2358-2790	Letras, Linguística, Língua Portuguesa, Literatura e Ensino
Scientia Vitae	2317-9066	Exatas e da Terra, Agrária e Biológicas
Iluminart	1984-8625	Multidisciplinar
Ciência & Ensino	1980-8631	Geociências
Sinergia	2177-451X	Multidisciplinar

Se você já tem um artigo publicado em um dos periódicos acima, não esqueça de fazer seu cadastro e atualização do Curriculum Lattes para enriquecer seus dados de produção acadêmica.

Caso seja Coordenador de Pós-Graduação do Stricto Sensu e tenha artigos publicados neste periódico, não deixe de fazer a Coleta de Dados na Plataforma Sucupira. Assim, você ganha na avaliação da Área e a Revista em Qualis!

Endereço do Portal: <http://ojs.ifsp.edu.br>

3DPONK: UM ESTUDO DE CASO DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS PARA ENSINAR LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

3DPONK: A CASE STUDY OF GAME DEVELOPMENT TO TEACH PROGRAMMING LANGUAGES IN HIGH SCHOOL

Data de entrega dos originais à redação em: 19/08/2016
e recebido para diagramação em: 27/06/2017

Arthur Emanuel de Oliveira Carosia¹
Samuel Silva Bezerra Júnior²
Mariana da Silva Fernandes³

A escolha do método ideal para o ensino de disciplinas de Ciência da Computação a alunos iniciantes é um assunto muito discutido atualmente. Ao analisar a crescente evasão de cursos da área de Informática, surge a necessidade da criação de novas estratégias para o ensino de Ciência da Computação, que permitam que o conteúdo seja ensinado ao mesmo tempo em que mantém o interesse dos alunos. Em particular, o uso de jogos digitais se mostra como uma alternativa promissora devido ao potencial do desenvolvimento de habilidades relacionadas à tomada de decisão e raciocínio lógico por parte do aluno. Dessa forma, este trabalho aborda um estudo de caso de desenvolvimento de jogos digitais como motivação para o ensino de conteúdos de Engenharia de Software e Programação Orientada a Objetos a alunos do Ensino Médio do Instituto Federal de São Paulo, campus de São João da Boa Vista. Assim, é apresentado um estudo de caso desenvolvido com alunos do Ensino Médio: a criação de um jogo digital chamado 3DPonk, inspirado no jogo clássico Pong, com os seguintes diferenciais: (i) gráficos tridimensionais; (ii) uso do mouse, teclado e sensor de movimentos Kinect para identificar a posição dos jogadores; (iii) possibilidade de usar efeitos especiais durante o jogo. Por fim, foi realizada uma avaliação do desenvolvimento deste trabalho por meio do uso de questionários e dentre os resultados obtidos destacam-se: 60% dos alunos disseram que aumentou a sua motivação a aprender o conteúdo ministrado e 50% dos alunos aumentaram as suas notas em comparação com atividades anteriores.

Palavras-chave: Ensino. Programação Orientada a Objetos. Desenvolvimento de Jogos.

Choosing the ideal method for teaching Computer Science to beginning students is a topic very researched. By analyzing the growing dropout in Computer Science courses, there is the need to create new strategies for teaching Computer Science, allowing the content to be taught at the same time maintaining the students' interest. In particular, the use of digital games shown as a promising alternative due to the potential development of skills related to decision making and logical thinking by the student. This paper discusses the development of digital games as motivation for teaching Software Engineering and Object Oriented Programming to high school students of the Instituto Federal de São Paulo, campus of São João da Boa Vista. In addition, this work presents a case study developed with high school students: creating a digital game, called 3DPonk, inspired by the classic game Pong, but with the following advantages: (i) three-dimensional graphics; (ii) use of the mouse, keyboard and movement sensor Kinect to identify the position of the players; (iii) the possibility of using special effects during the game. Finally, we performed an assessment of the activity with the use of questionnaires and from the results we highlight that 60% of students said they increased the motivation to learn the content taught and 50% of the students increased their grades compared to previous activities.

Keywords: Teaching. Object-Oriented Programming. Game Development.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, existe um grande interesse em abordar desafios no ensino de Ciência da Computação na literatura científica. Além disso, existem diversos problemas relacionados a cursos da área de Informática, dentre eles destaca-se a alta evasão e reprovação (HERNANDEZ, C. C. et al., 2010), que podem levar os alunos ao desinteresse, gerando perdas no processo de ensino e aprendizagem. A evasão, além do afastamento dos alunos do seu objetivo principal, que é a formação profissional, gera desconfiança na comunidade acadêmica quanto à qualidade de cursos superiores e técnicos, impedindo a entrada de novos alunos e delongando o crescimento da área de Computação (BARCELOS, T. S. et al., 2013).

Para contornar problemas como esses, novas estratégias de ensino devem ser buscadas pelos professores da área. O uso de jogos digitais se mostra como uma alternativa promissora devido ao potencial do desenvolvimento de habilidades relacionadas à tomada de decisão e raciocínio lógico por parte do aluno (RAPKIEWICZ, C. E., et al., 2006). Além disso, esse potencial é aliado à motivação inerente ao aspecto lúdico da atividade de jogar.

Dessa forma, a proposta deste trabalho é demonstrar como o ensino de disciplinas de Ciência da Computação, em especial Engenharia de Software e Programação Orientada a Objetos, pode ser realizado por meio do desenvolvimento de jogos digitais como forma de motivação para alunos do Ensino Médio do

1 - Professor EBTT - Instituto Federal de São Paulo - São João da Boa Vista. < arthuremanuel.carosia@gmail.com >.

2 - Aluno do Ensino Médio Integrado em Informática - IFSP - São João da Boa Vista/SP.

3 - Aluna do Ensino Médio Integrado em Informática - IFSP - São João da Boa Vista/SP.

Instituto Federal de São Paulo, *campus* de São João da Boa Vista.

Assim, este trabalho apresenta um estudo de caso de desenvolvimento de jogos digitais. A atividade desenvolvida por alunos do ensino médio abordou a criação de um jogo inspirado no jogo clássico *Pong* (ELLIS, D., 2004), chamado *3DPonk*. O jogo *Pong*, ilustrado na Figura 1, foi um dos primeiros jogos de videogame a alcançar significativa popularidade. O objetivo do jogo é vencer o oponente marcando a maior pontuação, indicada por (1) e (2). O jogo se passa em um ambiente bidimensional e consiste de uma bola (3) duas raquetes (4) e (5), simulando um jogo de tênis. *Pong* foi o jogo digital escolhido como referência para o desenvolvimento deste trabalho por se tratar de um dos primeiros jogos de grande sucesso comercial, o que permite aos alunos conhecer a história dos videogames, além de utilizar a sua criatividade para desenvolver uma versão atualizada do jogo.

Por fim, este trabalho também realizou avaliação do projeto desenvolvido com os alunos por meio de questionários, além de apresentar uma discussão com os dados obtidos. Dentre os resultados obtidos, merecem destaque: 60% dos alunos disseram que aumentou a sua motivação a aprender o conteúdo ministrado e 50% dos alunos aumentaram as suas notas em comparação com atividades anteriores.

Este artigo é estruturado como descrito a seguir. A Seção 2 aborda a revisão de trabalhos sobre o ensino em Ciência da Computação, além das tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste trabalho. A Seção 3 aborda os resultados obtidos neste trabalho. A Seção 4 apresenta a avaliação e discussão das atividades realizadas durante este projeto. Por fim, a Seção 5 conclui o presente artigo.

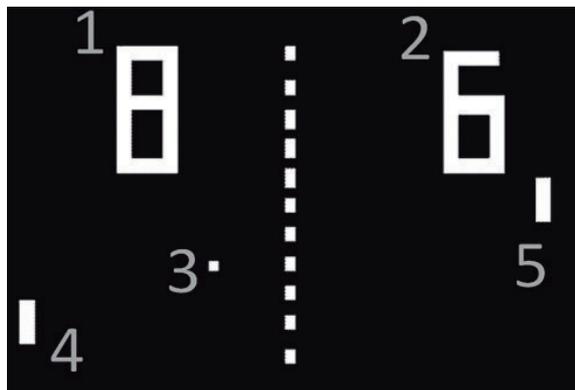


Figura 1 - O Jogo Clássico *Pong*

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso de jogos digitais no desenvolvimento de competências em Ciência da Computação vem sendo amplamente discutido devido ao grande apelo desse tipo de tecnologia juntamente à geração que atualmente frequenta o Ensino Médio e a Educação Superior (WING, J. M., 2006). Essa geração se acostumou desde jovem a lidar com dispositivos computacionais, como celulares, microcomputadores e videogames, assim o processo de inclusão de jogos digitais no ambiente de aprendizagem significaria trazer para a sala de aula uma mídia com cuja

linguagem os alunos estão habituados e se identificam (BARCELOS, T. S. et al., 2013).

Ao se observar os trabalhos na literatura que são relacionados ao ensino de disciplinas de Ciência da Computação, encontramos algumas abordagens interessantes. O trabalho (GRANDELL, et al., 2006) aborda as dificuldades do ensino de linguagem de programação no Ensino Médio e propõe uma solução por meio do uso da linguagem de programação *Python* em disciplinas introdutórias à programação. Além disso, os autores argumentam que o uso da linguagem *Python* foi positivo tanto na aprendizagem dos alunos quanto nas atividades de ensino dos professores devido à sua sintaxe simples e flexível. O trabalho (HERNANDEZ, C. C. et al., 2010) discute a utilização de um motor de criação de jogos para o ensino de estruturas de programação, como condições e laços. A taxa de aprovação na disciplina, bem como a quantidade de exercícios entregues pelos alunos aumentou após a experiência, o que pode indicar uma maior motivação dos alunos em aprender os fundamentos de programação através da nova estratégia proposta. O trabalho (REBOUÇAS A. D. D. S. et al, 2010) aborda o ensino de alunos iniciantes em programação no Ensino Médio por meio do desenvolvimento de jogos simples em linguagem de programação *Python*. Além disso, os autores destacam como o desenvolvimento de jogos pode ser um fator motivacional para o ensino de linguagens de programação no Ensino Médio. O trabalho (DA SILVA, R. E. et al., 2007) aborda a estrutura de um curso completo de Ciência da Computação baseado do desenvolvimento de jogos, enquanto que o trabalho (RAPKIEWICZ, C. E., et al., 2006) aborda o ensino de algoritmos e programação com o uso de jogos educacionais. Por fim, o trabalho (BENARI, M., 2001) discute o uso de técnicas construtivistas no ensino de Ciência da Computação. Os autores argumentam que o aprendizado passivo em Ciência da Computação tem grandes chances de falhar, visto que cada aluno possui conhecimento prévio diferente dos demais. Dessa forma, a solução proposta é que o aprendizado seja construído ativamente pelo aluno, guiado pelo professor e interagindo com outros alunos.

O trabalho (DIGIAMPJETRI, L. A. et al., 2010), destaca a queda da procura por cursos ligados à computação no Brasil atualmente e desmotivação dos alunos que constantemente ocorre em cursos da área. Segundo o trabalho, duas das mais constantes reclamações dos estudantes de cursos de computação são: a dissociação entre diversas disciplinas do curso, provocando dificuldades para que os alunos consigam correlacionar os conteúdos aprendidos; e as disciplinas excessivamente teóricas, dificultando o entendimento da aplicabilidade prática dos conceitos. Assim, o trabalho propõe um conjunto de estratégias e *softwares* baseados no desenvolvimento de jogos para contribuir para a solução desses dos problemas apresentados. Como resultado, o artigo apresenta um índice de evasão abaixo de 5% entre os alunos que participaram voluntariamente das aplicações das ferramentas, e 10% entre os estudantes que participaram obrigatoriamente das atividades. Além disso, o projeto obteve 80% de aprovação entre os estudantes.

Além disso, o trabalho (JESUS, A. et al.; 2014), tem o objetivo de desenvolver jogos com a máquina de jogos *GameMaker* para motivar alunos a continuarem em carreiras de Tecnologia da Informação. A ferramenta utilizada *GameMaker* traz ferramentas para edição gráfica e programação de todos os elementos dos jogos, deixando o desenvolvimento 80% mais veloz. Segundo o trabalho, devido à possibilidade de uma programação visual que o *GameMaker* traz aos estudantes, essa atividade poderia se tornar mais produtiva, e auxiliar na motivação dos alunos para seguirem programando. Esse trabalho abordou o ensino tanto no curso de Licenciatura em Ciência da Computação quanto no Bacharelado do mesmo curso. Ao final da experiência com o desenvolvimento de jogos, foi aplicado um questionário aos alunos, com o objetivo de saber a opinião deles sobre a experiência. O resultado demonstrou que a maior parte dos alunos apoiaram a iniciativa e se mostrou incentivada a permanecer no curso e também na área de Tecnologia da Informação.

Por fim, uma revisão sistemática realizada no trabalho (AURELIANO, V. et al., 2012) em dez anos dos anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) e do Workshop de Informática na Escola (WIE), indica uma carência de experiências didáticas relacionadas ao ensino de programação voltado a alunos do Ensino Médio e Técnico no Brasil.

Nesse sentido, pode-se observar que existe um grande interesse na literatura em abordar o tema de ensino de Computação com o uso de jogos, relatando que tal prática resulta em sucesso no processo de ensino-aprendizagem quando comparada com as estratégias tradicionais de ensino. No entanto, é possível observar também que existe uma lacuna na literatura relacionada ao ensino de Computação a alunos do Ensino Médio. O diferencial deste trabalho em relação aos trabalhos discutidos é apresentar:

- Estudo de caso realizado com alunos do Ensino Médio, no qual os alunos desenvolveram o jogo *3DPonk*.
- Avaliação da atividade desenvolvida por meio de questionários aplicados aos envolvidos.

Para isso, os conteúdos das disciplinas Engenharia de Software e Programação Orientada a Objetos foram ministrados visando o desenvolvimento de jogos por parte dos alunos. Como resultado obtido desta atividade está o jogo *3DPonk*, introduzido na Seção 3.

3 METODOLOGIA

Este trabalho apresenta como estudo de caso o desenvolvimento do jogo *3DPonk* (*3D Pong On Kinect*, disponível para download em: < <https://nuvem.ifsp.edu.br/public.php?service=files&t=48c296afb9d102893fef8de8e155b049> >), ao estilo do jogo clássico *Pong*, mas apresentando os seguintes diferenciais: (i) gráficos tridimensionais; (ii) uso do *mouse*, sensor de movimentos *Kinect* e teclado para identificar a posição dos jogadores; (iii) possibilidade de usar efeitos especiais durante o jogo.

Dessa forma, este trabalho foi realizado abordando tópicos conjuntamente de disciplinas de Engenharia de Software e Programação Orientada a Objetos, o

que demonstra seu caráter multidisciplinar. Ambas as disciplinas foram ministradas para alunos do Ensino Médio do Instituto Federal de São Paulo, *câmpus* de São João da Boa Vista. A disciplina de Engenharia de Software abordou os seguintes tópicos: (i) levantamento de requisitos; (ii) análise e projeto de Software com UML, enfatizando Diagrama de Caso de Uso e Diagrama de Classes; e (iii) uso de técnicas de modelagem no desenvolvimento de jogos digitais. Por outro lado, a disciplina de Programação Orientada a Objetos abordou os seguintes tópicos: (i) estruturas de repetição e condicionais; (ii) classes, objetos, métodos e atributos; (iii) encapsulamento; e (iv) herança e polimorfismo. Vale destacar que todos os tópicos ministrados em ambas as disciplinas foram abordados no contexto do desenvolvimento de jogos como forma de motivação dos alunos.

Esta Seção está organizada da seguinte forma. A Seção 3.1 aborda as tecnologias utilizadas pelos alunos para desenvolvimento deste trabalho. A Seção 3.2 aborda o tópico de levantamento e análise de requisitos, enquanto que a Seção 3.3 detalha as atividades de desenvolvimento e o resultado final do jogo *3DPonk*.

3.1 Tecnologias de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas principalmente duas tecnologias: a *game engine Unity* e a linguagem de programação C#. *Unity* (ELLIS, D., 2004), também conhecido como *Unity3D*, é uma *game engine* multiplataforma, ou seja, um *software* utilizado para desenvolver jogos para diversos dispositivos (computadores, celulares, videogames). Neste trabalho, é utilizada a versão *Unity Personal*, indicado para empresas com receita inferior a U\$ 100.000 de receita anual.

O uso da *game engine Unity* neste trabalho é devido ao uso de *game engines* levarem a um grande ganho de produtividade no desenvolvimento de jogos, fazendo com que os desenvolvedores investissem o seu tempo em outras tarefas do processo criativo de um jogo digital, como por exemplo: (i) desenvolvimento de Inteligência Artificial; (ii) interação com usuário; (iii) história; e (iv) mecânica do jogo.

Além disso, outra tecnologia utilizada neste trabalho é a linguagem de programação C# (DEITEL, H. M. et al., 2003), que se trata de uma linguagem de programação orientada a objetos, fortemente tipada, desenvolvida pela empresa *Microsoft* e pertencente à plataforma *.NET*. Sua sintaxe é semelhante à sintaxe de linguagens como C, C++ e Java. Uma de suas principais características é ter alta portabilidade, permitindo que uma mesma aplicação execute em diversos dispositivos, seja ele um dispositivo móvel ou um computador pessoal. A linguagem C# é indicada para uso neste projeto devido ao fato de ser uma linguagem poderosa e que tem integração com a ferramenta *Unity*, tecnologia necessária para o desenvolvimento da interface gráfica deste trabalho. Além disso, a linguagem possui fácil integração com o *Kinect* (ZHANG Z., 2012), que é um sensor que permite aos usuários interagirem com os videogames a partir de movimentos, sem a necessidade de um controle em mãos para a maioria dos jogos. Esse aparelho, desenvolvido pela *Microsoft*, faz o rastreamento de movimento dos jogadores e tem seu diferencial pela facilidade de fabricação e adaptabilidade.

Neste trabalho, as atividades de desenvolvimento de *Software* realizadas foram executadas em ciclos formados pelos seguintes passos: (i) levantamento de requisitos; (ii) análise e projeto de *Software*; (iii) desenvolvimento; (iv) testes; (v) implantação (PRESSMAN, R. S., 2005). Além disso, há o foco nos seguintes tópicos da Engenharia de Software (MARTINS, J. C. C., 2010): (i) levantamento de requisitos; (ii) análise e projeto de *Software*, por meio da criação de Diagrama de Caso de Uso e Diagrama de Classes para modelar o sistema; (iii) desenvolvimento de *Software* a partir dos resultados das atividades (i) e (ii) utilizando o paradigma de Programação Orientada a Objetos.

3.2 Levantamento e Análise de Requisitos

Para levantar os requisitos do jogo *3DPonk*, foram utilizadas técnicas de *brainstorming* entre os alunos Ensino Médio, sempre mediado pelo professor da disciplina correspondente. A lista de Requisitos identificados é apresentada a seguir: (i) o *software* deve fornecer a opção de jogo com um ou dois jogadores; (ii) o *software* deve fornecer a opção de jogo entre jogadores humanos e jogadores controlados pelo computador; (iii) o *software* deve fornecer um sistema de pontuação; (iv) o *software* deve fornecer um ambiente tridimensional para a execução do jogo; e (v) o *software* deve fornecer a opção do uso de *mouse*, teclado e sensor de movimentos *Kinect* para movimento do jogador. Dessa forma, a partir do resultado da etapa de levantamento de requisitos, foram criados os seguintes diagramas para modelagem do *Software*: (i) Diagrama de Caso de Uso; e (ii) Diagrama de Classes.

O Diagrama de Caso de Uso, ilustrado na Figura 2, representa a interação do jogador com as seguintes funcionalidades: escolher opção de jogo e interagir com a raquete. Por outro lado, o Diagrama de Classes, ilustrado na Figura 3, representa as classes do jogo, seus métodos, atributos e relacionamentos. A sala do jogo possui como atributos os tamanhos de sua altura, largura e profundidade. O jogo contém uma sala, que possui vários itens do jogo. Um item do jogo pode ser uma bola ou uma raquete, e todo item do jogo pode se mover de acordo com as coordenadas tridimensionais *x*, *y* e *z*. Uma raquete pode acertar a bola, além de poder ser controlada por um jogador ou por um computador, que contém uma estratégia para jogar contra o adversário humano.

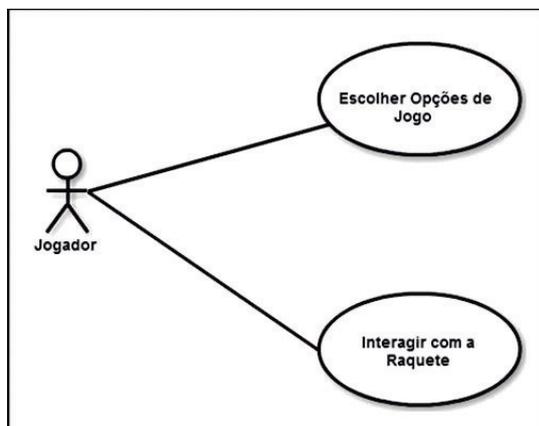


Figura 2 - Diagrama de Caso de Uso do Jogo *3DPonk*

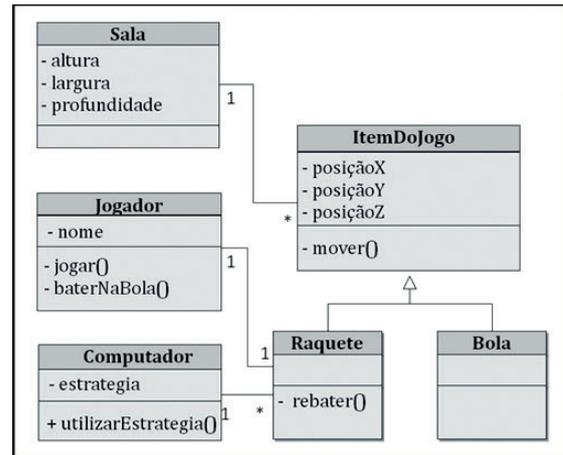


Figura 3 - Diagrama de Classes do Jogo *3DPonk*

3.3 Estudo de Caso - O Jogo *3DPonk*

O jogo desenvolvido como estudo de caso neste trabalho tem como objetivo ser uma versão atualizada do jogo clássico *Pong*. Assim, o jogo *3DPonk* não se limita a ser um jogo idêntico ao *Pong*, mas uma nova versão do jogo, considerando as tecnologias de desenvolvimento de jogos atuais. Dessa forma, os seguintes diferenciais são identificados no jogo *3DPonk* em sua versão atual: (i) gráficos tridimensionais; (ii) uso do *mouse*, sensor de movimentos *Kinect* e teclado para identificar a posição dos jogadores; (iii) possibilidade de usar efeitos especiais durante o jogo. O jogo foi desenvolvido utilizando a *game engine Unity* com o objetivo de produzir os elementos gráficos e a mecânica do jogo. Para integrar a *game engine Unity* com o sensor de movimentos *Kinect* foi utilizada a biblioteca *Kinect with MS-SDK*, disponível para integração na própria *game engine*. Além disso, a linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento foi *C#*.

Nesse sentido, todas as classes ilustradas na Figura 3 foram desenvolvidas pelos alunos nesse estudo de caso, enquanto que foram utilizadas ferramentas e bibliotecas para simplificar o desenvolvimento do motor gráfico em três dimensões, mecânica e integração com o sensor de movimentos *Kinect*. A seguir, são apresentados uma descrição resumida da implementação de cada classe do jogo:

- **ItemDoJogo:** classe responsável pela generalização de todos os itens presentes na sala do jogo: raquete e bola. Um item do jogo pode se movimentar por toda a sala do jogo e possui coordenadas que permitem que seja posicionado no espaço de três dimensões (*x*, *y* e *z*) para que seja desenhado na tela do dispositivo.
- **Raquete:** classe responsável pelo desenho da raquete, que é controlada pelo usuário e pelo computador no jogo. Possui em comum os atributos de posicionamento no espaço e a ação de se mover com a classe *ItemDoJogo*. Sua ação relacionada é rebater, o que permite que haja interação com a bola, sendo, portanto, um dos usos da mecânica do jogo.
- **Bola:** classe responsável pela bola do jogo. Possui em comum os atributos de posicionamento no espaço e a ação de se mover com a classe *ItemDoJogo*. A bola é somente desenhada na tela do dispositivo e pode ter seu movimento alterado pela interação com a raquete do jogo.

- **Jogador:** classe responsável pelo usuário que interage com o jogo. Possui o atributo nome do jogador, além de poder realizar as ações de iniciar uma partida e poder bater na bola por meio da raquete, fazendo com que haja mudança de movimento desse item do jogo.
- **Computador:** classe responsável pelo controle da raquete realizada pela inteligência desenvolvida no jogo. Nesse sentido, como estratégia a raquete controlada pelo computador procura sempre minimizar sua distância à bola para rebatê-la.

Por outro lado, em relação ao uso do jogo, para que seja possível ao usuário configurar o jogo de acordo com o seu gosto, estão disponíveis opções de customização, ilustradas na Figura 4. São elas: (1) possibilidade de escolha da quantidade de jogadores; (2) possibilidade de escolha do controle entre *mouse* e teclado; (3) sensibilidade do controle, ou seja, a velocidade em que a raquete irá se deslocar pela tela do jogo; (4) dificuldade do jogo, variando entre fácil, normal e difícil.

O jogo, ilustrado na Figura 5, começa com a bola no centro da sala, sendo disparada em direção a uma das raquetes. Os seguintes elementos do jogo podem ser identificados: (1) e (2) exibem o placar do jogo, separado, respectivamente, entre usuário e computador; (3) ilustra a bola, que pode ser rebatida tanto pela raquete do usuário (4) como pela raquete do computador (5). Por se tratar de um ambiente tridimensional, cada raquete está presente em uma extremidade da sala. O movimento da raquete dos jogadores é realizado pelo mouse e pelo teclado. A raquete do computador, por outro lado, movimenta-se no sentido de minimizar a sua distância até a bola. Além disso, é possível adicionar de efeito no movimento da bola por meio da mudança do ângulo da raquete, utilizando as teclas *w*, *s*, *a* e *d*. Para fazer pontos é necessário que o adversário deixe a bola passar pela sua raquete, se chocando contra a sua respectiva parede da sala.

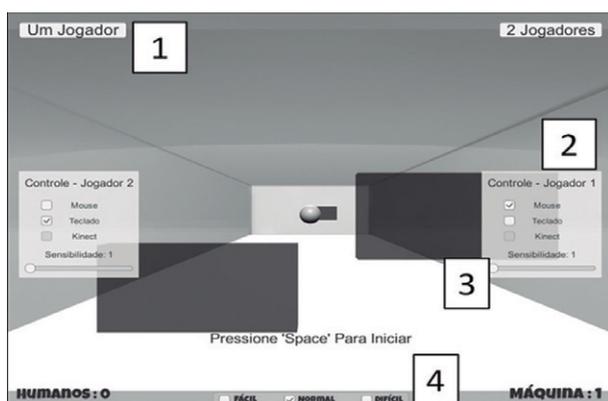


Figura 4 - Configurações do Jogo 3DPonk

4 AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO

Com o objetivo de avaliar o trabalho realizado com alunos do Ensino Médio, foram aplicados questionários aos alunos antes e após desenvolvimento do jogo 3DPonk. O objetivo dos questionários é a compreensão de como os alunos veem a experiência do ensino de disciplinas de Computação no Ensino Médio com o

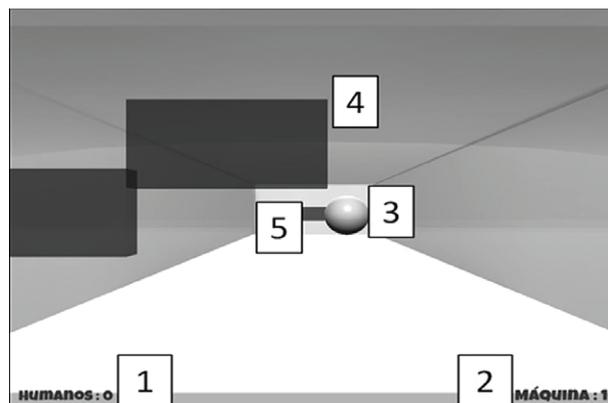


Figura 5 - Jogo 3DPonk

uso de jogos, além de analisar a perspectiva do aluno em relação ao cenário atual do ensino de disciplinas de Computação. Dessa forma, foram aplicados dois questionários, em sequência, com os seguintes tópicos: (i) Como o estudante enxerga o ensino de disciplinas de Computação atualmente e como o desenvolvimento de jogos poderia auxiliar nesse processo? (ii) O que o estudante achou do desenvolvimento do jogo 3DPonk na atividade de ensino? (iii) Como foi a experiência em poder jogar o jogo 3DPonk?

O questionário (i) (*Como o estudante enxerga o ensino de disciplinas de Computação atualmente e como o desenvolvimento de jogos poderia auxiliar nesse processo?*) foi aplicado para compreender as experiências prévias dos alunos com o ensino tradicional de disciplinas de Computação, além de compreender seu relacionamento com jogos digitais e verificar as perspectivas dos alunos sobre o uso de desenvolvimento de jogos no ensino em disciplinas de Computação. Esse questionário foi respondido por 15 alunos do Ensino Médio e contém as seguintes questões:

- 1 Como você avalia seu conhecimento em linguagens de programação?
- 2 Em média, como é o seu desempenho nas disciplinas de linguagens de programação?
- 3 Como você avalia a metodologia de ensino convencional em disciplinas de linguagens de programação?
- 4 Aponte a frequência que você utiliza jogos para se divertir, sendo 5 com muita frequência, e 1 com nenhuma frequência.
- 5 O que você acha da proposta de ensino de linguagens de programação por meio do desenvolvimento de jogos?
- 6 Você acha que os alunos iriam se motivar mais para aprender linguagens de programação se o conteúdo fosse ensinado por meio do desenvolvimento de jogos?
- 7 Quais são os estilos de jogos que você possui maior preferência?

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam as respostas dos alunos ao Questionário (i). Diferentes tabelas foram utilizadas para análise dos dados devido às perguntas possuírem diferentes categorias de respostas.

A Tabela 1 apresenta a resposta dos alunos às questões de 1 a 5 do Questionário (i). De um modo geral, os alunos julgaram ter um bom conhecimento e desempenho em disciplinas de programação (Questões 1 e 2) e avaliam como positiva a metodologia atual de ensino de linguagens de programação (Questão 3). Além disso, os alunos apontaram que utilizam jogos para diversão com grande frequência (Questão 4) e acham que o uso de jogos para ensino de linguagens de programação é algo positivo (Questão 5). A Tabela 2 apresenta a resposta aos alunos à Questão 6, indicando 60% dos alunos se sentiria motivado a aprender linguagens de programação caso o ensino fosse feito por meio de jogos. Por fim, a Tabela 3 apresenta a resposta à Questão 7, indicando que os jogos com maior preferência por parte dos alunos são, nessa ordem: tiro, casual e estratégia.

O Questionário (ii) foi aplicado após a experiência de desenvolvimento do jogo *3DPonk* com o objetivo de analisar as impressões dos alunos sobre a atividade. O questionário contém as seguintes questões:

O questionário contém as seguintes questões:

1. Quanta satisfação você sentiu ao desenvolver um jogo?
2. Quanta satisfação você sentiu ao jogar o seu próprio jogo?
3. O desenvolvimento do jogo contribuiu para o seu aprendizado?
4. O seu comprometimento com o aprendizado aumentou durante o desenvolvimento do jogo?
5. O desenvolvimento do jogo aumentou a sua motivação para aprender linguagens de programação?
6. Sua nota final com o desenvolvimento de jogos aumentou em relação às suas notas finais com ensino convencional?
7. O desenvolvimento de jogos deve ser incorporado ao ensino de linguagens de programação?
8. Você enxerga barreiras para que o ensino de linguagens de programação seja feito por meio de jogos?

Tabela 1 - Respostas de 1 a 5 para o Questionário (i)

Questão	Ótimo (1)	Bom (2)	Ruim (3)	Regular (4)	Péssimo (5)
1	2	8	2	2	1
2	4	8	2	1	0
3	6	9	0	0	0
4	1	6	4	4	0
5	6	3	3	0	0

Tabela 2 - Resposta 6 para o Questionário (i)

Questão	Sim	Médio	Não
6	9	6	0

Tabela 3 - Resposta 7 para o Questionário (i)

Questão	RPG	Esporte	Educacional	Simulação	Tiro	Aventura	Estratégia	Casual
7	5	4	2	6	10	6	9	9

As Tabelas de 4 a 7 apresentam as respostas dos alunos ao Questionário (ii). De um modo geral, os alunos apresentaram grande satisfação em desenvolver e jogar o próprio jogo (Questões 1 e 2), além de avaliarem que o jogo contribuiu para seu aprendizado, os motivou e manteve comprometidos durante a atividade (Questões 3, 4 e 5). Além disso, aproximadamente 50% dos alunos apontaram que sua nota aumentou em relação às notas anteriores (Questão 6). Por fim, a maioria dos alunos apontam que acreditam que o uso de jogos deve ser incorporado ao ensino de linguagens de programação apesar de enxergarem barreiras nesse processo (Questões 7 e 8).

Por fim, o Questionário (iii) avaliou a experiência das pessoas ao jogarem *3DPonk*. Esse questionário foi dividido em 2 seções: dinâmica do jogo e experiência do usuário. Ao todo, 8 jogadores responderam as questões do questionário. Vale a pena destacar que as pessoas que testaram o jogo não foram as mesmas que o desenvolveram. A seção dinâmica do jogo contém as seguintes questões:

1. Quanto às opções de velocidade da bola, defina a sua impressão.
2. Quanto à sensibilidade das raquetes, defina a sua impressão.
3. Quanto aos controles das raquetes, defina a sua impressão.

A seção "Experiência do usuário" contém as seguintes questões:

1. O jogo lhe pareceu interessante?
2. Você foi entretido pelo jogo?
3. O jogo lhe pareceu desafiador?

Tabela 4 - Respostas 1 e 2 para o Questionário (ii)

Questão	Ótimo (1)	Bom (2)	Ruim (3)	Regular (4)	Péssimo (5)
1	9	8	2	0	0
2	9	4	1	3	2

Tabela 5 - Respostas 3 a 5 para o Questionário (ii)

Questão	Sim	Médio	Não
3	11	6	2
4	9	8	2
5	12	3	4

Tabela 6 - Resposta 6 para o Questionário (ii)

Questão	Sim	A mesma	Não
6	9	7	3

Tabela 7 - Respostas 7 e 8 para o Questionário (ii)

Questão	Sim	Não
7	16	3
8	14	5

As Tabelas 8 e 9 apresentam as respostas dos alunos ao Questionário (iii). Os jogadores avaliaram questões da dinâmica do jogo, como movimento da bola, da raquete e controles (considerando teclado, mouse e sensor de movimentos *Kinect*) de forma positiva, concentrando as respostas nas opções *Ótimo* e *Bom* (Questões 1 a 3). Além disso, em relação à experiência do usuário, os jogadores em sua maioria julgaram que *3DPonk* é um jogo interessante, que é capaz de entreter e desafiar o jogador (Questões 4 a 6).

A partir dos Questionários (i), (ii) e (iii), pode-se discutir sobre os resultados obtidos e às questões do ensino de jogos como fator motivacional no ensino. Além disso, pode-se explicar como ocorreu o envolvimento dos alunos do Ensino Médio nesse trabalho e como o processo de ensino e aprendizagem foi beneficiado com o uso dessa estratégia. Dessa forma, os seguintes pontos podem ser destacados a partir da realização deste trabalho com alunos do Ensino Médio:

1. Os jogos fazem parte do dia-a-dia dos alunos. O uso do ensino de linguagens de programação por meio de jogos traz à sala de aula uma linguagem à qual o aluno está acostumado a utilizar em seu dia-a-dia. Dessa forma, o interesse por parte do aluno no conteúdo estudado é naturalmente desenvolvido.
2. A atividade de jogar um jogo desenvolvido pelo próprio aluno é motivante. A transformação da atividade de ensino no projeto de um jogo em que o aluno é capaz de executar, jogar e mostrar aos colegas é um fator estimulante no processo de desenvolvimento do *3DPonk*.
3. A atividade de desenvolver um jogo e poder visualmente acompanhar os resultados é um desafio e também é capaz de motivar o aluno em se comparado com a atividade de resolver problemas clássicos no ensino de linguagens de programação.
4. Nesse processo, é possível perceber que os alunos veem que existem empecilhos para o ensino de linguagem de programação com o uso de jogos. Provavelmente, essa visão se mantém devido à resistência dos professores mais antigos em adaptarem a sua metodologia de ensino a um modo em que o jovem pode ser estimulado a aprender.
5. Como resultado deste trabalho, percebeu-se que a metodologia de ensino de programação com o uso de jogos aumenta o comprometimento dos alunos no processo de aprendizagem, além do desejo de

Tabela 8 - Respostas 1 a 3 para o Questionário (iii)

Questão	Ótimo (1)	Bom (2)	Ruim (3)	Regular (4)	Péssimo (5)
1	2	3	3	0	0
2	1	5	2	0	0
3	2	3	3	0	0

Tabela 9 - Respostas 4 a 6 para o Questionário (iii)

Questão	Sim	Talvez	Não
4	3	5	0
5	5	1	2
6	4	2	1

aprender mais. Além disso, outro fator interessante foi observado: as notas de 50% dos alunos aumentaram na atividade.

6. A partir do jogo desenvolvido, *3DPonk*, observou-se por meio do Questionário (iii) que apresentou dinâmica interessante e desafiadora aos jogadores, além de possuir uma forma de controle inovadora: o sensor de movimentos *Kinect*, que permite que os jogadores interajam com o jogo a partir da posição do próprio corpo.
7. Os resultados deste trabalho confirmam os resultados obtidos na literatura, como em (HERNANDEZ, C. C. et al., 2010), em que a taxa de aprovação de alunos em uma disciplina de programação pode ser aumentada com o uso de jogos.
8. Além disso, levando em conta os resultados obtidos em trabalhos como (JESUS, A. et al.; 2014), vemos que, por meio da análise de questionários aplicados aos alunos, é possível encontrar apoio ao uso de jogos no ensino de disciplinas de programação, além de manter o interesse do aluno pelo curso em que essas medidas são implementadas.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de jogos digitais como forma de motivação no ensino de Ciência da Computação para alunos do Ensino Médio do Instituto Federal de São Paulo do campus de São João da Boa Vista. Assim, este trabalho procura preencher esta lacuna na literatura de ensino na informática relacionado a alunos do Ensino Médio, apresentando como diferencial a proposta do ensino de disciplinas de Ciência da Computação por meio de jogos, além do estudo de caso realizado com alunos do Ensino Médio. Dessa forma, os conteúdos das disciplinas Engenharia de Software e Programação Orientada a Objetos foram ministrados visando o desenvolvimento de jogos por parte dos alunos. Como resultado obtido desse estudo de caso está o jogo *3DPonk*, que apresenta as seguintes características: (i) gráficos tridimensionais; (ii) uso do *mouse*, teclado e o sensor de movimentos *Kinect* para identificar a posição dos jogadores; (iii) possibilidade de usar efeitos especiais durante o jogo.

Além disso, este trabalho apresentou a realização de três questionários para avaliação da atividade desenvolvida, com os seguintes tópicos: (i) Como o estudante enxerga o ensino de disciplinas de Computação atualmente e como o desenvolvimento de jogos poderia auxiliar nesse processo? (ii) O que o estudante achou do desenvolvimento do jogo *3DPonk* na atividade de ensino? (iii) Como foi a experiência em poder jogar o jogo *3DPonk*? Pode-se observar por meio das respostas que a maioria dos estudantes vê que o ensino de disciplinas de Computação com o uso de jogos seria motivador, mas no entanto veem barreiras para que isso aconteça. Com relação ao desenvolvimento do jogo, 60% dos alunos responderam que se sentiram motivados com a atividade enquanto 50% deles aumentou a sua nota em relação a atividades anteriores. Por fim, o jogo desenvolvido *3DPonk* se mostrou interessante e desafiador aos jogadores.

Como trabalhos futuros, serão realizadas as seguintes atividades:

- Incrementar o ambiente gráfico do jogo.
- Desenvolver um módulo para vários jogadores para promover integração social por meio do sensor de movimentos *Kinect*.
- Fazer acompanhamento aos alunos que participaram do projeto para analisar a evolução de suas notas em disciplinas de Ciência da Computação.

AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos ao CNPQ e ao Instituto Federal de São Paulo por terem possibilitado e financiado esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AURELIANO, V.; TEDESCO, P. Ensino-aprendizagem de Programação para Iniciantes: uma Revisão Sistemática da Literatura focada no SBIE e WIE. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2012), 2012.

BARCELOS, T. S.; DANIEL, J. G.; SILVEIRA, I. F. Percepções sobre o ensino de lógica de Programação: uma visão baseada em jogos digitais. *Sinergia*, v. 14, n. 3, p. 242-250, Dezembro, 2013.

BEN-ARI, M. Constructivism in computer science education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, p. 45-73, 2001.

DA SILVA, R. E.; MARTINS, S. W. Ensino de Ciência da Computação através do Desenvolvimento de Jogos. VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, 2007.

DEITEL, H. M. et al. *C#: Como programar*. Pearson Education, 2003.

DIGIAMPIETRI, L. A., KROPIWIEC D. D., SILVA A. R. O uso de jogos como fator motivacional em cursos de computação. 2010.

ELLIS, D. *Official Price Guide to Classic Video Games: Console, Arcade, and Handheld Games*. Random House, 2004.

GRANDELL, L. et al. Why complicate things?: introducing programming in high school using Python. *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education-Volume 52.*, 2006.

HERNANDEZ, C. C. et al. Teaching Programming Principles through a Game Engine. *Clei Electronic Journal* p. 1-8, 2010.

JESUS, A. M., GONÇALVES, D. A. S., FERREIRA L. A. C. F. "Aplicação de Desenvolvimento de Jogos Digitais como um Meio de Motivação em Diferentes Níveis de Ensino de Computação." *Anais do Workshop de Informática na Escola*. Vol. 20. No. 1. 2014.

MARTINS, J. C. C. *Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de Software com PMI, RUP e UML*. Brasport, 2010.

PASSOS, E. B. et al. Tutorial: Desenvolvimento de jogos com unity 3D. VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, 2009.

PRESSMAN, R. S. *Software engineering: a practitioner's approach*. Palgrave Macmillan, 2005.

RAPKIEWICZ, C. E. et al. Estratégias pedagógicas no ensino de algoritmos e programação associadas ao uso de jogos educacionais. *Novas tecnologias na educação*. v. 4, n. 2, p. 1-11, Dezembro 2006.

REBOUÇAS, A. D. D. S. et al. Aprendendo a ensinar programação combinando jogos e Python. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2010.

WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

ZHANG, Z. Microsoft kinect sensor and its effect. *MultiMedia*, p. 4-10, 2012.

USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS E APLICATIVOS MATEMÁTICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE APLICAÇÕES DE DERIVADAS EM CURSOS DE ENGENHARIA

USE OF MOBILE DEVICES AND MATH APPS IN TEACHING AND LEARNING OF DERIVATIVES APPLICATIONS IN ENGINEERING COURSES

Data de entrega dos originais à redação em: 17/03/2017
e recebido para diagramação em: 28/06/2017

Fulvio Bianco Prevot¹ Juliano Schimiguel²
Carlos Fernando de Araújo Jr.³ Ismar Frango Silveira⁴

É muito comum que alunos de cursos de Engenharia, em que o cálculo diferencial e integral é um importante objeto de aprendizagem, apresentem dificuldades de assimilação de tais conteúdos, seja por falta de embasamento teórico, bem como pelo fato de a forma tradicional de ensinar esse conteúdo não conseguir conduzir o aluno a aprendê-lo e aplicá-lo na resolução de problemas. Este trabalho tem por objetivo apresentar uma atividade de aplicação de derivadas, utilizando dispositivos móveis dotados de aplicativos matemáticos (m-learning), sem descartar a tradicional solução analítica de problemas. O público-alvo são alunos das etapas iniciais dos cursos de Engenharia e de Tecnologia. A atividade proposta está fundamentada na Teoria da Atividade, combinada com a Modelagem Matemática. Os aplicativos matemáticos são usados como suporte ao desenvolvimento da atividade, usados pelos alunos para verificar e conferir a solução por eles encontrada. Os resultados esperados são a melhoria da eficácia dos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que o ambiente fornecido pelo uso dos dispositivos e aplicativos constitui uma ambiente familiar e favorável à aprendizagem, calcado em uma combinação de metodologias.

Palavras-chaves: M-learning. Teoria da Atividade. Modelagem Matemática. Cálculo Diferencial e Integral. Aplicativos Matemáticos. Dispositivos Móveis.

It is very common students of engineering courses, in which differential and integral calculus is an important learning object, present difficulties in assimilating such contents, either because of a lack of theoretical basis, as well as because the traditional way of teaching may not be enough to lead the student in learning and applying this content in problem solving. This work aims to present a derivative application activity, using mobile devices equipped with math applications (m-learning), without ruling out the traditional problem-solving solution. The target students are the ones from the initial stages of Engineering and Technology courses. The proposed activity is based on Activity Theory, combined with Mathematical Modeling. Mathematical applications are used as support to the development of the activity, which are used by the students to verify and validate the solution found by their analytical solution. The expected results are an improvement of the effectiveness of teaching and learning processes, based on the environment provided by the use of the devices and applications is familiar and learning-friendly, based on a combination of methodologies.

Keywords: M-learning. Activity Theory. Mathematical Modeling. Differential and Integral Calculus. Math Apps. Mobile Devices.

1 INTRODUÇÃO

Nas salas de aula de Instituições de Ensino Superior, em particular nos cursos de Engenharia, em que o cálculo diferencial e integral é um importante objeto de aprendizagem, é muito comum que alunos apresentem dificuldades de assimilação de tais conteúdos, seja por falta de embasamento teórico, não obtido nas etapas anteriores da educação formal, bem como pelo fato de a forma tradicional de ensinar esse conteúdo não conseguir conduzir o aluno a aprendê-lo e utilizá-lo na resolução de problemas ou até mesmo despertar maior interesse em explorar possíveis aplicações práticas. É sabida e notória a importância que o cálculo diferencial e integral tem na formação do engenheiro, principalmente no que concerne ao relacionamento de grandezas físicas (variáveis de um problema)

entre si, como também à forma de pensar, analisar e solucionar problemas.

Neste sentido, buscar maneiras mais interessantes, atrativas e eficazes de ensinar e aprender cálculo diferencial e integral, envolvendo o uso de novas tecnologias de informação e comunicação pode ser um caminho, para tornar o ensino e a aprendizagem menos penosos e que despertem, no educando, maior interesse e vontade de superar dificuldades e obstáculos, deslocando um pouco o foco da parte operacional do cálculo para a interpretação e resolução dos problemas. Não que a destreza operativa não tenha sua importância no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático, porém apenas isso é pouco, quando se tem em mente um dos objetivos finais na formação do engenheiro, que é a capacidade de entender e resolver problemas de ordem técnica.

1 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo - Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

2 - Universidade Cruzeiro do Sul - Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

3 - Universidade Cruzeiro do Sul - Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

4 - Universidade Cruzeiro do Sul - Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

Conforme Ferruzzi (2003), as discussões sobre a Educação Matemática no Brasil e no mundo, apontam para a necessidade de se adequar o ensino às novas tendências educacionais, as quais podem contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem da Matemática. As recomendações sugeridas pela sociedade e pelos órgãos educacionais enfatizam um ensino que valorize o desenvolvimento do raciocínio, da capacidade de trabalhar em equipe e solucionar problemas, de compreender as tecnologias e de se adaptar a uma sociedade cada vez mais exigente e em mutação rápida. É sabido que a Matemática é componente extremamente importante nos cursos de engenharia e de tecnologia. O cálculo diferencial e integral, juntamente com outras disciplinas do curso ministradas nos primeiros períodos, formam a base do desenvolvimento de conceitos importantes. Também é consenso que a Matemática tem sido uma das principais responsáveis pela reprovação e/ou desistência de muitos estudantes desde o ensino básico até o ensino superior.

Assim, metodologias de ensino mais eficazes e que utilizem novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) precisam ser desenvolvidas e aplicadas, principalmente porque o uso de dispositivos móveis e de aplicativos por estes suportados fazem parte de um ambiente extremamente familiar às gerações que chegam às séries iniciais dos cursos mencionados. Associada a metodologias de ensino adequadas, a tecnologia passa a ser um poderoso meio, para modernizar e melhorar significativamente os processos de ensino e de aprendizagem, esperando-se, assim que os resultados da aprendizagem tenham também significativa melhoria. Em outras palavras, que o aluno realmente aprenda Cálculo Diferencial e Integral de maneira significativa e que perceba como, quando e como aplicar tais ferramentas na análise de problemas.

Neste contexto, Farajallah (2016) investigou o impacto do uso de *smartphones*, na aquisição de algumas habilidades e atitudes na solução de equações algébricas na Universidade de Al-Aqsa. O grupo experimental (32 alunos) foi ensinado por meio de *smartphones*, enquanto que o grupo de controle (32 alunos) foi ensinado pelo método tradicional. Os resultados do estudo mostraram "... que há significativas diferenças estatísticas entre os grupos experimental e de controle a favor do grupo experimental...", ou seja, a favor do grupo que utilizou os *smartphones*.

A pesquisa de Conceição et al. (2015), apresentou "... os primeiros resultados da pesquisa em andamento: 'As potencialidades do uso de aplicativos matemáticos para smartphones como um recurso pedagógico em sala de aula'. Essa pesquisa, de caráter qualitativo, está sendo realizada com alunos da Educação Básica de uma escola pública da cidade de Pelotas/RS ... onde foram planejadas e realizadas oficinas que utilizam como recurso o aparelho celular, caracterizando a aprendizagem móvel. Para isso foi selecionado o aplicativo **PhotoMath**, disponível gratuitamente para download, capaz de resolver equações e cálculos matemáticos em tempo real, utilizando apenas a câmera do aparelho." O objetivo da pesquisa foi "... verificar o potencial que esses aplicativos possam ter no processo

de ensino e aprendizagem da matemática, usando-os como uma ferramenta educativa que auxilie o trabalho do professor." As conclusões preliminares do trabalho das autoras indicou que os alunos "... tiveram uma percepção importante que, embora o aplicativo resolva e dê o desenvolvimento dos cálculos, ele não substitui a orientação do professor e nem o raciocínio lógico dos discentes na resolução de situações problemas." Apesar do aplicativo ter algumas limitações, pode-se inferir que seu uso em sala de aula "servirá como mais um recurso pedagógico a ser utilizado pelo professor dentro e fora da sala de aula, se bem utilizado trazendo benefícios como: uma aprendizagem contínua que possa ocorrer em qualquer hora e lugar, uma auto avaliação do aluno já que dá um retorno imediato do erro e acerto, otimizando o tempo em sala e dando suporte a aprendizagem individual e coletiva...".

O objetivo deste trabalho é apresentar uma possível aplicação das TIC, em um plano de atividades de resolução de problemas, envolvendo aplicação de derivadas, especificamente com uso de dispositivos móveis (tablets ou smartphones), dotados com os aplicativos matemáticos *WinPlot* e *PhotoMath*, associados a uma estratégia de ensino baseada na Teoria da Atividade e na Modelagem Matemática.

A seguir, serão apresentados: base metodológica (Teoria da Atividade e Modelagem Matemática), considerações sobre o uso de tecnologias de informação e comunicação, m-learning, uma descrição dos aplicativos computacionais a serem usados como suporte, o plano de trabalho da atividade em sala de aula e as considerações finais.

2 BASE METODOLÓGICA

Nesta seção, são apresentadas a Teoria da Atividade e a Modelagem Matemática, que fundamentam o plano de atividade em sala de aula proposto na penúltima seção deste trabalho.

2.1. Teoria da Atividade

A teoria da atividade surgiu no campo da psicologia, com os trabalhos de Vygotsky, Leontiev e Luria, como um "esforço por construção de uma psicologia sócio-histórico-cultural", fundamentada nos trabalhos de Marx e Engels. Ela apresenta um caráter multidisciplinar, tendo abrangência em vários campos, tais como a educação, a antropologia, a sociologia do trabalho, a linguística, a filosofia, entre outros (DUARTE, 2002). Foi criada muito antes do computador e da complexidade da vida atual, antevendo não só a importância do instrumento como mediador das relações entre o sujeito e seu ambiente, como também parecendo ser capaz de explicar a complexidade dessas relações. (ALMEIDA, 2016).

Em geral, a teoria da atividade possui os seguintes princípios básicos (ALMEIDA, 2016):

- a) **Princípio da estrutura hierárquica da atividade:** estabelece que a atividade humana é organizada por três níveis hierárquicos complementares: a atividade, a ação e a operação. A atividade é composta por ações, que por sua vez são implementadas por operações, que dependem das condições de execução das ações.

- b) **Princípio da orientação a objetos:** especifica que toda ação é orientada a objetos, pois estes incorporam o motivo da atividade. A interação dos processos mentais com o mundo exterior é sempre orientada a objetos (deste mundo real). Estes objetos “acabam modelando e motivando as atividades dos sujeitos.” Segundo Leontiev (1983), “... para a Teoria da Atividade, é na atividade do sujeito, mediada pelo contexto social e pelas ferramentas culturais, que se dá o processo de interação com os objetos do conhecimento. O objeto da atividade é o seu motivo real. Não pode existir atividade sem um motivo.”
- c) **Princípio da internalização / externalização:** Este princípio enfatiza que processos mentais são derivados das ações externas através do curso da internalização e que toda atividade envolve processos de internalização e externalização, “... que se inter-relacionam e se influenciam dialeticamente. “Para Leontiev (1978), a atividade interna é constituída a partir da atividade prática sensorial externa, ou seja, a forma primária fundamental da atividade é a forma externa, sensório-prática, não apenas individual, mas fundamentalmente social. “A transformação da atividade externa em interna acontece por meio do processo de internalização. A passagem do externo para o interno dá lugar a uma forma específica de reflexo psíquico da realidade à consciência (ASBAHR, 2005 apud ALMEIDA, 2016)”. Na internalização, ocorre a conversão de processos e objetos materiais externos (interação com o ambiente), a partir do contexto no qual o indivíduo está inserido, para processos executados no plano mental (plano da consciência). Já na externalização, que é o processo inverso da internalização, ocorrem as manifestações dos processos mentais através de falas e atos.
- d) **Princípio do desenvolvimento:** Conforme a teoria da atividade, entender um fenômeno significa conhecer como esse se desenvolveu até sua forma atual, pois, ao longo do tempo, acontecem alterações. Assim, uma atividade é um fenômeno dinâmico construído historicamente, cujos elementos se transformam ao longo de seu desenvolvimento. Este princípio indica, portanto, que a atividade humana é dinâmica, alterando-se e transformando-se ao longo da evolução humana.
- e) **Princípio da mediação:** As atividades são mediadas por regras, procedimentos, leis, ferramentas, máquinas, sujeitos, signos e contextos, enfim, por artefatos que são de natureza material ou imaginária. Portanto, para compreender melhor, por exemplo, o papel de objetos como dispositivos móveis e estratégias de ensino, livros, ou ainda conceitos, não se pode dissociá-los do contexto das ações de uso. Da mesma forma, para se compreender a atividade humana, deve-se considerar que objetos ou instrumentos (externos ao plano mental) e signos ou símbolos (internos ao plano mental) participam da atividade. O processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação é denominado mediação.

A teoria da atividade é composta por esses princípios, não tomados isoladamente, que, porém, se interpenetram e se complementam.

Conforme Almeida (2016), “... é possível enfatizar a importância de um planejamento educacional que considere as condições, os recursos e a realidade escolar. “Desta forma, depreende-se que “as atividades escolares precisam levar em conta o princípio da orientação ao objeto, da mediação e a importância do social para a aprendizagem.”

2.2 Modelagem Matemática

O conceito de modelo, em geral, se refere a uma representação simplificada de uma situação real, no qual são deixados de lado os detalhes que inicialmente não possuem relevância. Modelo matemático é representação matemática de um fenômeno físico, humano, etc., feita para que se possa melhor estudar o original.

Desta forma, a utilização de modelos matemáticos, com a finalidade de “... compreender os fenômenos da natureza e suas leis, realizar previsões dos comportamentos destas leis e construir conceitos que expliquem os fatos que nos rodeiam, tem sido uma das buscas constantes do homem ...” (FERRUZZI, 2003), tem se constituído em um poderoso instrumento para análise e tomada de decisões, especialmente nos processos industriais.

D'Ambrosio (1986) conceitua a modelagem como “o processo mediante o qual se definem as estratégias de ação do sujeito sobre a realidade ...”, isto é, “o caminho de criação do modelo.”

Segundo Bassanezi (2002), “a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.”

Berry e Houston (1995 apud FERRUZZI, 2003) chamam de Modelagem Matemática todo o processo de abordagem de um problema real, incluindo a formulação do modelo, cujo objetivo é a resolução do problema.

Neste sentido, a modelagem matemática é largamente utilizada, tanto no ensino de disciplinas específicas de cursos de Engenharia e de Tecnologia, como por profissionais destas últimas em seu campo de trabalho, na representação de situações e na resolução de problemas. Segundo Chevillard (2001, apud FERRUZZI, 2003), “Um aspecto essencial da atividade matemática consiste em construir um modelo (matemático) da realidade que queremos estudar, trabalhar com tal modelo e interpretar os resultados obtidos nesse trabalho, para responder as questões inicialmente apresentadas. Grande parte da atividade matemática, pode ser identificada, portanto, com uma atividade de Modelagem Matemática.”

O uso da Matemática como linguagem simbólica conduz a uma representação da situação problema em termos matemáticos. Deste modo, um modelo matemático pode ser entendido como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representa uma situação, um fenômeno ou um objeto real a ser estudado. Os modelos matemáticos podem ser expressos através de gráficos, tabelas, equações, sistemas de equações, etc. (BASSANEZI, 2002; FERRUZZI, 2003).

Desta maneira, a principal finalidade da modelagem matemática é solucionar ou representar, por meio de

um modelo, um problema não-matemático, a partir de um conjunto de regras e procedimentos que orientem o modelador. Para tanto, é necessário que este sujeito tenha suficiente conhecimento científico e de técnicas matemáticas, além de experiência, intuição e criatividade, a fim de que se possa visualizar, mesmo que superficialmente, possíveis soluções para o problema “modelado”.

Enfim, o papel da modelagem matemática é o de “... uma atividade de construção, validação e aplicação de modelos de uma situação problemática, utilizando-se para isso conceitos matemáticos”(FERRUZZI, 2003).

O uso da modelagem matemática como estratégia de ensino tem sido objeto de pesquisa no Brasil há, pelo menos, trinta anos. O trabalho de Biebengut (2009) levantou aspectos sobre pesquisas na área, no que se refere à aplicação da modelagem matemática no ensino, desde a década de 1980. Um desses aspectos indica que “O que é cabível, se considerar que a modelagem emerge como estratégia para motivar estudantes, nos mais diversos níveis de escolaridade, a aprender matemática e se consolida como método não apenas para motivá-los a aprender matemática, mas principalmente, propiciar a eles a capacidade de realizarem, fora da sala de aula, modelagem e aplicações em outras áreas de conhecimento e diferentes contextos; isto é, resolver problemas, tomar decisão, ter senso crítico e criativo” (BLUM et al, 2004 apud BIEBENGUT, 2009). Segundo a autora, várias pesquisas indicaram vantagens do uso da modelagem matemática, sobretudo para a relação ensino e aprendizagem, na medida em que “os modelos matemáticos, podem contribuir para que os estudantes tenham melhor produção linguística ao utilizar registros diferentes: verbal, vívido e algébrico.

Uma vez que a atividade cognitiva atravessa uma evolução complexa que inicia como experiência, passa a outra experiência vivida por gestos e palavras, continua conectando com uma representação de dados e que pode culminar com o uso da linguagem matemática ao descrever relações entre as quantidades envolvidas na experiência, descrever os fenômenos ao redor” (ARZARELLO, PEZZI e ROBUTT, 2007 apud BIEBENGUT, 2009). Vale ainda reforçar que “É de valor à Educação Matemática considerar as discussões sobre modelos matemáticos e desenvolver habilidades e conceitos necessários para que o estudante possa melhorar a apreensão dos conceitos matemáticos frente à aplicabilidade e saber integrar a matemática a outras áreas do conhecimento” (BIEBENGUT, 2009).

3 USO DAS TIC, M-LEARNING, DISPOSITIVOS MÓVEIS E APLICATIVOS MATEMÁTICOS

É inegável que o desenvolvimento tecnológico tem assumido um papel inovador e transformador nas sociedades ao redor do mundo, em especial nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, causando profundas mudanças em comportamentos, relacionamentos e formas de comunicação, principalmente nas gerações mais jovens, que já nascem e crescem em um ambiente com tais tecnologias incorporadas em seu dia-a-dia.

Assim sendo, professores não podem mais ficar alheios a esta realidade, em que o computador

e o acesso a redes de comunicação à distância estão cada vez mais presentes na sua vida e em sua atividade profissional. Dessa forma, é necessário adequar os métodos de ensino e incluir metodologias que envolvam as TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) em seu trabalho. Dos Santos (2004) explica que, “no caso particular do ensino da Matemática, é de grande importância que o mesmo possa ser realizado com a utilização de todas as facilidades que as TIC proporcionam, incluindo a disponibilidade de diferentes tipos de aplicações úteis para o ensino da Matemática (como, por exemplo, sistemas de computação algébrica, aplicações de geometria dinâmica e sistemas de modelação computacional)”, abrindo melhores possibilidades de uma dinamização no ensino dos mais diversos conteúdos matemáticos.

Kampff et al. (2004) colocam que “... em uma sociedade de bases tecnológicas, com mudanças contínuas, em ritmo acelerado, não é mais possível ignorar as alterações que as tecnologias da informação e da comunicação (TICs) provocam na forma como as pessoas veem e apreendem o mundo, bem como desprezar o potencial pedagógico que tais tecnologias apresentam quando incorporados à educação. Já é consenso que o computador é um instrumento valioso no processo de ensino e de aprendizagem e, portanto, cabe à escola utilizá-lo de forma coerente com uma proposta pedagógica atual e consistente.”

Perrenoud (2000) destaca como uma das dez competências fundamentais do professor a de conhecer as possibilidades e dominar os recursos computacionais existente, cabendo ao professor atualizar-se constantemente, buscando novas práticas educativas que possam contribuir para um processo educacional qualificado. Nesse contexto, o professor torna-se indispensável, tornando-se orientador do processo de aprendizagem, podendo dispor dos meios computacionais para atender aos alunos de forma diversificada, de acordo com suas necessidades.

Gravina e Santarosa (1998 apud KAMPFF et al. 2004) indicam que, idealmente, a escolha de aplicativos (*softwares*) educacionais, para a aprendizagem da matemática, deve proporcionar ambientes que permitam ao aluno:

- a) **Expressão:** isto é, descrever, de acordo com a linguagem do ambiente, suas ideias, exteriorizando a concretização de suas construções mentais. De acordo com as ações do aluno, uma representação é visualizada, servindo de base para a reflexão sobre suas concepções (o resultado obtido é o esperado?) e permitindo revê-las, sempre que isto se fizer necessário.
- b) **Exploração:** parte-se de modelos prontos sobre os quais o aluno vai interagir, manipulando-os, buscando compreendê-los, estabelecendo relações e construindo conceitos. Diferentemente da representação de um objeto matemático com lápis e papel, na tela do computador é possível alterar diretamente representações de tais objetos, buscando fazê-los variar e, a partir de tais variações, abstrair a invariância.

3.1 Dispositivos Móveis

O uso de dispositivos móveis, tais como *tablets* e *smartphones*, tem crescido, na medida em que seus preços de aquisição tornam-se cada vez mais acessíveis ao público em geral. Seja para comunicação, em especial no acesso e uso de redes sociais, seja para diversão ou entretenimento (jogos *online*, filmes), a disseminação de tais dispositivos tem sido crescente a cada ano.

Cresce também, no mundo da educação, o interesse em se aplicar esses dispositivos, dotados de aplicativos educacionais adequados, nos processos e atividades de ensino e aprendizagem, principalmente pela familiaridade com que as novas gerações possuem na manipulação dos mesmos. Conforme Almeida (2016), a utilização de novas estratégias e instrumentos para sustentar a aprendizagem presencial ou a distância, fundamentada na expansão e acessibilidade à Internet, viabiliza novas possibilidades no processo de ensino e aprendizagem. Diante das possibilidades do uso de dispositivos móveis na educação, percebe-se a necessidade de se criar ou adaptar práticas de ensino adequadas a esse novo ambiente em que educação e tecnologia se interconectam.

Para Graziola Júnior (2009), dispositivos móveis por si só não se constituem em novos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que a inovação implica na superação de paradigmas. Seus trabalhos têm demonstrado que uma das questões mais frágeis no contexto da aprendizagem com mobilidade é a questão didático-pedagógica. Fonseca (2013) acrescenta que o potencial da tecnologia não reside nela própria, mas na interação com o homem. Portanto, isso gera a necessidade de que estudantes e professores estejam preparados e dispostos para que essa apropriação possa de fato representar transformação e suscitar ganhos para a Educação.

Portanto, pelo exposto, a aplicação da tecnologia, como meio de viabilizar os processos e atividades de ensino e aprendizagem, deve estar associada a uma ou mais metodologias de ensino, que orientem o uso adequado desses meios, ligando a eficácia de tais processos e atividades aos objetivos educacionais ou instrucionais pretendidos.

3.2 M-Learning

O "*mobile learning*", ou simplesmente "*m-learning*", surgiu com o advento da *Internet*, dos dispositivos móveis, tais como os *tablets* e *smartphones*, e dos aplicativos (*softwares*) desenvolvidos para serem executados nestes dispositivos, dotados de sistemas operativos *Android* ou *IOS*, além da intensa disseminação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em redes informatizadas. O "*m-learning*" busca entender como a mobilidade dos estudantes, favorecida pela tecnologia pessoal e pública, pode contribuir para o processo de aquisição de novos conhecimentos, habilidades e experiências (SHARPLES et al., 2012 apud ALMEIDA, 2016).

De acordo com Parsons (2013), *mobile learning* (ou *m-learning*) "consiste em qualquer forma de aprendizado que ocorre utilizando um dispositivo móvel, seja em movimento ou estática, seja em contextos formais ou informais, seja trabalhando de forma colaborativa ou sozinho."

Segundo Batista e Behar (2009), diversos estudos associam *m-learning* à *e-learning*. Quinn (2000 apud BATISTA e BEHAR, 2009) defende que *m-learning* é *e-learning* desenvolvida por meio de dispositivos móveis. Reiterando essa visão, Georgiev et al. (2004 apud BATISTA e BEHAR, 2009), afirmam que a *m-learning* pode ser entendida como um novo estágio da educação a distância (*d-learning*) e da *e-learning*. Wains e Mahmood (2008 apud BATISTA e BEHAR, 2009) afirmam que *m-learning* visa atender alguns aspectos que ainda prejudicam a *e-learning*, como falta de infraestrutura de acesso à Internet nos países em desenvolvimento e a questão da mobilidade dos alunos.

3.3 Aplicativos Matemáticos: PhotoMath e WinPlot

O *PhotoMath*, criado pela empresa britânica *Microblink*, é gratuito e disponível para *iOS*, *WindowsPhone* e *Android*, sendo capaz de fazer cálculos com expressões ou equações algébricas impressas em livros. Basta apontar a câmera do *smartphone* para a fórmula e ver o resultado. Além disso, o usuário pode ter acesso aos passos para chegar à solução (GREGO, 2014), caso o usuário queira tirar alguma dúvida como se faz, para chegar ao resultado. Suporta aritmética básica, frações, números decimais, equações lineares e diversas funções matemática usuais, como logaritmos e também permite o cálculo de derivadas e integrais de funções. Em muitos casos de uso, o aplicativo apresenta a resolução passo a passo até a resposta final da expressão ou equação enquadrada pela câmera, o que pode auxiliar o aluno no entendimento da solução apresentada. A Figura 1 mostra uma vista parcial do uso e da tela do *Photomath*.

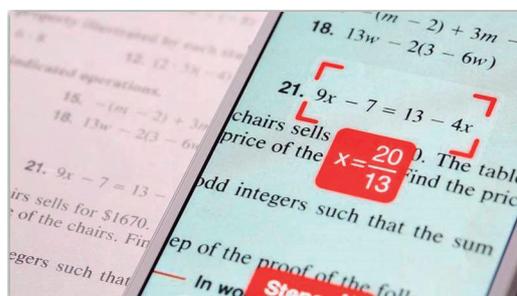


Figura 1 - Vista parcial de uma tela do aplicativo "PhotoMath"
Fonte: Grego (2014).

O *PhotoMath* precisa ser aperfeiçoado, tendo em vista que ainda não reconhece caracteres manuscritos, porém é um aplicativo com um enorme potencial.

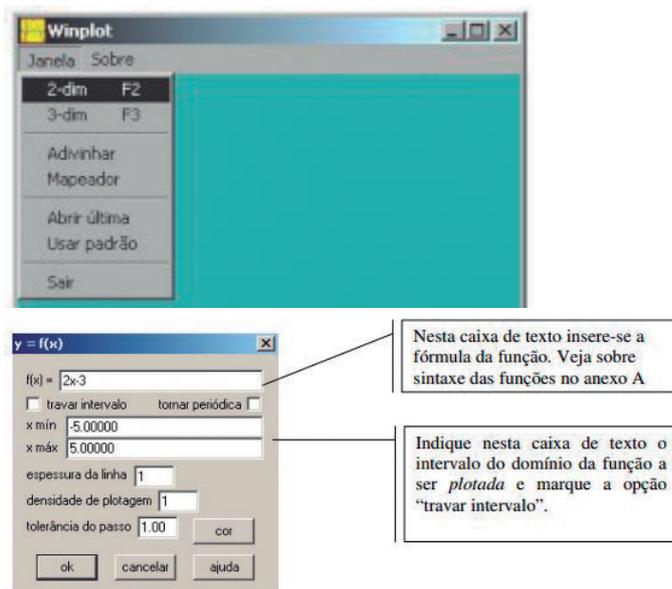
O *WinPlot* é um aplicativo matemático gratuito, adequado para plotar e visualizar gráficos de funções matemáticas. Foi desenvolvido pelo professor Richard Parris **Philips Exeter Academy** (New Hampshire – Estados Unidos), por volta de 1985. É utilizado no ensino da Matemática em vários países nos cursos de nível médio e superior.

A operação é relativamente simples. O usuário seleciona, em um menu o tipo de função que deseja plotar (implícita, explícita ou parametrizada) e digita a expressão da função desejada. O aplicativo permite

plotar também, na mesma tela e no mesmo sistema cartesiano a derivada da função digitada pelo usuário. Uma vez que o gráfico da função esta plotado na tela, o usuário pode facilmente identificar pontos característicos da curva (máximos, mínimos, inflexão) e, com um clique do mouse, ver as coordenadas destes pontos.

Há versões para os sistemas operativos *Windows* e *Android*.

A Figura 2 mostra algumas vistas do **Winplot**.



Ao pressionar o botão "Ok", o winplot desenha o gráfico solicitado:

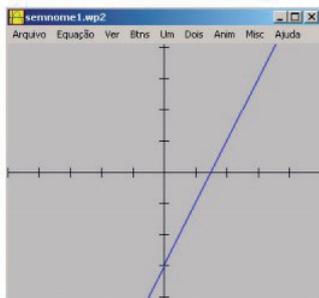


Figura 2 - Vistas parciais de telas do aplicativo "Winplot".

Fonte: <http://wwwp.fc.unesp.br/~arbalbo/arquivos/introducao_winplot.pdf>.

Acesso em: 20 out. 2016.

4 PLANO DE ATIVIDADE

A seguir, propõe-se o plano da atividade a ser aplicadas com alunos do primeiro ano do curso de Engenharia. O tema central da atividade são as aplicações de derivadas de funções básicas na solução dos problemas propostos.

A metodologia de trabalho se baseia na aplicação da Teoria da Atividade, combinada com a modelagem matemática da situação descrita no enunciado dos problemas propostos. Os alunos podem trabalhar individualmente ou, de preferência, podem ser organizados em duplas. Espera-se que a tarefa seja realizada por volta de cem minutos.

A seguir, são apresentados os enunciados de problemas propostos, extraídos e adaptados de Leithold (1994).

I. Um foguete é lançado verticalmente para cima, velocidade inicial de 560 m/s e com aceleração constante de -16 m/s^2 e, após t segundos ele estará a s metros do solo. Pede-se:

- Modelar a função $s(t)$;
- Plotar o gráfico da função $s(t)$, usando o aplicativo **WinPlot**;
- Determinar a função velocidade $v(t)$, por derivação da função $s(t)$, analiticamente e depois, usando o aplicativo **PhotoMath**;
- Comparar os resultados obtidos analiticamente e com o uso do **PhotoMath**;
- Plotar o gráfico de $v(t)$ no mesmo sistema cartesiano onde foi plotado o gráfico de $s(t)$, usando o **WinPlot**, fazer observações e comentários;
- Após efetuar eventuais correções, determinar a velocidade do foguete, passados 2 segundos e quanto tempo levará para o artefato atingir o ponto mais alto de sua trajetória. Resolver analiticamente e depois com o aplicativo **PhotoMath**. Comparar os resultados obtidos.
- Localizar e marcar estes pontos nos gráficos construídos com o WinPlot, fazer observações e comentários.

II. Um empréstimo de R\$ 1000,00 deve ser pago, em um único pagamento, ao final de um ano. Sabe-se que a taxa de juros (compostos) é de 8% a.m. Pede-se:

- Modelar a função $VF(m)$, sendo VF o valor final e m , a quantidade de meses;
- Determinar o valor a ser pago no final do empréstimo, analiticamente e usando o aplicativo **PhotoMath**;
- Plotar ao gráfico da função, usando o aplicativo **WinPlot** e determinar, pela análise do gráfico, o valor a ser pago no final do empréstimo. Comparar o resultado obtido com o resultado do item b.
- Determinar a taxa de juros anual efetiva, analiticamente e depois usando o aplicativo **PhotoMath**. Comparar os resultados obtidos.

O papel do professor será o de orientador/mediador.

Inicialmente, os alunos fazem uma atenciosa leitura do enunciado do problema, perguntando ao professor eventuais dúvidas com relação ao enunciado, sobre os conceitos utilizados, intervalos de dados escolhidos para a abscissa, entre outros.

Em seguida, partem para a fase de modelagem, na qual se espera a apresentação de um modelo matemático para o problema proposto. A partir do modelo matemático, procede-se a construção do gráfico das funções, usando o aplicativo **WinPlot**, **previamente instalado nos smartphones dos alunos**. Assim se espera que os alunos percebam o comportamento do fenômeno, pela análise do gráfico, além de extrair elementos explorados no enunciado do problema. Usando os recursos do **WinPlot**, os alunos podem

facilmente identificar e isolar os pontos característicos das funções matemáticas envolvidas na modelagem da solução do problema.

Na fase seguinte, trabalha-se a derivação das funções obtidas na fase de modelagem, trabalhando-se analiticamente e usando o aplicativo **PhotoMath**, previamente instalado nos *smartphones* dos alunos, com a intenção de confrontar os resultados obtidos na solução analítica, bem como explorar potenciais ao aplicativo. Ao final da atividade, o professor pode fazer correções, colocações e comentários adicionais que julgar pertinentes.

A seguir, cabe, então, ao professor efetuar a avaliação da atividade, da maneira que julgar mais conveniente, de acordo com os objetivos instrucionais previstos ou almejados em seu plano de ensino ou de aula, buscando colher elementos, quanto à eficácia da aplicação da metodologia proposta, tanto pela própria observação ao longo da realização dos trabalhos, como também colhendo opiniões e comentários dos alunos, fazendo, desta forma, uma comparação e análise crítica, em confronto com os métodos tradicionais utilizados para ensinar e aplicar o tema abordado. Sugere-se uma avaliação diagnóstica antes de aplicar a metodologia aqui proposta e uma avaliação de verificação após a aplicação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou apresentar uma maneira de ensinar e aprender cálculo diferencial e integral, diferente da metodologia tradicional de ensino, porém sem descartar esta última totalmente. O plano de atividade proposto tem por finalidade evitar o simples e tradicional “repetir o que o professor faz para ver se o aluno aprende”, introduzindo o uso das TIC.

Desta maneira, espera-se que o aluno possa ter maior interesse por meio de sua maior participação, bem como relativo controle, sobre os conceitos e técnicas que está a aprender, usando um instrumento (isto é, uma tecnologia) que lhe é familiar. Além disso, a aplicação do plano apresentado pode ser usado, para incentivar o aluno a pesquisar diferentes maneiras de visualizar a solução do problema, seja pela forma analítica, bem como pela observação dos gráficos das funções envolvidas na modelagem da solução do problema.

Os resultados esperados são a melhoria da eficácia dos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que o ambiente fornecido pelo uso dos dispositivos e aplicativos constitui uma ambiente familiar e favorável à aprendizagem, calcado em uma combinação das metodologias expostas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. R. **Mobile Learning no Processo de Ensino e Aprendizagem de Conteúdos de Genética**: proposta e análise com base na Teoria da Atividade. 2015. 210 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2015.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BATISTA, S. C. F.; BEHAR, P. A. **M-Learning e a Matemática**: mapeando recursos e modalidades educacionais. In Ciclo de

Palestras Novas Tecnologias na Educação (CINTED), dez. 2009. v.7, n. 3, UFRGS. Nov. 2009.

BIEMBENGUT, M. S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. In ALEXANDRIA: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.7-32, jul. 2009. Blumenau: UFSC, 2009.

CONCEIÇÃO, D. L. et al. O Uso do Aplicativo *PhotoMath* Como Um Recurso Pedagógico na Aprendizagem de Matemática. V CONGRESSO URUGUAYO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA – CUREM5. Montevideo, 2015. ISSN 1688-9886. Disponível em: <<http://www.semur.edu.uy/curem5/actas/pdf/78.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2016.

D'AMBRÓSIO, U. **Da Realidade à Ação**: reflexões sobre educação e matemática. São Paulo: Unicamp, 1986.

DOS SANTOS, E. A. A. et al. **Formação de Professores para a Integração das TIC no Ensino de Matemática**: Um Estudo na Região Autónoma da Madeira. Bragança. Simpósio Internacional de Informática Educativa. 6. Coimbra: Center for Computational Physics, 2004. p. 337-345. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1094/1/PA17_2004dosSantos_et al.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

DUARTE, N. A Teoria da Atividade Como Uma Abordagem para A Pesquisa em Educação. In: **Perspectiva**, v. 20, n. 02, p.279-301, jul. / dez. 2002. Florianópolis: UFSC, 2002.

FARAJALLAH, A. E. The Impact of Using Smartphones to Gain Algebraic Equations Solutions and The Literary Student-Teachers' Attitudes Towards Mathematics at Al Aqsa University. **International Journal of Recent Scientific Research**, v. 7, n. 1, pag. 8282-8293, January, 2016, ISSN: 0976-3031. Disponível em: <<http://www.recentscientific.com>>. Acesso em: 13 out. 2016.

FERRUZZI, E. C. **Modelagem Matemática Como Estratégia de Ensino e Aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos Superiores de Tecnologia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC, 2003.

GREGO, M. App *PhotoMath* É O Pesadelo dos professores de Matemática. São Paulo: Abril, 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/app-photomath-e-o-pesadelo-dos-professores-de-matematica>>. Acesso em: 21 fev. 2016.

KAMPFF, A. J. C. et al. Novas Tecnologias e Educação Matemática. In: Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação (CINTED), jul. 2004. v.2, n. 2, UFRGS. Nov. 2004.

LEITHOLD, L. **O Cálculo com Geometria Analítica**. 3 ed. V. 1. São Paulo: HARBRA, 1994.

LEONTIEV, A. N. *Activity, Consciousness, and Personality*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978. Disponível em: <<http://www.marxists.org/archive/leontev/works/1977/leon1977.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2013.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, Conciencia, Personalidad. La Habana**: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

PARSONS, D. The Future of Mobile Learning and Implications for Education and Training. In: ALLY, M. TSINAKOS, A. Increasing Access through Mobile Learning. pp. 217-229. Burnaby: Commonwealth of Learning, 2014.

PERRENOUD, P. “Construir competências é virar as costas aos saberes?” In: **Revista Pátio**, Porto Alegre: ARTMED, ano 03, nº 11, jan. 2000 (p. 15-19).

ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTOS DE CUSTOS: UM ESTUDO DE CASO

COMPARATIVE ANALYSIS OF COSTS BUDGET: A CASE STUDY

Marcelo Bernardino Araújo¹
Alexandre Reboledo²

Data de entrega dos originais à redação em: 20/04/2016
e recebido para diagramação em: 28/06/2017.

Este estudo compara dois métodos de orçamentos de custos identificados em um departamento de orçamentos em uma construtora paulista. Para tanto, foram comparadas diferentes metodologias de execução de custos. O objetivo deste artigo é comparar os métodos existentes definindo a sua confiabilidade, critérios de elaboração e sua utilização no dia-a-dia. Para a análise foi abordado um estudo de caso de um galpão logístico, empreendimento localizado no município de Itaquaquecetuba. Foram conduzidos os estudos utilizando o método paramétrico e um orçamento básico detalhado para esta mesma obra. Os comparativos entre as duas metodologias apontaram uma diferença de 7,82% entre os métodos analisados devido as suas características de execução e condições locais.

Palavras-chave: Orçamento de Obras. Custos Diretos. Custos Indiretos. Construção Civil.

This study compares two methods of cost budgets identified in a budget department in a construction company in São Paulo. For this, different costing methodologies were compared. The objective of this article is to compare the existing methods defining their reliability, elaboration criteria and their use in the day to day. For the analysis, a case study of a logistic shed, an enterprise located in the Itaquaquecetuba municipality, was approached. The studies were conducted using the parametric method and a detailed basic budget for this same work. The comparisons between the two methodologies indicated a difference of 7.82% among the analyzed methods due to their execution characteristics and local conditions.

Keywords: Budget Construction. Direct Costs. Overhead Costs. Building Construction.

1 INTRODUÇÃO

Há duas décadas, logo após a implantação do plano real, existia um perfil de empresa que pouco conhecia o trabalho de um departamento de orçamentos de uma construtora (Azevedo et al., 2013). O orçamento era elaborado pelo departamento financeiro e não se analisava as questões técnicas inerentes a orçamentação. A concorrência era menor e os lucros projetados eram maiores devido à incerteza de mercado e juros altos. Atualmente vivemos novas incertezas de mercado e com uma concorrência cada vez maior (OKAMOTO et al., 2015).

Segundo Santos (2012) em seu trabalho Orçamento na Construção Civil no Processo Licitatório descreve que o orçamento é um instrumento valioso em qualquer estudo preliminar ou de viabilidade. Uma obra sem o seu custo definido pode resultar em uma obra inacabada (ANDERY, 2014).

Devido ao mercado altamente competitivo, a construção civil vem ampliando as suas metodologias de execução, adotando técnicas cada vez mais avançadas para o planejamento e controle dos empreendimentos (XAVIER, 2008). Um setor de suma importância para a definição estratégica e mercadológica da empresa é o de orçamentos. Este departamento fornece subsídios para o nível executivo da empresa para assessorar na definição dos preços de venda de uma concorrência e no controle executivo de uma obra. Mas qual é a importância de um departamento de orçamento?

Este artigo tem como objetivo comparar técnicas de orçamentação aplicada a construção civil de forma sintética e sistematizada. Mostra um embasamento

teórico com pesquisas na área e a aplicação utilizadas em um departamento de orçamentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Orçamento e orçamentação não são sinônimos. Enquanto o orçamento é o produto, a orçamentação é o processo de determinação deste. Para que qualquer projeto apresente um resultado positivo é necessária uma orçamentação eficiente. Assim, a orçamentação é uma das principais áreas no negócio da construção (MATTOS, 2006). O orçamento de uma obra, portanto, não deve ser confundido com uma planilha ou ainda com uma tabela de preços. O orçamento é derivado da matriz de custos ou da planilha de composições de custos e assim, ser capaz de representar nas suas grandezas agregadas um sem-número de decisões técnicas, desde a origem, no Projeto Executivo e no projeto de construção (GIAMUSSO, 1991).

Num regime competitivo como em que vivemos na atualidade, se não tivermos um conhecimento adequado e suficiente na forma de calcular o orçamento ou os honorários, corremos o risco de darmos preços excessivamente elevados e fora da realidade do mercado e, portanto, deixarmos de contratar com o cliente, ou darmos um preço insuficiente para cobrir os custos incidentes e ter grandes prejuízos, podendo até acarretar o encerramento das atividades (TISAKA, 2006). O processo da determinação de um orçamento envolve processos técnicos e financeiros para produzir um orçamento com confiabilidade. O orçamento precede a efetiva execução de um projeto. Deve-se analisar a composição dos custos e as considerações inerentes a um orçamento executivo.

1 - Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista. < mbernardinos@gmail.com >.

2 - Pós-Graduação Lato Sensu em Novas Tecnologias aplicadas a Matemática pela Universidade Federal Fluminense.

Conseqüentemente, a engenharia de custos não termina com a previsão de custos, pois continua na fase de construção, seja pelo planejamento, controle, acompanhamento de custos e ainda na definição dos custos de manutenção das mesmas (Dias, 2001) (CARNEIRO et al., 2013).

A estimativa dos custos e o estabelecimento do preço de venda são considerados um exercício de previsão (MATTOS, 2006). Para essa estimativa de custo ou técnica orçamentária é preciso se conhecer: identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma grande série de itens. Para tanto, requerer atenção e habilidade técnica das partes envolvidas.

O departamento de orçamentos em uma construtora é responsável por gerar subsídios para a concorrência e posterior acompanhamento, planejamento e gestão de um futuro empreendimento.

O processo decisório de uma empresa deve ser pautado em números confiáveis. Para que as decisões tomadas conduzam a empresa na direção desejada é necessário um processo de coleta e seleção de informações para realimentar o processo decisório. Tal processo é parte integrante do planejamento empresarial (WOILER e MATHIAS, 1996).

Um orçamento é determinado somando-se os custos diretos (mão de obra de operários, material, equipamento) e os custos indiretos (equipes de supervisão e apoio, despesas gerais do canteiro de obras, taxas, etc.) e por fim, adicionando-se impostos e lucro para se chegar ao preço de venda. Para participar de uma concorrência, o preço proposto pelo construtor não deve ser nem tão baixo a ponto de não permitir lucro, nem tão alto a ponto de não ser competitivo na disputa com os demais proponentes (MATTOS, 2006).

Existe uma demanda muito grande de tempo e funcionários para produzir um orçamento de qualidade. Devido ao exposto, o departamento de orçamentos é considerado um ambiente estratégico e serve como suporte para o planejamento e gestão de empreendimentos.

As principais metodologias para o orçamento são: orçamento pelo método paramétrico, orçamento estimativo, orçamento básico e orçamento executivo.

O método paramétrico é utilizado um aporte inicial para investimento. São utilizados índices e obras similares para o orçamento. Segundo Taves (2014) o orçamento paramétrico é um orçamento

aproximado servindo para um estudo de viabilidade ou consulta rápida para um cliente.

Os valores podem ser adquiridos por meio de indicadores tais como: Índice Nacional da Construção Civil - INCC, CUB e outros. O INCC é um indicador de variação divulgado pela Fundação Getúlio Vargas.

Já para González (2008) o orçamento paramétrico pode ser obtido por meio da área equivalente de construção. Este tipo de orçamento é utilizado quando há um parâmetro de estudo com obras similares. Para se determinar o valor de cada item do orçamento é dividindo-se o valor deste serviço pela área do empreendimento anterior. Com este número definido por m² é multiplicado pela área da construção atual.

A estimativa é uma forma de orçar mais detalhada que a forma paramétrica. Pode ser do tipo sintético ou analítico. A sua utilização é limitada quando há um anteprojeto ou premissas iniciais básicas. É o orçamento geralmente utilizado para a concorrência. Ele é feito com um projeto básico e tem um prazo relativamente curto para a sua execução. É criado da forma analítica. É determinado o custo unitário de cada serviço elencado em uma planilha orçamentária. Esta planilha é chamada de plano de contas da obra. No PMBOK é chamado de EAP – Estrutura Analítica do Projeto (PMI, 2013). Cada serviço é constituído por custos e quantidades de material, mão de obra, encargos sociais e equipamentos.

Segundo Moura e Concourd (2011) um orçamento analítico ou detalhado muda completamente a ótica do empreendedor, pois este método fornece dados confiáveis compatíveis com o mercado. É o orçamento executado com um projeto executivo e este é realizado para facilitar o planejamento e controle da obra.

As fases de um orçamento são definidas em algumas etapas conforme a Figura 1:

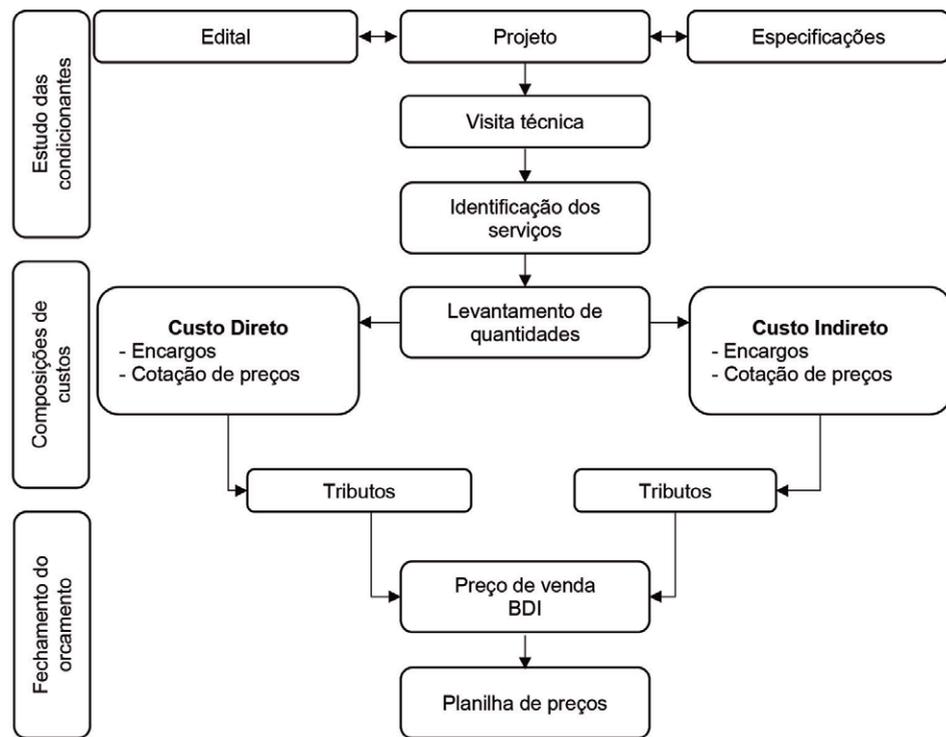


Figura 1- Fluxograma de um orçamento para a realização de obras e serviços de engenharia. Fonte: Adaptado de Mattos, 2006.

Para a elaboração de um orçamento para a concorrência deve-se verificar as condições de obra, tais como: Canteiro de obras, logística de transporte e equipamentos, infraestrutura existente, tipo de terreno, dentre outras. Estes aspectos técnicos impactam significativamente com o custo da obra. Quando existem documentos para a participação da concorrência são recebidos conforme segue:

- Edital;
- Cronograma físico;
- Projetos e aspectos técnicos;
- Memoriais; e
- Minuta de contrato para análise.

Tendo como base as análises e condições do local, memoriais e projetos é executado o levantamento de quantidades. O levantamento de quantidades (*take-offs*) são altamente importantes na fase do orçamento básico e executivo. Ele deve alimentar os itens de uma planilha orçamentária, assim como a checagem dos serviços necessários. Segundo Santos (2014) as características do mundo atual fazem com que seja vital para qualquer empreendimento um estudo detalhado de viabilidade

econômica. Um bom levantamento de quantidades determina um bom orçamento básico ou executivo.

O levantamento de quantidades é feito manualmente ou por meio de uma planilha eletrônica. A análise das dimensões pode ser auxiliada pelo software Autocad. Atualmente está sendo implantada a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) que através do projeto feito no computador podem resultar os quantitativos para a obra seguindo as premissas de medição (BADRA, 2012).

Custo direto é todo aquele que influi diretamente na obra e é mensurável. São classificados em material, mão de obra, equipamentos e serviços. Conforme Tisaka (2006) o custo dos materiais, aluguel de equipamentos, salário-hora dos trabalhadores com encargos sociais são chamados de composições de custos unitários. Cada composição de custo unitário é considerada um serviço numa planilha orçamentária.

A composição é a que definem o plano de contas de um orçamento. Com elas podemos saber o custo direto de um determinado serviço para utilizar para o controle da obra e o planejamento financeiro do projeto.

Atualmente a maioria das empresas de médio e grande porte terceirizam os serviços de mão de obra

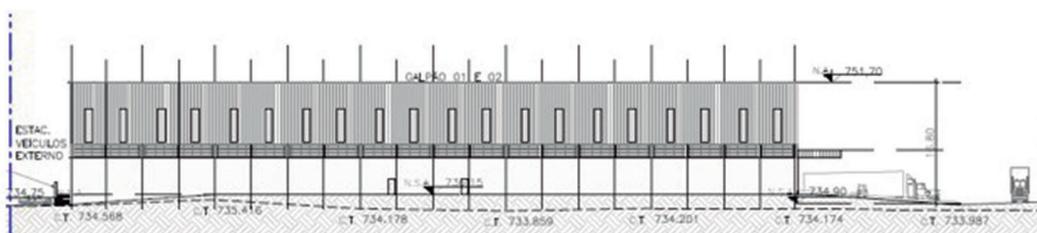
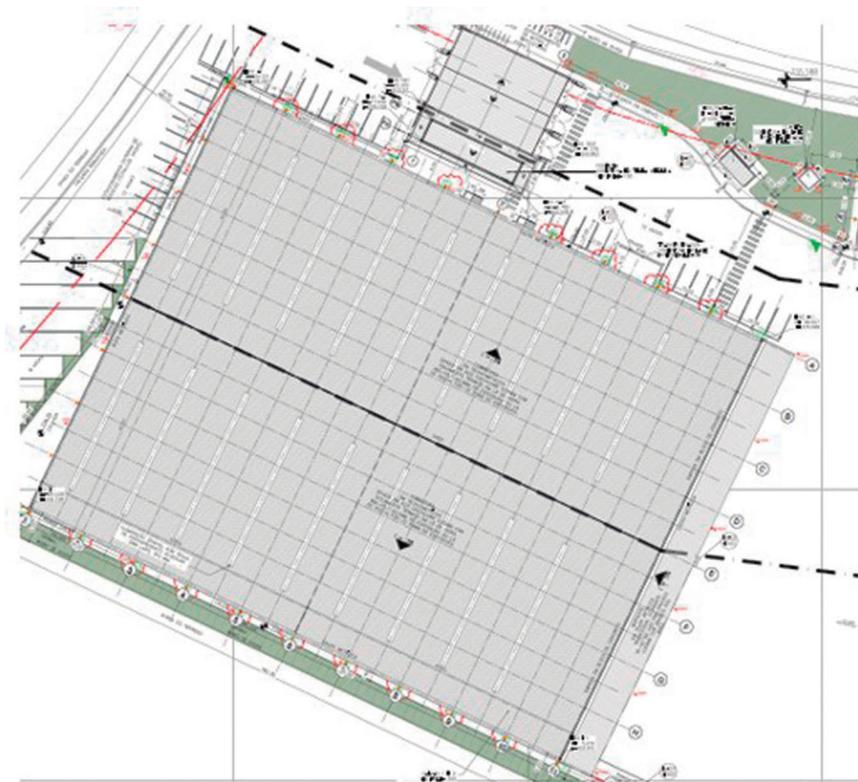


Figura 2 - Planta e corte do empreendimento em Itaquaquetuba

direta para subempreiteiras que determinam o valor empreitado para cada serviço em uma composição medida pela unidade do serviço (PINI, 2012).

Conforme Santos (2012) o cálculo do BDI (*Budget Difference Income* ou Benefícios e Despesas Indiretas) é definido pela própria empresa, efetuando a relação entre as despesas operacionais e o faturamento alcançado. Segundo Mattos (2006) o BDI é o percentual aplicado ao risco de custo para se obter o preço de venda.

$$\% \text{ BDI} = (\text{Custo indireto total} + \text{resultado estimado}) / \text{Custo direto total}$$

Após identificado os custos e margem de lucro é necessário o estabelecimento de um contrato. Conforme Giamusso (1991) existem vários tipos de contratos. Os contratos podem ser por preço global (ou empreitada global), empreitada a preços unitários e por administração. Os contratos por empreitada global podem ser do tipo *Turn-key* (ou chave na mão). Já os contratos por administração podem ser por PMG (preço máximo garantido) ou comum.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa utilizou um estudo de caso desenvolvido para um galpão logístico situado na cidade de Itaquaquecetuba. O estudo do orçamento paramétrico baseou-se no levantamento de resultados de uma obra similar situada na região de Guarulhos apurados no ano de 2014.

Os valores foram atualizados utilizando Índice Nacional da Construção Civil. Também foi desenvolvido um orçamento básico utilizando como base uma estrutura analítica de projeto. No orçamento básico foram cotados e aferidos os principais itens necessários à obra para cada serviço.

Os valores de custo totais foram analisados e comparados com a análise de desvios entre os métodos estudados.

Foi realizado um mapeamento dos fatores que influenciaram nos resultados obtidos e as suas distorções.

4 ESTUDO DE CASO

O empreendimento que será utilizado como estudo de caso é um galpão industrial localizado no município de Itaquaquecetuba/SP. Foi elaborado um orçamento paramétrico, uma estimativa sintética e um orçamento básico do empreendimento em questão. A área da construção é de 9.020,00 m².

No ano de 2014 foi orçada uma obra com características similares em Guarulhos/SP. Trata-se de um município vizinho ao empreendimento estudado. A variação dos custos é pequena e conseqüentemente pode ser utilizada na parametrização. Estamos estudando somente os serviços de construção civil (exceto instalações).

Para o estudo foi adotado o valor venal do Galpão G07 com uma área de 7.214,31 m². O valor de venda para a data de 22/04/2014 é R\$ 1.692,34/m².

Corrigindo o valor por m² conforme INCC-M, coletado pela Fundação Getúlio Vargas, conforme segue:

$$\text{Valor/m}^2 \text{ empreendimento} = \text{Valor/m}^2 (\text{abril/2014}) \times \text{variação INCC-M} = 1692,34 \times 1,121503 (\text{acumulado maio/2014 a dezembro/2015}) = \text{R\$ } 1.897,96/\text{m}^2$$

$$\text{Cálculo do orçamento paramétrico da obra de Itaquaquecetuba (janeiro/2016)} = \text{área da obra} \times \text{R\$/m}^2 = 9.020,00 \text{ m}^2 \times 1.897,96/\text{m}^2 = \text{R\$ } 17.119.599,20$$

Entretanto, algumas características técnicas que podem diferenciar entre as construções, tais como:

- Características do terreno da construção (que incidem diretamente nas fundações profundas e a base para o piso de concreto);
- Critérios e soluções de fechamento e cobertura.

Constatou-se na visita que o terreno está localizado em uma esquina e já está todo cercado e com tapumes. O solo é de baixa qualidade e com baixa resistência a compressão. As ruas são pavimentadas e possui acesso pela Rodovia Ayrton Sena. A distância da construtora até o empreendimento é de 48,90 km. Segue a descrição da visita (Figura 3).

Tabela 1 - Orçamento base para cálculo (Base - Abril/2014)

Item	Edificação	Área (m2)	Valor unitário	R\$/m2
1	GALPÃO G03B	29.145,84	29.062.910,28	997,15
2	ÁREA COMUM G03B	1.057,69	5.913.870,16	5.591,29
3	GALPÃO G04	20.432,07	24.429.405,89	1.195,64
4	ÁREA COMUM G04	1.028,66	4.960.777,93	4.822,54
5	GALPÃO G07	7.214,83	12.209.945,40	1.692,34
6	ÁREA COMUM G07	1.222,51	3.681.736,16	3.011,62
7	LOADING	6.435,00	1.994.553,25	309,95
8	PORTARIA TIG	2.546,18	4.862.175,69	1.909,60
9	GALPÃO TIG100	31.860,00	32.206.239,01	1.010,87
10	GALPÃO TIG200	58.860,00	56.914.942,99	966,95
11	GALPÃO TIG300	56.131,88	50.663.459,29	902,58
12	ÁREA COMUM TIG	7.389,37	22.764.444,76	3.080,70
Totais		223.324,05	249.664.460,8	1.117,95

Fonte: Construtora Fonseca e Mercadante Ltda. (2014).

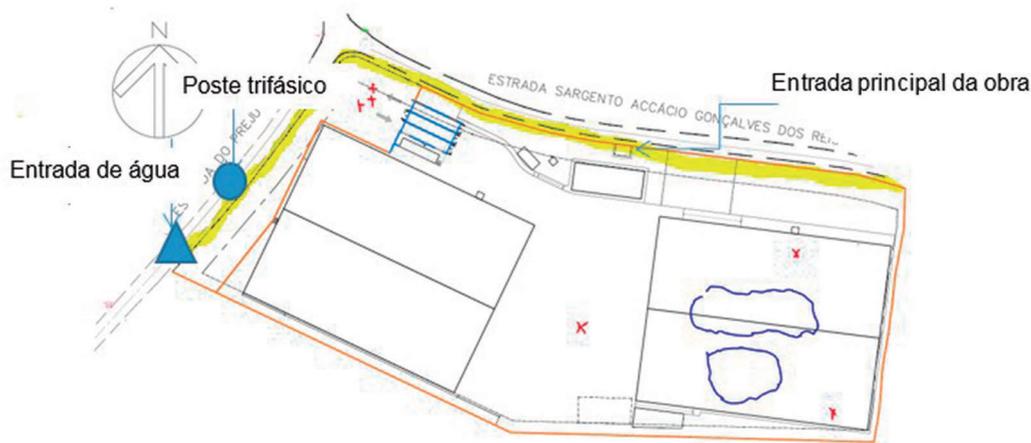


Figura 3 - Situação do empreendimento



Figura 4 – Fotos do local de implantação do empreendimento

Na Rodovia Airton Sena existe um pedágio para ir até a obra e outro para voltar. A entrada principal do empreendimento está localizada na Estrada do Preju. A estrada secundária não é viável logisticamente devido à necessidade de recapeamento. Parte do tapume está executada (em amarelo). Existe entrada de energia trifásica (círculo azul) e cavalete para abastecimento de água (triângulo azul). Na área do terreno onde será executada a segunda fase do empreendimento está inundado (trecho desenhado em azul). Os locais demarcados com um "X" vermelho são árvores a serem retiradas.

Recebemos do cliente os projetos básicos de arquitetura, fundação, estrutura e terraplenagem. Os memoriais vieram detalhados.

Em função da boa qualidade dos materiais recebidos do cliente para orçamento o levantamento de quantidades foi facilmente elaborado.

Para desenvolver a análise dos custos diretos devem-se aferir os itens de acordo com o método de Pareto. Na construção civil é chamado de curva ABC.

Como o departamento de suprimentos necessita de subsídios para cotação e compra para a obra, a curva ABC precisa ser dividida por Grupos de insumos. Segue abaixo um ABC por grupo resumido (tabela 2).

Analisando a curva ABC verifica-se que 25% do total da obra estão no custo direto da estrutura metálica. Geralmente é estudada a redução com fornecedores de até 85% da curva. Estes são os itens macros da construção.

Após a análise do departamento de suprimentos e conjunto com o departamento de orçamentos é gerado a planilha orçamentária de custos diretos. Já para a elaboração do custo indireto foi utilizada uma planilha facilitadora necessária para a obra em questão.

A planilha de custo indireto é composta pela listagem de equipamentos necessários a obra, os funcionários necessários para a administração do canteiro de obra, custos de administração e operacionalização da obra, o custo do canteiro de obra, seguros, dentre outros. As tabelas 3, 4 e 5 demonstram os custos estudados para a obra do Galpão em Itaquaquetuba em janeiro de 2016.

Tabela 2 - Curva ABC por grupo de insumos

Cód.	Descrição	Custo total	Part. %	% Acumulado
EME	Estrutura metálica e cobertura	2.327.689,80	25,25	25,25
SUB	Mão de obra subempreitada	1.746.178,53	18,94	44,19
SQA	Esquadrias em alumínio	1.470.897,00	15,96	60,15
ECO	Estrutura de concreto	1.012.632,00	10,98	71,13
CON	Concreto usinado	665.810,38	7,22	78,35
AÇO	Aço e acessórios p/ armação	592.111,08	6,42	84,77
AGL	Aglomerantes	353.248,29	3,83	88,61
SQF	Esquadrias de ferro e artefatos	255.696,65	2,77	91,38
ALV	Alvenarias e artefatos de concreto	221.876,00	2,41	93,79
TER	Terraplanagem	149.726,00	1,62	95,41
FOR	Forros e divisórias	67.239,74	0,73	96,14
PNT	Pinturas	66.060,33	0,72	96,86
MAR	Mármore, granitos e pedras	50.032,50	0,54	97,40
FMA	Formas, madeiras e cimbramento	42.480,66	0,46	97,86
FUN	Fundações profundas	38.561,19	0,42	98,28
SQM	Esquadrias de madeira e ferragens	34.692,91	0,38	98,66
PID	Pisos industriais	34.276,00	0,37	99,03
RCE	Revestimentos cerâmicos	33.976,50	0,37	99,40
PCO	Piso de concreto	23.610,00	0,26	99,65
PLA	Plásticos, borracha e têxteis	15.967,66	0,17	99,83
IMP	Impermeabilizações	8.946,01	0,10	99,92
ELE	Instalações elétricas e hidráulicas	4.520,30	0,05	99,97
LOU	Louças, metais e acessórios	2.719,28	0,03	100,00
<i>Total com insumos</i>		9.218.948,81		

Fonte: Construtora Fonseca e Mercadante Ltda. (2016).

Tabela 3 - Equipamentos para a obra

Equipamentos	Unid.	Quant.	Prazo	Custos Mês	Custo Total
<i>Equipamentos Gerais</i>					36.480,00
Betoneira - 320 litros - Motor Monofásico	un/mês	1,00	6,00	200,00	1.200,00
Bomba Submersa - 6,0 cv - Trifásica - V: 700 l/min	un/mês	2,00	6,00	600,00	7.200,00
Compactor de Solos (sapo) - 220 w - Elétrico	un/mês	2,00	6,00	380,00	4.560,00
Furadeira Manual de Impacto	un/mês	2,00	6,00	120,00	1.440,00
Vibrador para concreto - Monofásico - 40mm	un/mês	4,00	6,00	120,00	2.880,00
Mangote Vibrador - 35mm	un/mês	4,00	6,00	60,00	1.440,00
Mangote Vibrador - 45mm	un/mês	4,00	6,00	60,00	1.440,00
Máquina Lava-jato - Água fria - 1700 psi	un/mês	2,00	6,00	600,00	7.200,00
Serra para mármore - 7"	un/mês	4,00	6,00	180,00	4.320,00
Rompedor Elétrico - 11kg	un/mês	2,00	6,00	400,00	4.800,00
<i>Equipamentos Pesados</i>					87.000,00
Escavadeira Hidráulica Operador e Diesel	un/mês	2,00	1,00	30.000,00	60.000,00
Retroescavadeira com Operador e Diesel	un/mês	1,00	6,00	16.500,00	99.000,00
Caminhão Pipa	un/mês	20,00	6,00	400,00	48.000,00
<i>Fretes</i>					6.600,00
Para Escavadeira Hidráulica	Vb	2,00	1,00	2.400,00	4.800,00
Para Retroescavadeira	Vb	1,00	1,00	1.800,00	1.800,00
<i>Outros Itens</i>					219.680,00
Andaime Tubular	m ² /mês	300,00	6,00	9,60	17.280,00
Andaime Fachadeiro C/ Piso	m ² /mês	2.000,00	1,50	12,00	36.000,00
Andaime - Mont./Desm.	m ²	3.800,00	1,00	13,00	49.400,00
Madeira P/ Andaime	m ²	300,00	1,00	26,67	8.000,00
Lona Plástica Preta	Rolo	5,00	6,00	200,00	6.000,00
Proteções Coletivas	Vb	1	2,00	50.000,00	100.000,00
Fita Zebrada	Rolo	50,00	6,00	10,00	3.000,00
<i>Consumíveis</i>					15.000,00
Lubrificantes, filtros, discos para serras, etc.	vb/mês	1,00	6,00	2.500,00	15.000,00
<i>Total geral</i>					364.760,00
<i>Total mensal</i>					60.793,33

Fonte: Construtora Fonseca e Mercadante Ltda. (2015)

Tabela 4 - Dimensionamento do canteiro de obras

Utilização	Quant.	Larg.	Compr.	Área (m ²)
Anexo 1 (Escritórios)	1,00	7,70	14,30	110,11
Anexo 2 (Portaria e Controle de Acesso)	1,00	3,30	6,60	21,78
Anexo 3 (Almoxarifado)	1,00	4,40	8,80	38,72
Anexo 4 (Depósito de Cimento)	1,00	3,30	6,60	21,78
Anexo 5 (Vestiários/Sanitários)	1,00	7,70	28,60	220,22
Anexo 6 (Refeitório)	1,00	6,60	16,50	108,90
Containers para início das obras	4,00	1,00	1,00	4,00
Depósito Agregados	3,00	2,20	2,20	14,52
Enfermaria	1,00	3,30	3,30	10,89
Pátio de Formas e Armação	2,00	4,40	6,60	58,08

Fonte: Construtora Fonseca e Mercadante Ltda.

Tabela 5 - Equipamentos para canteiro de obras

Equipamento	Unid.	Quant.	Prazo	Custo Mensal	Custo Total
EXTINTOR					7.360,00
Canteiro					
Extintor de pó químico 4 kg	und	12,00	1,00	80,00	960,00
Extintor de CO2 6kg	und	6,00	1,00	300,00	1.800,00
Obra					
Extintor de pó químico 4 kg	und	20,00	1,00	80,00	1.600,00
Extintor de CO2 6kg	und	10,00	1,00	300,00	3.000,00
MÓVEIS PARA CANTEIRO					27.700,00
Mesa (120cm) com gaveta	un/ mês	16,00	1,00	700,00	11.200,00
Cadeira	un/ mês	32,00	1,00	200,00	6.400,00
Água (Bebedouro) - Aquisição	un/ mês	2,00	1,00	1.000,00	2.000,00
Arquivo com 4 gavetas	un/ mês	4,00	1,00	600,00	2.400,00
Aparelho de Telefone – Aquisição	un/ mês	6,00	1,00	50,00	300,00
Mesa para Reunião (200cm)	un/ mês	2,00	1,00	1.200,00	2.400,00
Relógio de ponto	un/ mês	1,00	6,00	500,00	3.000,00
Total geral					35.060,00

Fonte: Construtora Fonseca e Mercadante Ltda.

Com os custos diretos e indiretos determinados são adicionados os impostos e o lucro para o empreendimento. Deve-se lembrar de que a obra é por empreitada global e cerca de 60% dos custos dos materiais serão faturados diretamente ao cliente a fim de evitar a tributação. Os valores dos impostos incidentes estão demonstrados na tabela 6. Com os valores do custo direto, indireto, valores de custos de canteiro de obra, equipamentos e impostos pode ser determinado o preço de venda. A empresa deve determinar o lucro e as despesas com escritório central como apresentado na tabela 7.

Tabela 6 – Incidência de Tributos

Tributo	Alíquota
Imposto sobre serviços	5,00%
Programa de integração social	0,65%
Contribuição para o financiamento da seguridade social	3,00%
Contribuição previdenciária (desoneração da Folha)	2,00%
INSS (3,5% sobre 40% do BDI)	1,40%
Total	12,05%

Fonte: Construtora Fonseca e Mercadante Ltda. (2015)

Tabela 7 – Estudo do Preço de Venda

Item	%	Civil	Indireto
Custo Direto		9.218.948,81	
Custo Indireto			4.899.472,72
Escritório Central	5,00%	460.927,49	244.973,64
Lucro	10,00%	921.854,99	489.947,27
Impostos (desconto 60% fat. direto)	12,05%	1.452.484,99	771.966,38
Total venda		12.053.817,35	6.406.360,01
Total da obra			18.460.177,36
		R\$/m² - Venda	2.046,58
		R\$/m² - Custo	1.565,19

Fonte: Construtora Fonseca e Mercadante Ltda. (2015)

Com os dados obtidos no orçamento paramétrico e no orçamento básico foram comparados os resultados entre os dois métodos de orçamentação (Tabela 8).

Tabela 8 - Comparativo Método paramétrico x orçamento básico

Método	Valor de venda (R\$)	Valor por m ² (R\$)
Paramétrico	17.119.599,20	1.897,96
Básico	18.460.177,36	2.046,58

Fonte: Construtora Fonseca e Mercadante Ltda. (2015)

A diferença entre os dois métodos de orçamento foi de R\$ 1.340.578,16, ou seja, R\$ 148,62 por m² a mais para o método básico. Na comparação entre os dois modelos de orçamentação resultaram um aumento de 7,82% a mais no valor venal para o sistema de orçamento básico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa utilizou um estudo de caso desenvolvido para um galpão logístico situado no município de Itaquaquecetuba/SP. Foram conduzidos os estudos utilizando o método paramétrico e um orçamento básico detalhado para esta mesma obra. O comparativo entre as duas metodologias apontou uma distorção de 7,82% entre os métodos analisados devido as suas características de execução e condições locais.

A diferença entre os métodos de orçamentação influi diretamente na competitividade e apuração de custos de investimentos. Sugere-se que as pesquisas nessa área cresçam para novos comparativos. Essa pesquisa teve como limitação a utilização de apenas duas metodologias de orçamento de custos, mesmo outras sendo propostas na literatura.

REFERENCIAS

ANDERY, Paulo Roberto Pereira. Diagnóstico e análise de aditivos contratuais em obras públicas de edificações. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído-ENTAC**, Maceió. Anais... p. 1126-1135, 2014.

AZEVEDO, Rogério Cabral; ENSSLIN, Leonardo; LACERDA, Rogério Tadeu de Oliveira; FRANÇA, Lisiane Anderson; GONZÁLEZ, Cindy Johanna Ibarra; JUNGLES, Antônio Edésio; ENSSLIN, Sandra Rolim. Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.11, n.1, p 85-104, jan./mar. 2011.

BADRA, Pedro Antonio Lousan. **Guia prático do orçamento de obras: do escalímetro ao BIM**. São Paulo: Pini, 2012.

CARNEIRO, Angelo Augusto Gomes; TEIXEIRA, Rogério Santos; SILVA, Ricardo Antonio Pereira da. Orçamento de obras. **Pensar Engenharia**, Belo Horizonte: v. 1, n. 2, p. 8, jul. 2013.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis**. 5. ed. São Paulo: Pini, 2005.

FGV. **Índice Nacional de Custo da Construção**: INCC. Fundação Getúlio Vargas. Instituto Brasileiro de Economia. Rio de Janeiro/RJ. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92B7684C11DF>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

GIAMMUSSO, Salvador Eugenio. **Orçamento e custos na construção civil**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1991.

GONZALEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo RS; UNISINOS, 2008.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso e exemplos**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

MOURA, Denise Cristina da Rocha; CONCOURD, William. **Análise da aplicação da engenharia de custos: um estudo de caso em uma empresa em Belém-PA**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade da Amazônia, 2011.

OKAMOTO, Patricia Seiko; SALERNO, Mario Sergio; MELHADO, Silvio Burrattino. A coordenação de projetos subcontratados na construção civil. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 9, n. 1, p. 123-143, 2015.

PINI. **TCPO 14**: tabelas de composições de preços para orçamentos. 14. ed. São Paulo: Pini, 2012.

PMI. **PMBOK**: um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Pennsylvania: Project Management Institute, 2013.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda; ANTUNES, Cristiano Eduardo; BALBINOT, Guilherme Bastos. Levantamento de quantitativo de obras: comparação entre o método tradicional e os experimentos de tecnologia BIM, Florianópolis SC, **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 6. n. 12 p. 134-155, 2014.

SANTOS, Ana Paula Santana; SILVA, Nilmara Delfina da; OLIVEIRA, Vera Maria de. **Orçamento na construção civil como**

instrumento de participação no processo licitatório. Trabalho de Conclusão de Curso. Lins: Unisalesiano, 2012.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. Rio de Janeiro RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2006.

WOILER, Sansão, MATHIAS, Washington Franco. **Projetos**: planejamento, elaboração e análise. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

XAVIER, Ivan. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. Fundação para a Pesquisa Ambiental. São Paulo SP: FAU-USP, 2008.

O USO DA REALIDADE VIRTUAL NA APRENDIZAGEM MOTORA DE SOLDADORES

THE USE OF VIRTUAL REALITY IN MOTOR LEARNING WELDERS

Data de entrega dos originais à redação em: 03/03/2017
e recebido para diagramação em: 29/06/2017

Marcelo Santos Damião¹

O processo de soldagem na indústria obteve uma grande evolução nas últimas décadas, necessitando de igual tratamento no ensino técnico e os direcionados para soldadores, neste contexto apenas o desenvolvimento teórico e a prática convencional não estavam sendo eficiente para a formação desses profissionais muito procurados pelo mercado de trabalho. Sendo assim, o surgimento de simuladores de solda (Realidade Virtual) mudam consideravelmente as aulas, tornando-as seguras, sem impactos ambientais e sem desperdício de recursos, enfim, mais atraente para o ambiente educacional. Além de aspectos metalúrgicos, a tecnologia de soldagem envolve conhecimentos em diferentes áreas tradicionais, como: Física, Química, Elétrica, Eletrônica, Mecânica, Ergonomia, Higiene e Segurança, assim como novas áreas, como a do Comportamento Motor. O impacto dessa nova tecnologia didática na aprendizagem motora dos alunos usando esses simuladores torna-se importantes e eficientes, direcionadas para o preparo dos alunos e das aulas de maneira a aproveitar ao máximo este recurso tecnológico.

Palavras-chave: Simuladores de Solda. Segurança. Aprendizagem Motora.

The welding process in the industry achieved a great evolution in the last decades, requiring the same treatment in technical education and in the training directed to welders, in this context, only the theoretical development and the conventional practice have not been efficient for the formation of these professionals much sought by the job market. That way, the emergence of welding simulators (Virtual Reality) change considerably the classes making them safer without environmental impacts and without wasting resources, ultimately, more attractive to the educational environment. In addition to metallurgical aspects, welding technology involves knowledge in different traditional areas, such as: Physics, Chemistry, Electrical, Electronics, Mechanics, Ergonomics, Hygiene and Safety, as well as new areas such as Motor Behavior. The impact of this new didactic technology on the motor learning of students using these simulators becomes important and efficient, aimed at the preparation of students and classes in order to make the most of this technological resource.

Keywords: Welding Simulators. Safety. Motor Learning.

1 INTRODUÇÃO

Uma das definições de soldagem é: “Operação que visa obter a coalescência localizada produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada com ou sem a aplicação de pressão e de metal de adição”, definição adotada pela American Welding Society, (AWS). A soldagem permaneceu como um processo secundário de fabricação até o século XIX, a partir deste século a tecnologia de soldagem começou a mudar radicalmente com pesquisas realizadas no mundo todo, principalmente pelo desdobramento das experiências dos Britânicos Humphrey Davy, (1801-1806) com o arco elétrico e seu primo Edmund Davy, (1815-1830) com a descoberta do acetileno, juntamente com o desenvolvimento de fontes produtoras de energia elétrica que possibilitaram o aparecimento dos processos de soldagem por fusão. Na Inglaterra a primeira patente de um processo de soldagem foi obtida por Nikolai Bernadov e Stanislav Olszewsky em 1885, na Rússia, N. G. Slavianoff por volta de 1980 e nos Estados Unidos por Charles Coffin em 1907. Oscar Kjellberg (Suécia) patenteia o processo de soldagem a arco com eletrodo revestido; Shielded Metal Arc Welding (SMAW), desenvolvimentos posteriores tornaram este processo

uns dos mais utilizados no mundo juntamente com os desenvolvimentos na área de robótica e informática, esta importância é ainda mais evidenciada pela presença de processos de soldagem e afins nas mais diferentes atividades industriais, incluindo desde segmentos de baixa tecnologia (indústria serralheira) até aqueles de elevada tecnologia e complexidade (indústria nuclear e aeroespacial). Neste contexto a partir da década de 80 com o desenvolvimento crescente da Realidade Virtual, primeiramente para uso militar e em seguida sua aplicação em vários segmentos da sociedade, incluindo a didática, a saúde e o entretenimento, surgiu o ambiente para a simulação de processos de soldagem, treinamento e avaliação de soldadores.

De acordo com (KALAWSKY, 1993).

“Uma aplicação de Realidade Virtual típica deve agregar características que a tornem: Sintética: o ambiente é gerado em tempo real por um sistema computacional (ele não é pré-gravado, como acontece, por exemplo, com sistemas de multimídia); Tridimensional (3D): o ambiente que cerca o usuário é representado em 3D, então, o usuário tem a sensação de que o ambiente possui profundidade e que se pode mover-se através

1 - Professor Especialista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

dele; Multissensorial: mais de uma modalidade sensorial é usada para representar o ambiente, como sentido visual, sonoro, espacial (de profundidade) e de reação do usuário com o ambiente; Imersiva: o usuário tem a sensação de fazer parte do mundo sintético gerado. Normalmente, um sistema imersivo é obtido com o uso de capacetes de visualização ou telas ao redor do usuário, como, por exemplo, os sistemas de multiprojeção, mas outros sentidos, como o som e os controles reativos, são também importantes, Interativa: está ligada com a capacidade de o sistema computacional detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele; Realística: trata-se da precisão com que o ambiente virtual reproduz os objetos reais, as interações com os usuários e o próprio modelo do ambiente; Com presença: caracteriza-se como sendo um sentido subjetivo de que o usuário está fisicamente dentro do ambiente virtual”.

Neste trabalho foi analisada a aprendizagem de soldadores no processo (SMAW), com foco no comportamento motor na didática convencional e realizado um ensaio experimental com dois soldadores no ambiente virtual no Instituto Federal de São Paulo - campus Avaré S.P. visando corroborar a importância dos estudos da área Motora para o meio técnico/educacional.

2 APRENDIZAGEM CONVENCIONAL

Para o treinamento na soldagem convencional (SWAW) precisa-se de uma base teórica ministrada em sala de aula onde os fundamentos técnicos serão ensinados, depois para prática, esta prática consiste primeiramente em um local seguro e protegido conforme normas ABNT; NR-18.11, o aluno terá obrigatoriamente que usar os EPIs corretos, ou seja; máscara, toca de brim, luvas de couro, avental de couro, mangotes de couro, perneiras de couros e botas, entre outros, o aluno terá que realizar uma operação de soldagem e repeti-las até conseguir dominar a técnica, isto é, o controle dos movimentos principalmente as mãos e braços, esse processo gradual de redução do erro é denominado de aprendizagem motora. A área de Comportamento Motor é recente no Brasil e está em desenvolvimento, ela envolve as mais diversas linhas de pesquisas que utilizam referencial conceitual e metodológico com: Psicologia, Neurociência, Biomecânica, Neurofisiologia, Biomecânica, Educação Física, Ergonomia, entre outras.

De acordo com (KEELE; SUMMERS, 1976), “Quando finalmente a habilidade é adquirida, a sequência de movimentos torna-se armazenada no sistema de memória, de forma a poder ser executada sem correção constante”, Uma importante aplicação dessa abordagem teórica está no estudo do Comportamento Motor humano que foi concretizada por (MARTENIUK, 1976), quando propôs o seu modelo de desempenho humano:

“O indivíduo deve realizar um número de operações mentais para que possa executar uma habilidade motora, utilizar informações que se encontram disponíveis no ambiente, armazená-las na memória

e processá-las de várias formas”. (...) “Informações relacionadas ao movimento, recebidas pelo executante durante ou após sua realização, são denominadas de feedback. Com base nessas informações, o indivíduo avalia o seu movimento, ou seja, detecta as diferenças entre o seu desempenho real e o desempenho esperado (erro), e por meio de novo processamento decide quais mudanças devem ser feitas ainda durante o movimento, para corrigir o erro cometido e alcançar a meta estabelecida. Muitas vezes o alcance da meta demanda a repetição desse processo em sucessivas tentativas, em que um novo plano motor é elaborado, executado e avaliado até se atingirem performances bem-sucedido”.



Figura 1 - Mesa de soldagem. (Laboratório de soldagem IFSP)

As condições para realizar esta aprendizagem são as mesmas dos soldadores profissionais, Figura 1, isto é, extremamente pernicioso à saúde do homem; roupas pesadas, ABNT; NR-6. Ambiente quente; em torno de 9º acima do ambiente, que de acordo com (WEXLER, 2002), “A exaustão pelo calor ocorre por depleção salina ou desidratação, associada a sintomas como indisposição, vômitos e confusão”. Fumos metálicos; partículas sólidas produzidas por condensação de vapores metálicos; que de acordo com (AWS); “Tem efeitos em curto prazo como: depois de aproximadamente 4 horas; calafrios, febre, sede, dor muscular, dor no peito, fadiga, tosse, náusea e gosto metálico na boca, além de serem irritantes aos olhos e nariz”. Respingos de solda; partículas metálicas extremamente quentes expelidas no ato de soldagem, e Intensa radiação ultravioleta e infravermelha com alta taxa de luminosidade, que segundo (OKUMURA; TANIGUCHI, 1982):

“Caso esses raios sejam irradiados para os olhos do soldador, acima de uma determinada dosagem, ele tem a sensação de estar com um corpo estranho nos olhos, lacrimeja intensamente e tem espasmos nictitantes (piscar de olhos) após um período de incubação determinado pelo tempo das exposições. O intervalo entre a exposição e o surgimento dos sintomas oscila entre meia a 24 horas, mas habitualmente ocorrem num lapso temporal de 6 a 12 horas. O referido período é inversamente proporcional à intensidade da radiação: quanto maior for a dosagem, mais precocemente manifestar-se-ão os sintomas agudos que, geralmente, perduram por aproximadamente 6 a

24 horas, cessando completamente a dor em menos de 48 horas". (...) "Os raios visíveis são transmitidos através da córnea e do cristalino, até alcançarem a retina. Na presença de forte luminosidade, os olhos ficam fatigados, perdendo sua eficiência. Contudo, na maioria das vezes este fenômeno é temporário. Visto que os raios visíveis são refratados pelo cristalino, para serem focalizados na retina, quando os olhos ficam expostos à luminosidade muito intensa, podem sofrer danos".

A aprendizagem e suas condições são fundamentadas em pesquisas como a de (GIBSON, 1972 pag. 79). "A percepção não ocorre supostamente no cérebro, mas surge no sistema retino-neuro-muscular como resultado do sistema como um todo". "A abordagem de processamento de informações pode ser considerada como uma forma de interpretação da maneira como o ser humano interage com o meio ambiente". (SCHMIDT, 1988a). Com (HERZER, 1997), "Constituem riscos ambientais os agentes físicos, biológicos, mecânicos, ergonômicos e químicos, encontrados no local de trabalho e passíveis de causar danos à saúde do trabalhador, devido a sua impureza, concentração ou intensidade". De acordo com a ABNT; NR-9, "Consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador".

3 APRENDIZAGEM USANDO A REALIDADE VIRTUAL (SIMULADORES)

Os avanços tecnológicos na área computacional têm introduzido a Realidade Virtual à sociedade de um modo geral, desmistificando o seu uso e incentivando pesquisas (Martins VF, Oliveira AJG, Guimarães MP. 2013). O processo de Realidade Virtual na educação ainda é incipiente, porém, existe um consenso de que essa tecnologia ajuda na educação, pois as aplicações disponíveis são muitas e os benefícios claros na busca de soluções para resolver alguns dos problemas vividos na educação. A Realidade Virtual não é apenas uma ferramenta, mas é também uma forma de aprender e modernizar áreas em que a mesma seja inserida, ela tem sido cogitada para um uso de maneira intensa no contexto educacional nos últimos anos. Sobre o comportamento motor para a aprendizagem (MECHSNER, 2004) argumentou que; "Controle de movimento voluntário humano é pura e diretamente perceptivo-cognitivo, ou psicológico, na natureza". Segundo (NEWELL, 1986);

"A repetição de um movimento é necessária para que o ser humano possa resolver o problema de "descobrir" a combinação das restrições (do organismo, do ambiente e da tarefa) para aquela situação. O que e como fazer são informações que devem ser fornecidas aos alunos e executantes. Além disso, informação faz-se necessária também sobre os ajustes necessários para melhorar a execução do movimento realizado. Na maioria das vezes, estas informações são conseguidas pelo executante a partir das informações sensoriais disponíveis provenientes da realização do movimento".

Outro fator importante para a aprendizagem e execução de habilidades motoras segundo (NEWELL, 1986) é a motivação, quanto mais motivado e envolvido no processo de aprendizagem melhores as respostas sensoriais obtidas.



Figura - 2 (Fonte: Lincoln Electric)

O simulador de soldagem usando a Realidade Virtual é composto por um computador no tamanho de uma solda real, uma tela de computador, uma mesa de trabalho, uma junta virtual, uma tocha/porta eletrodo e uma máscara de proteção com óculos embutidos conectados ao simulador que permite que o aluno solde do mesmo modo que ele executaria no processo real, Figura 2. O simulador treina o aluno nos procedimentos de soldagem corretos para serem executados e repetidos em diversas situações. O equipamento simula o cordão de solda de acordo com a calibragem ideal dos parâmetros de soldagem, como: tensão, corrente, ângulo de ataque e trabalho, velocidade, etc.



Figura 3 - Simulador de soldagem. (Laboratório de automação do IFSP)

O simulador é uma ferramenta didática avançada para a prática operacional, Figura 3, cada unidade é autônoma e já vem configurada com uma série de exercícios e processos de soldagens de acordo com as normas técnicas para capacitação dos soldadores. Ao final de um exercício o aluno recebe uma nota que reflete sua habilidade e aprendizagem no procedimento, gerando um gráfico na tela do computador. Conforme exemplo de uma soldagem (SMAW), Figura 4, na parte superior central da tela observa-se o primeiro quadro com dois blocos distintos (direito e esquerdo) com linhas coloridas que representam o ensaio de dois soldadores, a da direita um soldador experiente e da esquerda um iniciante, cada cor representa um parâmetro de soldagem (tabela esquerda superior) que quanto mais próximas da linha central melhor, refletindo imediatamente abaixo no quadro central a aparência da solda, já no quadro inferior central são identificados os parâmetros de soldagens no treinamento, que correspondem aos defeitos ocorridos durante o processo, cada cor corresponde a um tipo de defeito (tabela esquerda inferior), observa-se claramente nos três quadros respectivamente na vertical a diferença entre os parâmetros dos dois soldadores; o experiente que através de várias tentativas passadas conseguiu memorizar os melhores movimentos motores e o iniciante que ainda não teve sequências suficientes para sua memorização. Para uma solução mais completa diversas unidades podem ser configuradas em rede para a criação de uma sala de aula para treinamento virtual. Os professores criam e escolhem os exercícios a serem realizados e podem acompanhar em tempo real o desempenho de cada aluno. O histórico de cada aluno permanece no sistema e evidencia a sua evolução no aprendizado, podendo ser utilizado a qualquer momento para visualização e comparação com o tempo, permitindo saber qual o parâmetro específico precisa ser melhorado e treinado.

4 CONCLUSÃO

A tecnologia usando Realidade Virtual para a aprendizagem das técnicas de soldagem é sem dúvida um grande avanço para os alunos, professores e as

empresas, sendo bem aceita no mundo porque atende perfeitamente a demanda do conhecimento prático, é seguro, econômico, eficiente, ergonômico e sustentável, onde se consegue primeiramente um aprendizado em condições metodologicamente controladas, isto é, sem as dificuldades na soldagem real, o aluno poderia iniciar os treinamentos apenas com as roupas normais, sem os EPIs pesados e desajeitados melhorando consideravelmente a memorização motora e, principalmente, sem sofrer com a alta taxa de luminosidade, radiações e fumos metálicos, que por serem inexperientes, poderiam atingir suas retinas, a pele e ou o aparelho respiratório, podendo prejudicar suas aulas por um período indefinido. Devido ao alto avanço tecnológico dos simuladores os alunos ficam motivados para o aprendizado, melhorando consideravelmente as frequências e o rendimento nas aulas. Assim, com a repetição de sequência pré-estabelecidas sendo analisadas, avaliadas e treinadas em um ambiente tecnicamente agradável com alunos motivados há um ambiente favorável à memorização dos movimentos motores mais adequados em menos tempo, auxiliando positivamente o desempenho na soldagem, depois da aprendizagem virtual concluída passa-se para a aprendizagem real (condições normais a de um soldador em seu local de trabalho) com todo o aparato motor praticamente treinado.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor da UNESP de Bauru Dr. Sergio Tosi Rodrigues por suas aulas sobre Comportamento Motor e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus Avaré S.P.

REFERÊNCIAS

AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS). Fumes and Gases in the Welding Environment. Edited by F. Y. Speight, Manager, Safety and Health, and H.C. Campbell, Consultant, 550 N. Lejeune, Miami, Florida, 33126.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NR 18.11, Operações de Soldagem e Corte a quente, D.O.U. 09/12/15.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NR 6, Equipamentos de Proteção Individual, D.O.U. 17/10/01.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NR 9, Programa de prevenção de Riscos Ambientais, D.O.U. 30/12/94.

BERNESTEIN, N. A. The co-ordination and regulation of movements. London: Pergamon Press. 1967.

GIBSON, J. J. A Theory of direct vision perception. In ROYCE, J. R.; ROZEBOOM, W. W. (eds.). The Psychology of Knowing. New York. Gordon & Breach, 1972, pag. 215 – 40. Republicado in NOE, A; THONPSON, E. (eds.). Vision and Mind. Selected Reading in the Philosophy of Perception. Cambridge: Mit Press 2002, pag.77-89.

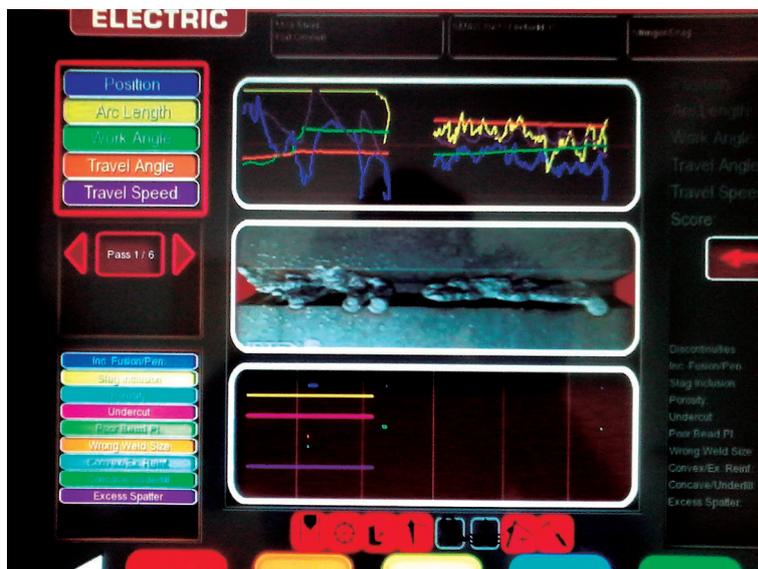


Figura 4 - Tela do simulador de soldagem, processo SMAW. (Laboratório de automação do IFSP)

HERZER, Lauro Stoll. CIPA: Comissão interna de prevenção de acidentes. Porto Alegre: Edição dos Autores, 1997.

KALAWSKY, R. S. The Science of Virtual Reality and Virtual Environments, Great Britain. Addison-Wesley Reading, 1993.

LINCOLN ELECTRIC. Disponível em <<http://www.lincolnelectric.com.br>>. Acessado em 22 dez. 2016.

MARQUES, P.V. ET AL. Soldagem – fundamentos e tecnologia. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, 362, P.

MARTINS VF, OLIVEIRA AJG, GUIMARÃES MP. Implementação de um laboratório de realidade virtual de baixo custo: estudo de caso de montagem de um laboratório para o ensino de Matemática. Revista Brasileira de Computação Aplicada. Passo Fundo, v. 5, n. 1, p. 98-112, abr. 2013 112.

MALLOT, H. A. Computational Vision-Information in Perception and Visual Behaviour Cambridge, MA: MIT Press. 2000.

MECHSNER, F. A psychological approach to human voluntary movements. Journal of Motor Behavior, 36, 355-370. 2004.

NEWELL, K. M. Constraints on the development of coordination. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), Motor development in

children: Aspects of coordination and control (pp. 341-360). Boston, MA: Martin Nighoff. 1986.

OKUMURA, Toshie; TANIGUCHI, Célio. Engenharia de soldagem e aplicações. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; Editora S.A., 1982.

RODRIGO SANTOS. Realidade Virtual auxiliando o ensino da soldagem. Disponível em <Brogdosoldador.com.br/realidade-virtual-na-soldagem>. Acessado em 27/10/2016.

TANI et al: Pesquisa na área de comportamento motor: modelos teóricos, métodos de investigação, instrumentos de análise, desafios, tendências e perspectivas 335, R. da Educação Física/ UEM Maringá, v. 21, n. 3, p. 329-380, 3. trim. 2010.

WEXLER, R. K, "Evaluation and treatment of heatrelated illnesses", Am Fam Physician, 65(11): p. 2307-14, 2002.

XXXII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2012, (Desafie). Curitiba. PR. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2012. p. 1-1.

CONSUMO DE ÁLCOOL POR ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

CONSUMPTION OF ALCOHOL BY UNIVERSITY STUDENTS

Melina Boratto Urtado ¹

Data de entrega dos originais à redação em: 25/08/2016
e recebido para diagramação em: 30/06/2017.

Este trabalho propôs a investigação do consumo de álcool por estudantes de uma Universidade situada no interior de São Paulo. Investigou-se, com a metodologia quantitativo descritiva, uma amostra não-representativa de 160 estudantes do 1º ao 8º período dos cursos de Psicologia, Educação Física, Fisioterapia, e Administração, mediante a aplicação de um questionário auto aplicado, visando identificar a frequência com que estes utilizam o álcool, se utilizam ou não em dias letivos, as perdas acadêmicas para os usuários em dias letivos, as principais motivações que os levam a consumir o álcool durante a semana letiva, de modo a contribuir para a visualização do quadro do consumo de bebidas alcoólicas da universidade desta região. Os resultados indicam que 117 (73%) dos estudantes estão na faixa de idade de 18 a 24 anos, sem diferença discrepante entre os gêneros. Dos 160 acadêmicos pesquisados, 113 (71%) relataram fazer o uso da substância e destes, 56 (50%) foram classificados como bebedores leves e muito pouco frequentes, apontando a cerveja como a principal substância de consumo, citado por 83 (73%). Dos 62 (55%) acadêmicos que utilizam a substância em dias letivos, 23 (37%) acreditam sofrer prejuízo acadêmico onde o fator não aproveitamento e faltas foram referenciados em maior destaque por 34 (74%) acadêmicos. Entre as principais motivações 'outros' o consumo de álcool ocorre por motivos festivos, para descontração e relaxamento, ou então para não participarem de aulas consideradas "chatas" e quebra de rotina sendo apontando por 23 (37%) acadêmicos, seguido de influências de amigos 21 (34%). Assim, embora os alunos acreditam possuir certo domínio no que diz respeito à ingestão da substância em dias de aula, a pesquisa evidenciou em seus resultados percas acadêmicas significativas por parte dos estudantes.

Palavras-Chave: Consumo de Álcool. Universitários. Abuso de Substancias.

This paper proposed the research of alcohol consumption by students from a University located in São Paulo. Is investigated with descriptive quantitative methodology, a non-representative sample of 160 students from 1st to 8th period of Psychology, Physical Education, Physical Therapy, and Administration, by applying a questionnaire self applied, in order to identify often they use alcohol, are used or not in school days, the academic losses for users in school days, the main motivations that lead them to consume alcohol during the academic week in order to contribute to the picture display the alcohol consumption of the university in this region. The results indicate that 117 (73%) of students are in the age range 18 to 24 years, with no difference between genders discrepant. Of the 160 surveyed students, 113 (71%) reported to the use of the substance and of these, 56 (50%) were classified as light drinkers and infrequent, pointing beer as the main substance consumption, cited by 83 (73%). Of the 62 (55%) students who use the substance on school days, 23 (37%) believe suffer academic loss where the factor does not use and faults were referenced most outstanding by 34 (74%) students. Among the main reasons 'others' alcohol consumption occurs festive reasons, for fun and relaxation, or not to participate in classes considered "boring" and routinely break is aiming for 23 (37%) academic, followed by influences friends 21 (34%). Thus, although students feel they have some ownership in relation to the intake of the substance on school days, the research showed in his academic perch significant results by the students.

Keywords: Drinking. University. Substance Abuse.

1 INTRODUÇÃO

As bebidas alcoólicas são utilizadas na humanidade desde os tempos mais remotos da história, disseminado o seu uso em diferentes culturas, com diversas finalidades, desde as comemorações sociais até cultos religiosos.

O Álcool é apontado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), como a substância psicoativa de maior consumo no mundo e como a principal droga de escolha entre crianças e adolescentes (VIEIRA, RIBEIRO, ROMANO & LARANJEIRA, 2007). Anualmente estima-se haver cerca de 2 bilhões de usuários (WHO, 2007), aproximadamente 2,3 milhões de mortes decorrente do uso do álcool, enquanto 5,1 milhões de mortes têm sido associadas ao uso de tabaco. Ou seja, cerca de 12% de todas as mortes mundiais, por ano, estão relacionadas ao uso de tabaco (8,7%) e álcool (3,8%) (WHO, 2009).

Segundo Gomez, Alves e Nascimento (2010), o uso de álcool de forma indiscriminada tem sido grande problema de saúde pública, que além de ser evidenciado na população adulta, também tem sido motivo de preocupações na fase jovem, da adolescência, o qual acaba por repercutir seriamente no desenvolvimento biológico, psicológico, e social desta população.

Em alguns países, há evidências de que os jovens estão começando a beber cada vez mais cedo (SCHULTE et al., 2009 apud ANDRADE et al., 2010). Um estudo realizado por Bonomo & Proimos no Reino Unido, revela que cerca de um quinto dos jovens entre 12 e 13 anos de idade relata consumo de álcool, mas essa proporção aumenta de 40% para 50% entre as idades de 14 a 15 anos e mais de 70%, aos 17 anos (BONOMO & PROIMOS, 2005, apud, GOMES, ALVES e NASCIMENTO, 2010).

1 - Bacharel em psicologia pelo Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino-FAE. < melinaborattourtado@gmail.com >.

No Brasil, de acordo com a Secretaria Nacional Antidrogas (SENAD), o uso regular de bebidas alcoólicas pelos adolescentes começa aos 14,8 anos e pelos adultos jovens, aos 17,3 anos (ANDRADE; DUARTE & OLIVEIRA, 2010). Esse aumento tem suscitado questionamentos e mobilização de estudiosos de diversas áreas na tentativa de pesquisar, compreender e explicar tal movimento, em virtude do risco a que esta população (adolescentes) ficam expostos. E em especial pela forma de uso nesta população, o qual tende a ser de forma a intoxicar-se apresentando abusos como o *binge drinking* (HINGSON et al., 2003, apud VIEIRA et al., 2007) ingerindo cinco ou mais doses em uma única ocasião, associando muitas das vezes este episódio, com outros fatores sociais e de saúde como doenças sexualmente transmissíveis, gravidez indesejada, acidentes de trânsito, problemas de comportamento, violência e ferimentos não intencionais (REBOUSSIN et al., 2006, apud VIEIRA et al., 2007).

No que se refere a população de estudantes universitários, as bebidas alcoólicas também tem sido apontada apontada na literatura como a substância de maior consumo (PILLON & CORRADI-WEBSTER 2006). Segundo o "Levantamento Nacional com Estudantes" realizado em 2004 pelo Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas (CEBRID), 65,2% dos estudantes relataram fazer o uso de álcool; 44,3% com uso nos últimos 30 dias; 11,7% com uso freqüente, ou seja, seis ou mais vezes no mês; e 6,7% uso pesado, isto é, 20 ou mais vezes no último mês (VIEIRA, RIBEIRO, ROMANO & LARANJEIRA, 2007).

Outro levantamento revelou que, em cinco anos, a ingestão de bebidas alcoólicas aumentou 25% entre jovens de 18 a 24 anos (GALDUROZ, NOTO, NAPPO & CARLINI, 2004). Segundo Simons et al., (2005), a população de jovens universitários, merecem atenção, visto que o consumo de bebidas alcoólicas, e suas implicações na saúde e no comportamento do estudante, vem se tornado um problema crescente nos últimos anos em muitos países (SIMONS JS, GAHER RM, et al., 2002).

Os fatores que contribuem para a vulnerabilidade desta população, se agravam com a saída do jovem da casa dos pais para morarem sozinhos ou com amigos, tendo muitas das vezes que enfrentar situações novas, com dificuldades e estresse. A forma socialização através de festas universitárias, também os deixam mais expostos ao consumo de bebidas alcoólicas, já que o uso de álcool é bem aceito nestes tipos de diversões, somado muitas das vezes a pressão social exercida pelos colegas para o uso e experimentação. Além do baixo custo de bebidas, muitas das vezes resultando no uso indiscriminado (BORSARI, 2001).

O consumo excessivo pode trazer diversas consequências para os jovens, entre eles os acidentes automobilísticos, envolvimento em brigas e discussões, sexo sem proteção, baixo desempenho profissional, e em jovens escolares, o mau desempenho escolar, que podem ocorrer devido às faltas ou ao baixo rendimento nas aulas, atividades extra-classes e exames finais, muitas vezes consequência de atrasos, ou até mesmo por dormir na sala de aula (PILLON & CORRADI-WEBSTER, 2006). Assim sendo tal problema tem sido objeto de estudo para pesquisadores de diversas áreas, e em

especial aos profissionais psicólogos (DALLA DÉA et al., 2004).

Assim sendo, considerando este quadro, tanto da população geral, quanto dos universitários, incitou o desenvolvimento desta pesquisa, no sentido de averiguar a natureza do uso de bebidas alcoólicas pelos acadêmicos dos cursos de Ciências Humanas (Psicologia e Administração de Empresas) e Ciências Biológicas (Educação Física, Fisioterapia), de uma autarquia de Ensino Superior situada na cidade de São João da Boa Vista, interior de São Paulo.

O problema da pesquisa foi descrever e discutir alguns aspectos do consumo de bebidas alcoólicas por estes estudantes universitários, investigando as possíveis implicações que o uso elevado do álcool pode acarretar na vida dos acadêmicos desta Instituição de Ensino Superior (IES). A partir da amostra do alunado dos cursos citados, intentou-se averiguar descritivamente as diferenciações e aproximações no que refere-se ao uso de álcool por gênero, e curso. Assim como tipos de bebidas utilizadas, frequência do consumo, principais prejuízos acadêmicos devido o uso e principais motivações para o uso.

2 MÉTODO

A pesquisa realizada, caracteriza-se como pesquisa empírica, do tipo descritiva, analítica, com uso de métodos e técnicas quantitativas e qualitativas. Participaram da pesquisa um total de 160 estudantes maiores de 18 anos, de ambos os gêneros, do 1º ao 8º período dos cursos de Humanas (Psicologia e Administração de Empresas) e Biológicas (Educação Física e Fisioterapia) de uma universidade situada na cidade de São João da Boa Vista, interior de São Paulo. A amostra delineada é do tipo não-probabilística, intencional (BARROS & LEHFELD, 1991), que não possui representatividade do universo, mas que pode ter validade para o grupo específico em estudo, posto que relaciona-se com as características do estudo em pauta.

Para coletas de dados, utilizou-se, o uso de um questionário (autoaplicável), elaborado pela própria pesquisadora, composto por sete questões, fechadas e abertas, as quais continham questões relacionados a dados sociodemográficos e de comportamento referente ao consumo de álcool, o presente instrumento de coleta de dados, passou por teste piloto, até sua versão final. A teve duração de 10 minutos, aplicado coletivamente durante período de aula, em horários pré-estabelecidos e autorizado pela universidade.

Os participantes após serem informados sobre os objetivos da pesquisa manifestaram sua concordância em participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Para os dados obtidos pelo questionário, foram empregados alguns conceitos de Análise Estatística Descritiva (VOGT, 1993), visando sumarizar a estrutura dos achados. Foi realizada uma análise a fim de determinar o perfil sociodemográfico da amostra estudada, assim como o comportamento e consequências do consumo de álcool em dias letivos. Calculou-se as distribuições e percentuais entre os fatores pesquisados, sendo utilizado como instrumento de análise estatística o aplicativo Microsoft Office Excell 2003.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 160 acadêmicos pesquisados, 57% eram do gênero feminino e 43% do gênero masculino, destes 73% tinham idade entre 18 e 24 anos, 19% de 25 a 30 anos, 3% de 31 a 35 anos, e 5% acima de 35 anos. Dos participantes com idade de 18 a 24 anos, 43% eram do gênero feminino e 29% do gênero masculino.

Quanto ao nível sócio econômico, a maior parte dos universitários investigados concentrou-se nas classes sócio econômicas C1 correspondendo a 46% e B2 com 27% seguida por B1 (14%) e C2 (13%). Não houve alunos pertencentes à classe D, E e A. Todos são estudantes do curso noturno. Segundo dados do I Levantamento Nacional sobre o uso de álcool (ANDRADE, A. G. de; DUARTE, P. do C. A. V & OLIVEIRA, L. G, 2010) demonstraram que 70,5% dos universitários que cursam o período noturno pertencem às classes B1, B2 e C1, diferindo dos estudantes dos períodos diurno, matutino e integral, mais frequentes nas classes A1, A2, B1 e B2, realidade esta também evidenciada no presente estudo.

Em relação ao consumo de álcool, 71% dos acadêmicos pesquisados, relataram fazer o uso da substância. Correspondendo o uso conforme a diferenciação de gênero a 68% da amostragem feminina e 74% da amostragem masculina. Assim, embora os dados relativos ao gênero não seja tão discrepante, a pesquisa evidencia maior quantidade de homens usuários do que mulheres nesta Instituição de Ensino Superior. Correlacionando tal dados ao I Levantamento Nacional sobre o uso de álcool (ANDRADE, A. G. de; DUARTE, P. do C. A. V & OLIVEIRA, L. G, 2010), pode-se perceber, que o álcool é a principal droga de escolha desta população, correspondendo a 86,2% seguida apenas do tabaco (46,7%) e maconha (26,1%) sendo utilizada mais predominantemente por homens (90,35%) do que por mulheres (83,1%), embora os dados relativos ao gênero sejam muito próximos. Ou seja, apesar de estar bem estabelecido na literatura que as mulheres em geral bebem menos e apresentam menos transtornos relacionados ao uso de álcool do que os homens (KERR-CORREA et al., 2007; NOLEN-HOEKSEMA & HILT, 2006 apud ANDRADE et al., 2010), essa diferença tem diminuído nos últimos anos, sendo menor ainda, e às vezes, chegando a nem existir entre os jovens (SCHULTE et al., 2009 apud ANDRADE et al., 2010).

Considerando o consumo da substância pelos sujeitos do sexo feminino dos diferentes cursos pesquisados (ver Gráfico 1), foi constatado que do total de acadêmicas pesquisadas do curso de Educação Física 93% destas consomem a substância; no que se refere às pesquisadas do curso de Administração 80% destas fazem o uso; já as acadêmicas pesquisadas do curso de Fisioterapia, 60% destas; e do total das acadêmicas pesquisadas do curso de Psicologia, 55% fazem o uso da substância.

Em relação ao consumo de álcool por sujeitos do sexo masculino dos diferentes cursos pesquisados, do numero total pesquisado do curso de Fisioterapia, 90% destes utilizam a substância; dos homens pesquisados do curso de Educação Física 81% fazem uso; dos pesquisados do curso de Administração, 75% fazem uso, enquanto que 46% dos homens pesquisados do curso de Psicologia fazem uso.

Considerando ambos os gêneros, percebeu-se que 85% dos que fazem o uso são do curso de Educação Física, 77% do curso de Administração de Empresas, seguindo do curso de Fisioterapia 67% e Psicologia 52%.

No que se refere à natureza do curso, sendo abordados dois cursos da área de humanas (Psicologia e Administração de Empresas) e dois cursos da área de Biológicas (Fisioterapia e Educação Física), parece haver maiores prevalência de usuários em ciências biológicas quando comparados aos demais cursos. Igualmente evidenciado nas pesquisas do Levantamento Nacional sobre o uso de álcool, mostrando haver maior índice de uso de álcool em estudante da área biológica 86,5% quando comparado aos estudantes de cursos de humanas 86,2% (ANDRADE, A. G. de; DUARTE, P. do C. A. V & OLIVEIRA, L. G, 2010), embora os resultados não apresentem discrepâncias significativas.

Para os cursos direcionados aos cuidados da saúde, que lidam com o contexto saúde durante toda sua formação, esperar-se-ia que tivessem um contexto ainda mais favorável para que seus acadêmicos não consumissem substâncias que são nocivas à saúde, no entanto, o que podemos notar é que neste curso, que encontramos o maior número de usuários, sendo neste estudo a prevalência na população feminina 93%.

No que se refere aos tipos de bebidas alcoólicas mais utilizadas (ver Gráfico 2), e em comum aos todos os cursos, encontramos a cerveja como a principal, citado por 73% dos acadêmicos, seguida de vodka 35% e vinho 27%. Acredita-se que a escolha da cerveja, como a substância de escolha, esteja aliada ao seu baixo custo.

Entre os estudantes usuários, 50% foram classificados como bebedores leves e muito pouco frequentes apresentando padrão de consumo mais do que duas doses e menos do que cinco, de uma a quatro vezes por mês; 47% foram classificados como bebedores moderados e não pesados, com consumo de uma a duas doses de álcool uma vez por mês ou menos e 4% relataram consumo de mais de cinco doses, quase todos os dias, considerados bebedores pesados e frequentes, classificação esta baseada no modelo de ANDRADE, A. G. de; DUARTE, P. do C. A. V & OLIVEIRA, L. G, 2010.

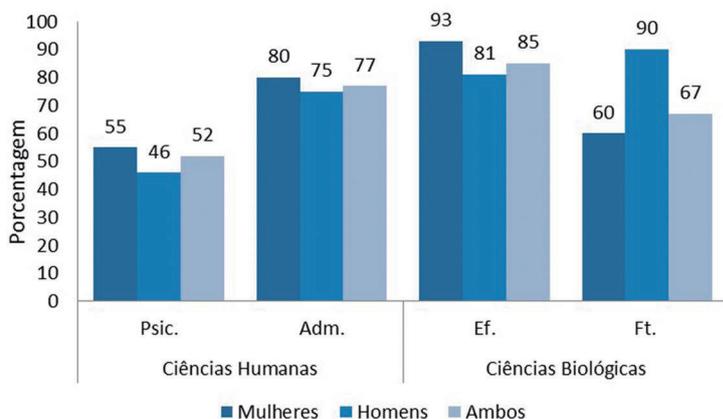


Gráfico 1 - Dados referentes aos usuários de álcool, separados por gêneros e cursos. Fonte: Elaborado pela própria autora.

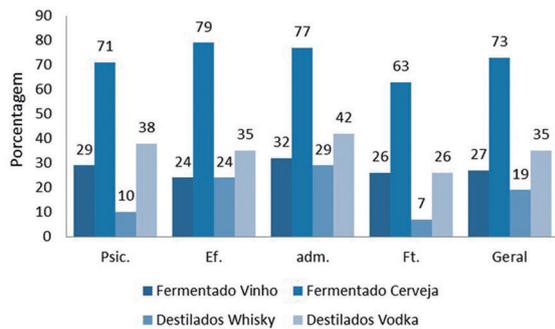


Gráfico 2 - Dados referentes aos tipos de bebidas utilizadas pelos acadêmicos. Dados mostrados referem aos tipos de bebidas mais citadas pelos acadêmicos; alguns destes citaram mais de um fator. Fonte: Elaborado pela própria autora.

Parece não haver diferenciações na frequência de uso, no refere-se ao curso, sendo que todos apresentaram maior percentual na Faixa de Bebedores moderados e não pesados, Educação Física 15%, Administração 13%, Fisioterapia 10% com exceção dos cursos de Administração 13% e Fisioterapia 12% que apresentaram scores semelhantes em Bebedores leves e muito pouco frequentes (Ver o Gráfico 3).

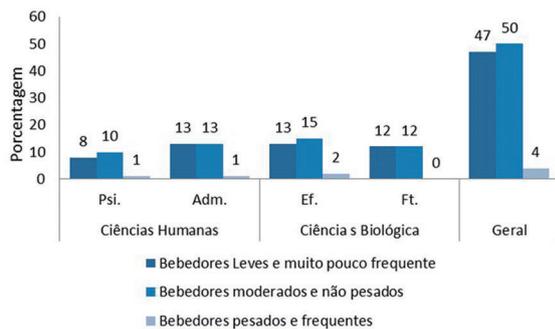


Gráfico 3 - Dados referentes à população de usuários por curso e frequência de consumo do álcool. Fonte: Elaborado pela própria autora.

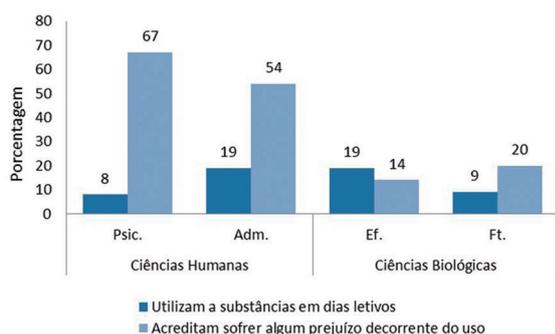


Gráfico 4 - Dados referentes ao uso do álcool em dias letivos separados por cursos. Fonte: Elaborado pela própria autora.

No que se refere ao uso de álcool em dias letivos, considerando o número total de usuários de álcool de todos os cursos, 55% destes utilizam a substância nestes dias, 37% acreditam sofrer prejuízo acadêmico. Destes que acreditam sofrer prejuízos acadêmicos 19% dos usuários pertencem ao curso de Administração, 19% pertencem ao curso de Educação Física, 9% do curso de Fisioterapia e 8% do curso de Psicologia (ver Gráfico 5).

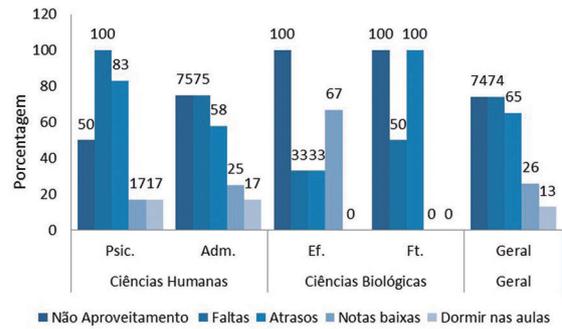


Gráfico 5 - Dados referentes aos prejuízos acadêmicos que os estudantes acreditam sofrer. Dados mostrados referem apenas aos números de sujeitos que acreditam sofrer algum prejuízo, alguns destes citaram mais de um único fator. Fonte: Elaborado pela própria autora.

Entre os possíveis prejuízos acadêmicos (ver Gráfico 5) mais citados pelos os estudantes de Psicologia, encontramos o faltar às aulas e/ou atividades acadêmicas, citado por 100% da amostra de usuário em dias letivos; já o curso de Educação Física, um dos possíveis prejuízos é o não aproveitamento das aulas e/ou outras atividades acadêmicas, 100%; no curso de Administração, encontramos dois fatores mais apontados, 100% destes citaram o não aproveitamento das aulas e/ou atividades, e as faltas, decorrido do uso de álcool durante tal período; já o curso de Fisioterapia, os prejuízos mais referido por 100% dos acadêmicos, foram o não aproveitamento, e o chegar atrasados as aulas e/ou atividades acadêmicas. E globalmente (todos os cursos) o fator não aproveitamento e faltas foram referenciados em maior destaque por 74% dos acadêmicos.

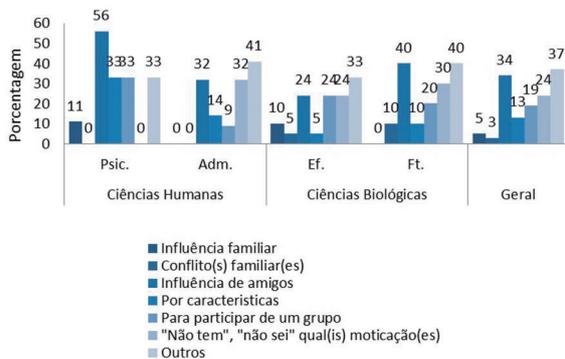


Gráfico 6 - Dados referentes as possíveis motivações que levam os acadêmicos a fazerem o uso da substância. Observação: Dados mostrados referem apenas aos números de sujeitos que fazem o uso do álcool em dias letivos; alguns deste citaram mais de um único fator. Fonte: Elaborado pela própria autora.

Entre as possíveis motivações (ver Gráfico 6) para o uso, encontramos como principal, **a)** curso de Psicologia: a influência de amigos citado por 56%; **b)** curso de Educação Física: também a influência de amigos 24%; utilizar a substância para participar de um grupo de amigos 24% e outros 24%, o consumo de álcool por motivos festivos, para descontração e relaxamento, ou então para não participarem de aulas consideradas "chatas", quebra de rotina; **c)** já no curso

de Administração, a influência de amigos citado por 32% e “não sei qual a motivação que me leva a consumir tal substância” por 32%, foram as motivações principais; **d)** Fisioterapia, 40% apontou como causa a influência de amigos; 40% citaram outros/motivos, relacionados a descontração e relaxamento. E como score geral, outros (o consumo de álcool por motivos festivos, para descontração e relaxamento, ou então para não participarem de aulas consideradas “chatas”, quebra de rotina) foi classificado por 37%, seguido de influências de amigos 34%.

Podemos observar que na maioria dos universitários avaliados separadamente por curso, percebeu-se prevalência da motivação Influência de Amigos. No curso de Administração o fator “não sei qual a motivação que me leva a consumir tal substância” apontado por 32%, puderam ser observados em pesquisas realizada por Kerr-Corrêa et al., (1999), com alunos de Medicina da UNESP, onde se apontou que dos alunos que iniciaram o uso de drogas, 60% não souberam explicar os motivos. Enquanto 17% o fizeram por curiosidade e 9% por diversão ou prazer. No estudo de Chiapetti & Serbena (2007), em uma Universidade de Curitiba, pode-se observar que 13,6% dos alunos de Curso de Educação Física, informam que começaram a usar em busca de “diversão ou prazer”, o segundo motivo mais indicado pelos alunos desse curso foi a “curiosidade”, por 8%. O uso de substâncias pela primeira vez para “melhorar o desempenho” (no estudo, sexual ou social) foi indicado por 6,4% dos participantes. Resultado este também evidenciado no presente estudo correspondente aos 24% da amostra estudantes de Educação Física, e os quais relataram o consumo de álcool como outros (por motivos festivos, para descontração e relaxamento, ou então para não participarem de aulas consideradas “chatas”, quebra de rotina) embora não apareça como a principal motivação para o uso dentro desta amostra. O principal motivo para o início do uso no Curso de Psicologia, apontado por 18,7%, foi a “curiosidade”; 14,1% dos alunos indicam a busca de “diversão ou prazer” como motivo, resultados estes não evidenciados na presente pesquisa. Assim como os resultados encontrados no curso de Fisioterapia, o qual o principal motivo indicado foi a “curiosidade”, por 11,8% dos alunos, seguido pela busca de “diversão ou prazer”, por 7,8% dos alunos. Também não evidenciados nesta. Um percentual pouco expressivo dos alunos dos cursos considerados indicam a busca de “alívio de tensão ou outros sintomas”, e “uso por amigos ou namorado(a)”, como motivos para o uso pela primeira vez (CHIAPETTI & SERBENA, 2007).

4 CONCLUSÃO

O conhecimento das características da população, do padrão de uso do álcool, tipos de substâncias alcoólicas mais utilizadas e motivações para se iniciar o uso da substância são variáveis importantes, que ajudam a compreender a forma de consumo de bebidas alcoólicas e o quanto podem impactar na vida dos acadêmicos.

Considerando-se os objetivos que se tinham em vista nesse trabalho, os resultados obtidos indicam que a idade dos estudantes que fazem o uso de bebidas alcoólicas se encontra na faixa de 18 a 24 anos (73%). No que se refere ao gênero, constatou-se que embora

não seja uma diferença tão discrepante, há mais homens consumidores da substância do que mulheres.

Dentre os *estudantes* ‘bebedores’, 50% foram enquadrados como bebedores leves e muito pouco frequentes. No que se refere ao uso em dias letivos, dos que fazem o uso da substância, mais da metade 55% relatam fazer o uso também em dias letivos e 37% acreditam sofrer algum tipo de perda acadêmica, sendo as percas mais citadas considerando os diferentes cursos o não aproveitamento das aulas 74%, as faltas, e atrasos para as aulas 74%. Estes fatores merecem atenção, visto que os estudantes apontam o uso da substância como importante aliado ao baixo aproveitamento nas atividades acadêmicas.

Dentre os fatores referidos em geral pelos alunos como responsáveis pela ingestão do álcool em dias letivos, o fator predominante para foi ‘outros’ 37%, onde estes relataram, de modos diversos, que ingerem álcool em dias letivos por apreciarem o sabor da substância, para diversão, descontração, relaxamento ou então em dias em que há algum tipo de festa. Considerando a diferenciação por cursos (Humanas e Biológicas), prevaleceu-se a influência de amigos 34%.

A partir dos dados coletados, podemos considerar que mais da metade dos estudantes que utilizam o álcool em dias letivos acreditam sofrer algum tipo de perda acadêmica o que pode ser considerado um fator importante e de alerta nesta população, visto que encontra-se em uma fase da vida de mudanças e consequente de maior vulnerabilidade.

Assim sendo acredita-se que deva-se considerar outros tipos de pesquisas na área, notando, contudo, que há diversos métodos para avaliar o consumo de álcool. Sugere-se para futuras pesquisas, a investigação pormenorizadas do fator iniciação do uso de álcool, não abordado na presente pesquisa para que sejam exploradas com a finalidade de melhor detectar os padrões de consumo entre os estudantes universitários e até mesmo fatores relacionados ao reforçamento social, que apareceram como resultados nos fatores motivacionais, podendo estar aliado a manutenção do uso da substância.

REFERÊNCIAS

ANDRADE A, DUARTE P, BARROSO L, NISHIMURA R, ALBERGHINI D, OLIVEIRA L. Use of alcohol and other drugs among Brazilian college students: effects of gender and age. **Rev Bras Psiquiatr.** 2012;34(3):294-305.

ANDRADE, A. G. de; DUARTE, P. do C. A. V & OLIVEIRA, L. G. de (Orgs.) **I Levantamento Nacional sobre o Uso de Álcool, Tabaco e Outras Drogas entre Universitários das 27 Capitais Brasileiras.** Brasília: SENAD e GREA/IPQ-HCFMUSP, 2010.

BARROS, A. de J. P. de & LEHFELD, N. A. de S. **Projeto de Pesquisa: Propostas Metodológicas.** 2ª. ed. Petrópolis: Vozes, 1991.

CHIAPETTI, N. & SERBENA, C. A. Uso de Álcool, Tabaco e Drogas por Estudantes da Área de Saúde de uma Universidade de Curitiba. **Psicologia: Reflexão e Crítica** (Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, Brasil), 20 (2), 2007, p. 303-313.

DALLA DÉA, H. R. F.; SANTOS, E. N.; ITAKURA, E. & OLIC, T. B. A Inserção do Psicólogo no Trabalho de Prevenção ao Abuso de Álcool e Outras Drogas. **Rev. Psicologia Ciência e Profissão**, 24 (1), 2004, p. 108-115.

GALDUROZ, J; NOTO, A; NAPPO, A; CARLINI, E. Trends in drug use among students in Brazil: analysis of four surveys in 1987, 1989, 1993 and 1997. **Braz J Med Biol Res.** 2004; 37(4):523-31.

GOMES, B. da M.R., ALVES, J. G. B. & NASCIMENTO, C. N. Consumo de álcool entre estudantes de escolas públicas da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil. Rio de Janeiro, **Cad. Saúde Pública**, 2010, abr, p. 706-712.

KERR-CORRÊA, F., ANDRADE, A. G., BASSIT, A. Z., & BOCCUTO, N. M. V. F. Uso de álcool e drogas por estudantes de medicina da UNESP. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, 21, 1999, p. 95-100.

LARANJEIRA, R.; PINSKY, I.; ZALESKI, M.; CAETANO, R.; DUARTE, P.C.A.V.I **Levantamento Nacional sobre os Padrões de Consumo de Álcool na População Brasileira**. Brasília: SENAD – Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas, 76 p., 2007.

PILLON, S. C. & CORRADI-WEBSTER C. M. Teste de Identificação de Problemas Relacionados ao uso de Álcool entre Estudantes Universitários. Rio de Janeiro, **Rev. Enferm. UERJ**, 2006 jul/set; p. 325-332.

READ JP, WOOD MD, DAVIDOFF OJ, MCLACKEN J, CAMPBELL JF. Making the transition from high school to college: the role of alcohol related a social influence factor in student's drinking. *Subst Abus.* 2002;23(1):53-65.

SIMONS JS, GAHER RM, CORREIA CJ, HANSEN CL, CHRISTOPHER MS. An affective-motivational model of marijuana and alcohol problems among college students. *Psychol Addict Behav.* 2005;19(3):326-34.

VIEIRA, D. L.; RIBEIRO; M. , ROMANO, L. & LARANJEIRA, R. R. Álcool e Adolescentes: Estudo para Implementar Políticas Municipais. São Paulo, **Rev. Saúde Pública**, 2007; p. 396-403.

VOGT, P. W. **Dictionary of statistics and methodology. A non-technical guide for the social sciences.** Newbury Park, CA: Sage Publications, 1993.

WHO. WHO Expert Committee on Problems Related to Alcohol Consumption. Second report. World Health Organ Tech Rep Ser. 2007;(944):1-53.

WHO. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2009.

RECURSOS HUMANOS EM BIOTECNOLOGIA: INSTITUIÇÕES, FORMAÇÃO E MERCADO DE TRABALHO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

HUMAN RESOURCES IN BIOTECHNOLOGY: INSTITUTIONS, TRAINING AND EMPLOYMENT MARKET IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO

Vânia Lúcia Muniz de Pádua¹ Daniela Uziel² Evelize Folly³
 Fernanda Reinert⁴ Paulo Roberto Soares Stephens⁵
 Rafael Amaral de Queiroz⁶ Carlos Vinicius Silva Gomes⁷ Marcia Paes⁸
 Tatiane Alves Baptista⁹ Ana Paula Salerno¹⁰ Antônia Maria Cavalcanti de Oliveira¹¹

Data de entrega dos originais à redação em: 22/06/2016
 e recebido para diagramação em: 01/07/2017.

A retomada da política industrial no Brasil em 2004 colocou a biotecnologia como um setor prioritário. Em função disso, nos últimos anos, debates voltados para a instalação de novas empresas do setor de biotecnologia para a saúde foram promovidos envolvendo integrantes da academia, da indústria e do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Este estudo visa responder parte dos questionamentos sobre a disponibilidade de recursos humanos qualificados em biotecnologia para o atendimento das necessidades imediatas da indústria de biotecnologia. Os resultados apresentados são provenientes de uma análise crítica do levantamento realizado pelo GECIV-RJ com os egressos dos cursos de biotecnologia do estado do Rio de Janeiro sobre sua adequação ao mercado de trabalho, que embasam uma discussão sobre a questão dos recursos humanos como entrave para o desenvolvimento deste setor. Observa-se que existe uma inversão da oferta de profissionais (maior de graduados e pós-graduados) em relação a aparente demanda (maior de técnicos). Nas respostas dos egressos desses cursos a um questionário online, observa-se que apesar da indústria de biotecnologia estar em expansão, os profissionais entrevistados têm dificuldade de incorporação no mercado de trabalho que envolve fatores como capacitação e salários. Em conclusão, a criação dos cursos veio secundariamente à política industrial e em paralelo à necessidade de aumento de vagas no ensino público, o que pode ter interferido no correto delineamento dos cursos, com consequência na inserção profissional.

Palavras-chave: Biotecnologia. Formação Técnica e Superior. Mercado de Trabalho. Estado do Rio de Janeiro.

In 2004, Brazil retook the industrial policy and made biotechnology one of its priorities. Thereafter, in the last few years much debate among academia, industry and government was devoted to the installation of new biotechnology firms in the state of Rio de Janeiro. The availability of human resources to fulfill immediate needs of the biotechnology industry was evaluated and motivated this paper. A critical analysis of the data from the survey about biotechnology courses in the state Rio de Janeiro conducted by GECIV-RJ is presented. By analyzing the existing courses, there is an apparent inversion of personnel offer and demand in the market: although market demand is more intense in technicians, their number is inferior to undergraduated plus graduated. It was observed that despite the fact that biotech industry is expanding, there are evident difficulties to find a job in the private market. Training and salaries are often reported as barriers. In conclusion, the creation/expansion of the courses was secondary to an industrial policy and occurred as an opportunity to increase in vacancies at public educational institutions, what may have interfered with the correct delineation of the courses. Difficulties to join the employment market reported here might reflect this misconcepted policy.

Keywords: Biotechnology. Technical and Higher Education. Employment Market, State of Rio de Janeiro.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, debates voltados especialmente para a constituição de perspectivas mais maduras de instalação de novas empresas do setor de biotecnologia

para a saúde foram promovidos em diferentes eventos que reuniram integrantes da academia, assim como representantes da indústria e do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Entre as principais intervenções do

1 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Unidade de Biologia, Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste. <vaniadepadua@gmail.com >

2 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Instituto de Ciências Biomédicas e doutoranda do PPED, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. <daniuzi@icb.ufrj.br >

3 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense. <evelizefolly@yahoo.com.br >

4 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. <freinert@biologia.ufrj.br >

5 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos, IOC, Fiocruz. <stephens@ioc.fiocruz.br >

6 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ. <raafadq@gmail.com >

7 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ. <gomes.cvs@gmail.com >

8 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes e CEED, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. <marcia.paes.uerj@gmail.com >

9 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Instituto de Educação Física e do Desporto e CEED, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. <tatianebauerj@gmail.com >

10 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. <ana.salerno@ifrj.edu.br >

11 - Grupo de Trabalho de Recursos Humanos em Biotecnologia do GECIV-RJ - Assessoria Especial de Centro de Estudos, Instituto Vital Brazil. <antonia.mcavalcanti@gmail.com >

segmento empresarial foi enfatizada a dificuldade no recrutamento de recursos humanos qualificados em biotecnologia nos três níveis - técnico, graduados e pós-graduados - para o atendimento das necessidades imediatas da indústria, levando as empresas a buscarem esses recursos no exterior. Estes fatos nortearam o desenvolvimento deste trabalho.

De acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), biotecnologia é “a aplicação da ciência e tecnologia aos organismos vivos, bem como partes, produtos e modelos dos mesmos, para alterar materiais vivos ou não vivos visando a produção de conhecimentos, produtos e serviços” (OCDE, 2005, pg.9). No que tange a área biomédica, a recombinação do DNA passou a ser um marco, ampliando a possibilidade de geração de conhecimentos e de novos produtos e desde então, o mercado foi inundado por biomedicamentos, como anticorpos monoclonais, enzimas e proteínas recombinantes (Ecker et al., 2015). Além dessa área, as ferramentas biotecnológicas vêm sendo úteis também na área de petróleo e gás, com a produção de biocombustíveis em substituição aos combustíveis fósseis; agronegócio, com a clonagem de genes para desenvolvimento de espécies mais produtivas e resistentes a agentes externos e geração de *kits* de diagnóstico precoce de infecções; e biologia sintética, com a produção de bioplásticos e outros materiais por rotas enzimáticas (OCDE, 2009).

O desenvolvimento, produção, aplicação e comercialização de biotecnologia estão direta ou indiretamente ligados aos seguintes fatores: capacidade científico-tecnológica, propriedade intelectual, regulação, política econômica, demanda social e fatores comerciais (Friedman, 2006). A biotecnologia tem um caráter inovador, com grande potencial econômico, o que fez com que diversos países fossem estimulados a incluí-la em seus planos de crescimento econômico, comprometido com as futuras gerações. Nos anos de crescimento econômico até 2013, o Governo Federal exibiu uma preocupação com inovação e agregação de valor a processos, produtos e serviços, atuando na modernização industrial em setores considerados estratégicos, como fármacos e medicamentos e nas chamadas “atividades portadoras de futuro” como a biotecnologia e a nanotecnologia. Em função disso, recursos nacionais do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC), do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI) e estaduais, por meio das Fundações de Apoio (FAPs), foram direcionados neste intuito.

A preocupação com o desenvolvimento e competitividade estimulou a definição de metas gerais e setoriais mantendo o foco no aumento da inovação, investimento e inserção no comércio exterior, nas políticas industriais dos anos 2000 (ABDI, 2014). Estas políticas atuaram em diferentes setores, e a biotecnologia foi incluída como um deles. Em 2007, foi oficialmente lançada a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil e, em 2008, também no estado do Rio de Janeiro, a partir da Lei Estadual de Inovação nº 5361, regulamentada em seguida pelo Decreto nº 43302/10 (Plano estratégico 2007-2010, Brasil, 2007).

A política industrial priorizando a biotecnologia como área estratégica teve efeitos positivos sobre

investimentos no setor, embora ainda não o suficiente (Rezaie et al., 2008; Castro, 2013). Estes investimentos implicam na instalação de empresas capazes de suprir insumos estratégicos e a incorporação de novas tecnologias inovadoras (Gadelha, 2003). Entretanto, a consolidação desta área requer a existência de recursos humanos especializados. Por este motivo as ações estabelecidas abrangiam a capacitação de recursos humanos na área de processos industriais biotecnológicos, gestão de negócios, empreendedorismo e inovação (MDIC, 2010).

Um estudo da Fundação Dom Cabral (2013) entrevistou 167 empresas de vários setores, das quais 91% relatou ter dificuldade para contratação de mão de obra qualificada, dentre os quais, trabalhadores manuais, técnicos e secretárias/assistentes estão entre os mais escassos. O estudo revelou também que as contratações de profissionais de nível superior, além de técnico, estão entre os gargalos. Dentre os fatores que limita a disponibilidade de técnicos, o estudo discute o nível salarial e a possibilidade de expansão de seguir a carreira em nível superior.

Seguindo critérios baseados principalmente nas metas definidas pelas políticas nacionais e estaduais de desenvolvimento, a criação de cursos de biotecnologia foi estimulada no estado do Rio de Janeiro a partir de 2006. Entretanto, a percepção dos recorrentes questionamentos sobre as condições de oferta destes recursos humanos, advindos especialmente do setor produtivo nesta área no RJ, junto à perspectiva de implantação de um *cluster* de biotecnologia no estado, implicava na necessidade de dados que contribuíssem para o planejamento de políticas estruturantes. O Grupo Executivo do Complexo Industrial das Ciências da Vida - GECIV-RJ (Paes e Baptista, 2014), um articulador do desenvolvimento da biotecnologia no Rio de Janeiro, constituiu um subgrupo de trabalho de recursos humanos (BioRH), cujo principal objetivo é mapear a oferta destes recursos visando atender de forma objetiva e consistente à demanda deste mercado no Estado. O BioRH foi inicialmente formado por coordenadores de curso de biotecnologia e pessoas estratégicas nas instituições de ensino que tivessem acesso aos dados sobre os cursos. Diante das informações sobre a percepção de empregadores sobre falta de mão de obra adequada à demanda, concomitante a dificuldade de inclusão da mão-de-obra em biotecnologia no mercado de trabalho, o cenário observado parecia confuso, mas requirava esclarecimento devido a previsão de implantação de um grupo concentrado de empresas de biotecnologia no RJ. Com o propósito de verificar a situação dos profissionais formados na área biotecnológica em instituições de ensino sediadas no estado do Rio de Janeiro, o BioRH realizou uma pesquisa com os egressos dos cursos de biotecnologia desse estado. Assim, buscou-se contribuir para o planejamento de políticas estruturantes, estendendo o debate com um questionamento sobre quais são as instituições que formam recursos humanos em biotecnologia, que tipo de formação vem sendo oferecida e se ela se adequa ao mercado de trabalho existente.

O quantitativo de profissionais formados que seria incorporado ao mercado de trabalho e seus salários

se tornou uma preocupação para os coordenadores de curso. Dados dos Estados Unidos mostravam que em 2009, as demissões nas indústrias farmacêutica e de biotecnologia aumentara em 42% em relação ao ano anterior, e que de 2007 a 2008, o número de empresas de biotecnologia públicas e privadas caíra em 2%, levando a uma redução de faturamento para praticamente a metade (Kaplan, 2010). No entanto, com o Brasil em pelo crescimento e sendo a biotecnologia uma aposta nacional, o terreno parecia fértil. De fato, a situação econômica e o investimento na indústria tem um papel crucial na criação de postos de trabalho e muito da dificuldade dos egressos da área biomédica em ingressar na indústria poderia estar ligada às suas características fortemente acadêmicas (Gwynne, 2015).

O presente trabalho é uma avaliação I sobre a criação/expansão de vagas de cursos técnico, de graduação e pós-graduação na área de biotecnologia nos anos 2000. Foi realizado um levantamento de dados visando uma análise crítica sobre o profissional formado e sua relação com o mercado de trabalho de modo a contribuir com os debates levantados acerca da formação de recursos humanos em biotecnologia e apontar indicações para a definição de políticas públicas, bem como orientação para a conduta dos agentes atuantes no mercado.

2 METODOLOGIA

2.1 Levantamento dos cursos de biotecnologia no estado do Rio de Janeiro

Entendendo que já existiam cursos que formavam alunos capacitados para atuar na área de biotecnologia e que outros foram criados em face da política de desenvolvimento do setor, o BioRH adotou como critério de inclusão na pesquisa apenas os cursos que

apresentavam o termo “biotecnologia” no título e que fossem sediados no estado do Rio de Janeiro. Apesar de este critério restringir o alcance a outros alunos potencialmente ligados ao setor formados em cursos com outras denominações, esta foi uma escolha para viabilizar a pesquisa e restringir a população amostral.

O levantamento do perfil dos egressos foi feito através de formulário *google docs*, cujo *link* foi enviado por cada instituição à sua lista de contatos de alunos egressos dos cursos existentes, através de correio eletrônico, acompanhado de um texto explicativo do objetivo do levantamento. As instituições dispunham parcialmente do contato eletrônico dos alunos. O formulário continha perguntas diretas e específicas sobre o candidato e seu curso; perguntas com respostas de múltipla escolha segundo critérios gradativos - em uma escala de 1 a 5 - sobre a formação recebida, faixa salarial e inserção no mercado; e um espaço final aberto a comentários sobre atuação profissional e mercado de trabalho, evitando que o egresso dependesse muito tempo no processo das respostas. Os dados foram colhidos entre 2013 e 2014 e três correios eletrônicos foram enviados a todas as listas. Os totais de egressos dos cursos na época do levantamento aparecem na Tabela 1.

2.2 Tabulação dos dados e análise estatística

As respostas foram diretamente armazenadas em uma planilha do *Google* e posteriormente baixadas da rede como arquivo de formato Excel (*Microsoft*) para serem analisadas. Além das características dos entrevistados, como idade, curso de origem, tempo de conclusão do curso, foram analisadas suas impressões sobre a aderência do curso ao mercado de trabalho, aspectos específicos sobre inserção profissional e sua atuação no mercado de trabalho.

Tabela 1 - Cursos de biotecnologia no estado do Rio de Janeiro

Instituição	Vagas/ano	Duração do curso	Alunos formados 2009-2013
Fiocruz	20 - bienal (técnico)	1 ano	55 (curso implantado em 1980*)
Secretaria de Educação do RJ- INMETRO**	90 (técnico)	4 anos	0 (curso implantado em 2012)
Instituto de Tecnologia ORT	20 (técnico)	3 anos	39 (curso implantado em 1994)
IFRJ	60 (técnico) 60 (graduação)	4 anos 4 anos	155 (curso implantado em 1989) 22 (curso implantado em 2009)
UERJ	40 (graduação)	4 anos	0 (curso implantado em 2011)
UniFoa	100 (graduação)	4 anos	69 (curso implantado em 2007)
UEZO	60 (tecnólogo)	3 anos	53 (curso implantado em 2006)
UFRJ	100 (graduação) 20 (pós-graduação, 10M, 10D)	4 anos 4 anos (D), 2 anos (M)	4 (curso implantado em 2010) 35 D, 40 M (curso implantado em 1993)
UENF**	80 (graduação) 43 (pós-graduação, 29M, 14D)	4 anos 4 anos (D), 2 anos (M)	indisponível (curso implantado em 1993) indisponível (curso implantado em 1993)
UFF	120 (pós-graduação)	4 anos (D), 2 anos (M)	0 D, 25 M (curso implantado em 2011)
Inmetro	40 (pós-graduação, 20M, 20D)	4 anos (D), 2 anos (M)	0 (curso implantado em 2013)
UFRRJ**	8 (pós-graduação)	2 anos (M)	indisponível (curso implantado em 2006)

Fonte: Dados enviados pelas instituições ou obtidos em seus sites. *Em 2009 o curso foi reestruturado e passou a se chamar Curso Técnico em Biotecnologia. **As Instituições não forneceram dados e os números apresentados foram pesquisados nos respectivos sites institucionais. D=doutorado, M=metrado.

Foram calculados os parâmetros de tendência central e de dispersão que melhor representassem os dados, apresentados aqui em gráficos, segundo a natureza das variáveis envolvidas. Os testes de hipóteses utilizados foram adequados à situação analisada e ao tamanho das amostras. O Qui-quadrado foi utilizado como teste de hipóteses para avaliar a associação existente entre as variáveis. Em amostras pequenas o erro do valor de Qui-quadrado é alto e nestes casos a análise foi baseada no teste Fisher, permitindo o cálculo da probabilidade de associação das características relacionadas à faixa salarial observadas nos egressos técnicos, graduados e pós-graduados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cursos de biotecnologia no Estado do Rio de Janeiro

Existem hoje no estado do Rio de Janeiro 10 instituições, computadas neste estudo segundo os critérios adotados, que oferecem cursos de biotecnologia. O número de egressos entre 2009 e 2013 fornecido pelas instituições participantes, de níveis de formação, técnico, graduação e pós-graduação em biotecnologia, está distribuído como mostrado na Tabela 1. Nota-se que o total de alunos formados entre 2009 e 2013 é baixo, de forma geral, com exceção do curso técnico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), iniciado há 27 anos atrás com o intuito de formar técnicos qualificados para um mercado de trabalho já percebido na época.

A segunda observação, baseada nos dados da proporção número de vagas:egressos, é que o número de concluintes fica bem abaixo do número de ingressantes: 54% para técnicos, 19% para graduandos e 45% para pós-graduandos, indicando que (i) nem todas as vagas são preenchidas, (ii) há um grande atraso na conclusão, e/ou (iii) há uma grande evasão/mudança de curso. De fato, a biotecnologia como curso de graduação é uma carreira recente e que gera dúvidas ao aluno sobre a área de atuação e a perspectiva profissional. De acordo com Silva Filho e colaboradores (2007), "são raríssimas as Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras que possuem um programa institucional profissionalizado de combate à evasão, com planejamento de ações, acompanhamento de resultados e coleta de experiências bem-sucedidas" (Silva Filho, 2007, pg. 642). Estes autores mostraram que a média da evasão anual nas IES públicas foi de 12% em 2005, enquanto nas IES privadas foi de 26%. No entanto, estes autores observam que existe uma variação grande da evasão entre os cursos e ela é inversamente correlacionada com a procura pelo curso.

3.2 Caracterização da População de Egressos Estudada

Foram recebidos questionários de alunos egressos da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (n=25, 20,5%), Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste - UEZO (n=65, 53,3%), IFRJ (n=20, 16,4%), Instituto Oswaldo Cruz - Fiocruz (n=8, 6,6%), Instituto

de Tecnologia ORT (n=4, 3,3%), totalizando 122 preenchimentos completos. Houve uma considerável dificuldade para obtenção de respostas ao questionário, decorrente da dificuldade das instituições em localizar o egresso e do mesmo em responder.

O grupo de egressos pesquisado apresentou um perfil característico dentro de cada nível e tipo de formação. Entre os egressos de biotecnologia das escolas técnicas, a idade média quando da conclusão do seu curso foi de 18,3 anos de idade. No estado do Rio de Janeiro leva-se em média quatro anos e meio para formar um técnico de alto nível em biotecnologia, incluindo o ensino médio concomitante, como o que é praticado na IFRJ. Já em relação aos cursos pós-médio como o da Fiocruz, a duração aproximada é de 1 ano. Em relação ao egresso da graduação, a idade média observada na conclusão do curso foi de 22 anos e o tempo médio para conclusão do curso foi de quatro anos, embora a integralização recomendada de tecnólogo seja de três anos e de bacharelado quatro anos. Já o egresso da pós-graduação apresentou 31 anos como idade média de conclusão do curso e tempo médio para formação de um pós-graduado de quatro anos e meio.

3.3 Avaliação da Formação Profissional

Os profissionais foram questionados sobre a sua própria formação acadêmica, em relação à preparação para as exigências do mercado de trabalho. Em sua maioria, os egressos do nível técnico de biotecnologia responderam positivamente sobre a sua preparação para as atividades demandadas pelo mercado de trabalho. Na Figura 1 observa-se que 52% considerou sua formação bastante aderente às necessidades do mercado de trabalho, 42% razoavelmente aderente e 6% considerou sua formação pouco aderente. Entre os técnicos, nenhuma avaliação apontou a formação profissional recebida sem aderência com as necessidades do mercado.

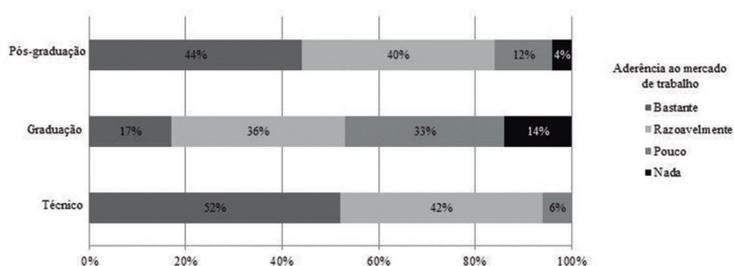


Figura 1 - Aderência do curso ao mercado de trabalho

A Figura 1 mostra que a formação percebida pelos egressos com formação em nível superior (graduação) em biotecnologia não é tão satisfatória: 17% considerou sua formação em biotecnologia bastante aderente às necessidades do mercado, 36% considerou a formação razoavelmente aderente, 33% pouco aderente e 14% nada aderente às necessidades do mercado de trabalho. Esse resultado chama a atenção por exibir um percentual considerável de egressos informando grande dificuldade de atender ao mercado de trabalho com os conteúdos formativos recebidos, ou seja, quase a metade dos egressos de graduação avalia negativamente a sua

formação, em relação ao mercado de trabalho. Grande parte deste grupo de egressos, que respondeu ao questionário, tem formação como tecnólogo na UEZO. O curso de tecnólogo é um curso de graduação plena, criado para atender o que supunha ser demandas de pessoal para o mercado. No entanto, apesar de se incentivar a criação de cursos na modalidade tecnólogo, não houve grande adesão das instituições e, mesmo com o reconhecimento pelo Ministério da Educação (MEC, 2010), há dificuldade de compreensão por parte do mercado no RJ, ou mesmo de outras instituições de ensino, de aceitá-lo como curso de graduação plena. Estes dados são consistentes com o que é mostrado mais adiante: um movimento expressivo dos egressos graduados em direção à continuidade de estudos. Em relação à formação em nível pós-graduação, por outro lado, foram encontradas as seguintes respostas: 47% considerou a formação que tiveram bastante aderente às necessidades do mercado de trabalho, 40% considerou razoavelmente aderente, 12% considerou pouco aderente e 4% considerou nada aderente. Mediante a aplicação de teste de Qui-quadrado da independência das respostas, verificou-se uma forte associação ($p=0,0005$) entre o nível de formação e a opinião quanto à aderência da sua formação às necessidades do mercado de trabalho.

Além da formação inicial em biotecnologia, foi também pesquisada a continuidade de estudos por parte dos egressos, com o intuito de observar se a adequação ao mercado ainda requisitou complementação de seus estudos, como pós-graduação ou outro curso (graduação, MBA, etc). No entanto, observou-se que essa questão possui uma dupla determinação, pois ela tanto pode ser um reflexo do estímulo recebido para a continuidade "natural" da formação, ou pode informar outro percurso profissional, quando se trata de uma mudança de área de atuação, sugerindo insatisfação profissional.

Observando os dados da pesquisa em relação aos técnicos, notou-se que dos 33 técnicos que responderam ao questionário, a maioria ($n=31$) continuou sua formação de nível superior e então pós-graduação, sempre em biotecnologia ou alguma área afim. Os dados não parecem significar um desvio de rota do profissional da área de ciências biológicas, uma vez que a movimentação em sua maioria seguiu sua formação em áreas correlatas, como veterinária, biologia, odontologia, farmácia, medicina e engenharia química. Porém, chama atenção o fato de que dos 31 técnicos entrevistados, apenas 5 realizaram cursos focados em biotecnologia. Ocorre que a maioria dos egressos técnicos ainda é bastante jovem e faz o curso técnico como alternativa de formação de ensino médio com qualidade. O movimento de continuidade de estudos parece então ser decorrente de crescimento espontâneo em termos de capacitação em cursos de graduação. No entanto, se o mercado, de fato, demanda técnicos, deve-se pensar em estratégias para aumentar o número de cursos com esta formação e, em paralelo, oferecer salários atraentes.

Quando se trata dos entrevistados egressos da graduação, dos 64 entrevistados, 42 fizeram outro curso, incluindo outra graduação (em alguns casos fora da área biomédica), além de pós-graduação (sempre dentro da

área biomédica). Realizando o mesmo exercício analítico, percebe-se que em termos de trajetória profissional o egresso da graduação em sua maioria, assim como os técnicos, mantém-se na grande área de ciências biológicas. Além disso, os dados revelam claramente um movimento natural dos egressos graduados em direção à capacitação na área de pesquisa, muitos possivelmente impulsionados por uma falta de perspectiva de inserção imediata no mercado, como apontam os dados adiante relacionados a oferta de vagas. Por fim, os dados sobre os pós-graduados indicam que dos 25 que responderam ao questionário, 9 informaram ter feito outro curso em áreas afins, sendo que um em graduação, sete em outra pós-graduação e um MBA.

Ao analisar o conjunto de informações coletadas e considerando prévias experiências dos autores como coordenadores de cursos da área de biotecnologia, sugere-se que há, provavelmente por razões culturais, históricas e/ou socioeconômicas, uma tendência entre os egressos desses cursos, de busca por melhores condições de competitividade junto ao mercado de trabalho, movimentando-se de modo ascendente em direção à pesquisa. O egresso graduado, provavelmente, observa que, a partir daquele estágio de sua vida, e considerando as oportunidades disponíveis, a pós-graduação é o caminho que lhe dará maiores possibilidades, principalmente como docente ou pesquisador de uma instituição pública. Dessa forma, a pós-graduação e a pesquisa são opções naturais dos graduados em Biotecnologia.

As razões que subjazem esse quadro provavelmente estão relacionadas às remunerações do egresso e são exploradas neste trabalho mais adiante. Além disso, pesa também a força cultural que está presente no prestígio ou desprestígio do profissional de acordo com os seus níveis de escolarização em nossa sociedade (Alves e Soares, 2009).

3.4 Inserção no Mercado de Trabalho

As Figuras 2 e 3 ilustram a realidade do egresso, do ponto vista da sua atuação no mercado, mostrando a relação entre o nível de formação e a atuação profissional (Figura 2) e segundo a faixa salarial dos que trabalham na área de biotecnologia, dos que passaram a atuar em outras áreas e dos que atuam como bolsistas na área de biotecnologia (Figura 3). Do total, apenas 1,7% respondeu trabalhar como autônomo e 7,4% atuam no setor privado. Nota-se que a maioria dos graduados e técnicos não atua

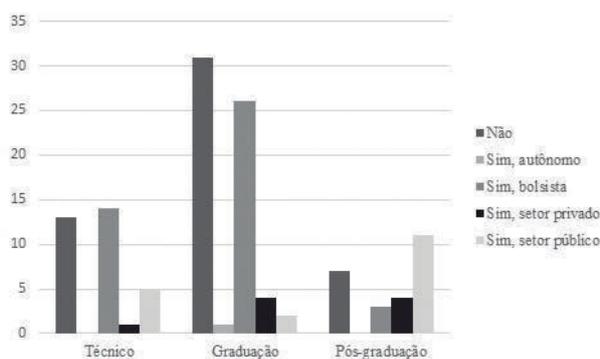


Figura 2 - Atuação dos egressos (técnico, graduado e pós-graduado) no mercado de trabalho

profissionalmente (48% e 39%, respectivamente), ou são bolsistas (42% e 40%, respectivamente). Dos pós-graduados que atuam no mercado, 44% estão no setor público, o que se assemelha do dado relatado nos estudos do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010; 2012) sobre a inserção geral dos doutores e mestres no mercado de trabalho brasileiro.

O estudo do CGEE (2010) sobre os doutores formados no Brasil mostrou que a percentagem dos titulados no Brasil no período 1996-2006 com vínculos empregatícios durante o ano de 2008 na área biológica era inferior (70,2% de empregados) ao das áreas humanas (78,4%) e sociais aplicadas (81,6%). Observou-se que “os estabelecimentos cuja atividade econômica principal é a Educação, empregavam 38.440 doutores no ano de 2008, o que correspondia a 76,8% dos doutores que titularam no Brasil entre 1996 e 2006 e que estavam empregados no ano de 2008” (CGEE, 2010, pg. 37). O setor constituído pelos estabelecimentos da indústria de transformação, setor que tem importância chave no processo de inovação tecnológica, absorvia apenas 1,4% dos doutores titulados no período analisado. Um quadro semelhante foi apresentado no estudo da mesma instituição sobre os egressos de cursos de Mestrado (CGEE, 2012).

Segundo a revista Science (Mintz, 2012), as companhias de biotecnologia americanas procuram contratar profissionais que adicionam valor ao negócio, isto é, não basta ter capacidade de desenvolver ciência, é necessário ter conhecimentos relativos à indústria, tais como regulação, desenvolvimento de drogas, marketing, finanças e propriedade intelectual. Apesar do crescimento da indústria de biotecnologia americana nas últimas duas décadas, poucas universidades oferecem programas de doutorado que enfatizam o treinamento para a indústria. Os cursos de biotecnologia analisados neste trabalho dão excelente formação em biologia celular e molecular, mas mostram pouco sobre sua aplicabilidade na resolução de problemas médicos, industriais ou de meio ambiente, o que certamente traz consequências para a inserção no mercado, favorecendo a inserção na academia ou em instituições de pesquisa, mas não em firmas privadas fora do setor educação.

Para analisar a faixa salarial dos técnicos, graduados e pós-graduados, os classificamos em três categorias, exibidas na Figura 3: os que atuam na área de biotecnologia e recebem salário, os que também são assalariados, mas

atuam fora da área de biotecnologia, e os que atuam na área de biotecnologia, mas são bolsistas.

Nota-se que os níveis mais altos de salário são recebidos pelos pós-graduados, provavelmente aqueles inseridos no setor público como professores ou pesquisadores. Sendo as universidades e institutos públicos de pesquisa o principal *locus* de inserção profissional, os resultados sugerem que a continuação dos estudos é muito bem valorizada pelos egressos na área biotecnológica. A distância salarial entre técnicos e pós-graduados provavelmente é um importante fator de incentivo de busca do egresso pela continuação dos estudos. Os dados, neste caso, puderam ser adequadamente analisados estatisticamente pelo teste exato de Fisher, reduzindo-se os níveis de formação a dois – técnico e não técnico -, e as faixas salariais <R\$1.000,00 e ≥R\$1.000,00 configurando-se, assim, uma tabela de contingência. A análise revelou que com relação à faixa salarial, é muito diferente ser ou não ser técnico ($p < 0,0001$), havendo um forte desvio para grandes salários, por parte dos não técnicos.

Segundo dados do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES; Kupfer et al, 2011), o salário médio dos profissionais de biotecnologia e metrologia tiveram um aumento entre 2003 e 2008, passando de 1237 para 2336 reais em média, mas ainda assim, considera-se uma faixa de salário baixa, admitindo a elevada capacitação necessária a este profissional. Segundo o mesmo estudo, o técnico de nível médio na área de bioquímica e biotecnologia recebia em média 424 reais em 2003, passando para 735 reais em 2008. Os dados levantados no presente estudo são compatíveis com os apresentados no relatório do BNDES, indicando que o profissional de diversos níveis da área de biotecnologia é um profissional mal remunerado.

Nossa última análise se concentrou nas respostas às questões específicas sobre as causas das dificuldades para atuação no mercado de trabalho no estado do Rio de Janeiro. Cada questão sobre dificuldades no mercado de trabalho foi respondida através de escalas de cinco pontos (1 = menor ou nenhuma dificuldade; 2 = pouca dificuldade; 3 = média dificuldade; 4 = grande dificuldade; 5 = maior dificuldade), mostrados na Figura 4.

A existência, ou não, de associação entre as variáveis analisadas (tipos de dificuldade) na pesquisa relacionada ao mercado de trabalho foi inicialmente examinada pelo teste de Qui-quadrado. O teste verificou se a distribuição dos graus entre os diferentes fatores

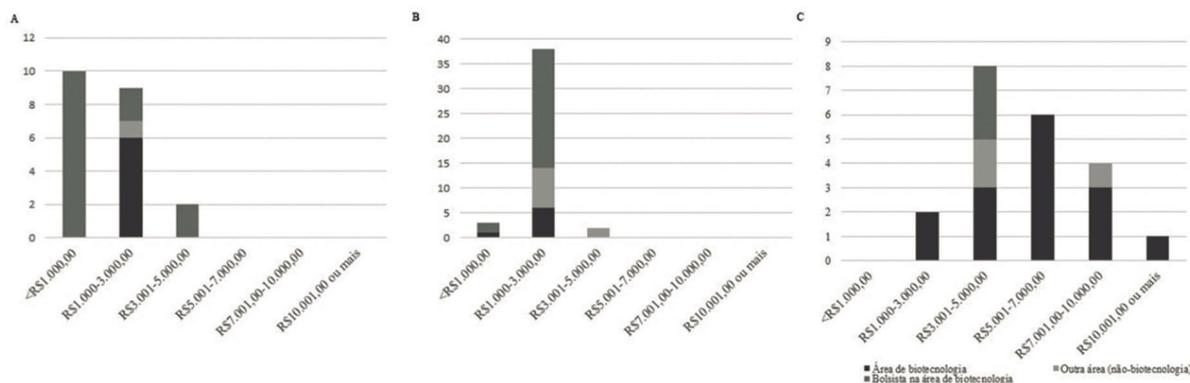


Figura 3 - Atuação dos egressos no mercado distribuída em diferentes faixas salariais. Egressos de (A) cursos técnicos, (B) graduação e (C) pós-graduação.

apontados como causadores da dificuldade no mercado de trabalho era homogênea, ou não na amostra. A resposta para esta pergunta é não ($p < 0,0001$). Este dado é importante, pois indica que cada dificuldade tem a sua "identidade", ou é independente uma da outra, sugerindo que cada motivo ou causador desta dificuldade apresentou diferenças reais, não casuais. A independência de cada tipo de dificuldade enfatiza o seu aspecto multifatorial e aumenta a sua complexidade. Os dados apresentados na Figura 4 são compilações das respostas de toda a amostra, demonstrando tendências gerais, porém nossa análise contemplou cada categoria (técnico, graduado e pós-graduado) separadamente.

A oferta de melhores salários em outras áreas foi o fator de maior dificuldade para os técnicos entrarem no mercado de trabalho na área de biotecnologia. Os graduados, em sua maioria, apontaram também grande importância deste fator. Já os pós-graduados ficaram divididos, 48% classificaram como 1 ou 2 e 44% classificaram como 4 ou 5 na escala de dificuldade.

A maioria dos entrevistados não apresentou dificuldade para aproveitar uma oportunidade de emprego em função da falta de experiência prévia. Aproximadamente 50% de técnicos e pós-graduados assumiram não ter este tipo de dificuldade, mas um terço dos egressos da graduação indicou este como sendo um problema de maior dificuldade para eles. Em contrapartida, a falta de oportunidade de emprego foi apontada como a maior dificuldade dos egressos entrevistados. Algumas das possíveis explicações para estes resultados foram encontradas em debates ocorridos em eventos promovidos, por exemplo, pelo Sebrae e Instituto Vital Brazil, que sugerem que os egressos não são aproveitados devido a importação de recursos humanos para Rio de Janeiro e porque o mercado de biotecnologia ainda não está consolidado (Castro, 2013) Além disso, este mercado tem um perfil interdisciplinar, resultando em oportunidades para a grande área, incluindo assim também outras áreas da biologia, engenharia química, farmácia, dentre outras.



Figura 4 - Nível de dificuldade apresentada pela população entrevistada para a inserção no mercado

A falta de oportunidade poderia estar relacionada à forte concorrência por vaga de emprego. A este respeito, observa-se que a concorrência com egressos de outras áreas parece ser um problema maior para cerca de 30% dos graduados e menor para os técnicos. No entanto, entre os pós-graduados foi observado um equilíbrio no nível de classificação da dificuldade, sendo 3 o valor modal.

A falta de regulamentação profissional foi um quesito respondido que variou nos extremos dentro dos egressos das diferentes formações. Enquanto os graduados qualificaram com escala máxima 5, os pós-graduados apontaram com nível mínimo 1 de dificuldade. Já entre os técnicos a qualificação dessa dificuldade observada foi variável.

Observando de uma forma geral as dificuldades questionadas, o maior problema apontado pelos egressos técnicos é a falta de oferta de emprego (69%) e as oportunidades salariais para outras áreas (70%). Os egressos em nível de graduação apontaram como principais indicadores da falta de mercado de trabalho, a falta de oferta de emprego (85,78%), a falta de regulamentação (73,91%) e a adequação do curso ao mercado de trabalho (70,31%). Cem por cento dos egressos dentro deste nível que responderam ao questionário são tecnólogos, um tipo de graduação plena equivalente ao bacharelado, segundo o MEC, mas que não possui a mesma aceitação no mercado de trabalho, o que é refletido na preocupação do egresso com a regulamentação da profissão. Além disso, esta modalidade de curso superior visa formar profissionais para atender campos específicos e com rápida entrada no mercado de trabalho, o que não se observa na biotecnologia por ser uma área de abrangência extensa e que ainda não está alinhada com os demandantes de trabalho.

Os dados acima apontam predomínio de bolsistas na amostra global e uma aparente oferta de trabalho principalmente no setor público. Esse fato corrobora o debate do *Workshop* do Programa de Treinamento em Biofármacos na Coppe (UFRJ) em 2014, que indicou que, em vista do panorama de estado de desenvolvimento atual das empresas de biotecnologia, seria necessário aguardar pelo menos cinco anos para a consolidação dessa indústria no Brasil e o início das contratações.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A retomada da política industrial em 2004, priorizando a biotecnologia como área estratégica exibe efeitos positivos de aumento de investimento no setor e criação de novas empresas, caracterizando o mercado como em expansão, mas ainda não consolidado (REZAIÉ et al., 2008; CASTRO, 2013). Esta expansão implica não somente na instalação de empresas capazes de suprir as necessidades de insumos diferenciados, como por exemplo, os insumos estratégicos para a saúde listados como prioritários nas parcerias para o desenvolvimento produtivo (GADELHA, 2003), mas também na consolidação de uma indústria que incorpore novas tecnologias e que seja inovadora. Para tanto, é necessária a existência de recursos humanos especializados.

O BioRH tem se reunido com representantes institucionais diversos, da academia, governo e de empresas de interesse, e o cerne desta discussão tem revelado a existência de uma importante oferta de recursos humanos no Rio de Janeiro para a área de biotecnologia. Entretanto, este estudo revelou que estes recursos humanos têm sérias dificuldades de inclusão no mercado de trabalho, motivando com frequência sua opção pela atividade acadêmica como carreira profissional, ou até, pela migração para áreas afins.

Pelo o que foi aqui analisado, entende-se que a criação de cursos de Biotecnologia, principalmente no nível superior, não se deveu a uma política com este fim, mas veio secundariamente à política de desenvolvimento do setor produtivo do Governo. Em paralelo à política industrial, no âmbito da Educação, o Governo Federal criou o Programa de apoio a planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais Brasileiras (REUNI), que fez parte de um conjunto de ações do Plano de Desenvolvimento de Educação do MEC, com o objetivo de expandir o acesso e garantir condições de permanência no Ensino Superior. Com base nos debates ocorridos com presença do BioRH, aparentemente, as IESs federais viram a expansão como uma oportunidade de atender a demandas que vinham sendo sinalizadas pelo Governo de formas isoladas, como ilustrado no modelo proposto na Figura 5. O MEC incentivou expansão do ensino superior; os governos federal e estaduais incentivaram a formação de biotecnologia, mas não há interação entre as políticas de educação e de expansão da indústria de biotecnologia. Entretanto, até que ponto é esperado um alinhamento entre as políticas de educação e de expansão industrial, no caso, a biotecnologia? Aparentemente há um descompasso entre a formação adquirida e a demanda específica do mercado, mas somente uma análise fina dos currículos dos cursos poderia elucidar esta suposição.

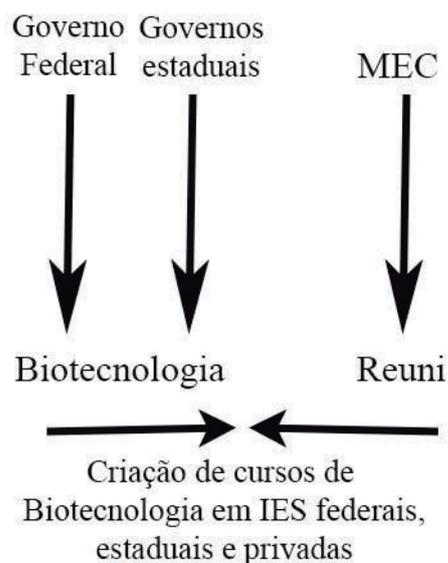


Figura 5 - Modelo de criação de cursos de biotecnologia calcados numa demanda imediata do setor produtivo

4 CONCLUSÃO

O estado do Rio de Janeiro forma recursos humanos capacitados na área de biotecnologia.

Entretanto, fatores como faixa de remuneração e oferta de vagas no setor são determinantes na escolha de se estabelecer dentro desta área, demonstrando que, de imediato, o gargalo para o desenvolvimento do setor não parece estar na formação de recursos humanos, e sim no estabelecimento de um diálogo entre os envolvidos: academia e a indústria de biotecnologia. Esta interação seria relevante para agilizar processos de inserção do profissional da área de biotecnologia no setor produtivo. Além disso, contribuiria para uma formação mais direcionada no setor, com maior valorização desse recurso humano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Adriano Caldeira de Araújo, docente do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e nosso colega de grupo, coautor deste trabalho, falecido antes da submissão deste artigo. Os autores agradecem também a Alcides Fernando Gussi da Universidade Federal do Ceará pela leitura crítica do manuscrito.

REFERÊNCIAS

ABDI (Brasil). Política industrial. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/politica_industrial.aspx. Acesso em: 15 abr. de 2016.

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F. Medidas de nível socioeconômico em pesquisas sociais: uma aplicação aos dados de uma pesquisa educacional. **Opin. Pública**, v.15, n. 1, p.1-30, jun, 2009.

BRASIL, GOVERNO DO RIO DE JANEIRO. Plano estratégico do governo do Rio de Janeiro: 2007-2010. Disponível em: http://download.rj.gov.br/documentos/10112/179269/DLFE-28567.pdf/plano_estrategico_2007_2010.pdf. Acesso em: 15 abr. 2016.

CASTRO, L. A. B. **Opportunities and Limitations for Biotechnology Innovation in Brazil**, 1.ed, Bentham Science, 2013, E-book, ISBN 978-1-60805-753-5. Disponível em: <http://ebooks.benthamscience.com/book/9781608056965/>. Acesso em: 15 abr. 2016.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (Brasil). **Doutores 2010**: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira. Brasília, v. 1, 2010.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (Brasil). **Mestres 2012**: Estudos da demografia da base técnico-científica brasileira. Brasília, v. 1, 2012.

ECKER, D.M., JONES, S.D., LEVINE, H.L. The therapeutic monoclonal antibody market. **MAbs** v. 7, n. 1, pg 9-14, 2015.

FRIEDMAN, Y. The biotechnology industry. In: _____, **Building biotechnology: starting, managing and understanding biotechnology companies**. 2. ed. Washington DC, Think Biotech LLC, 2006.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. Carência de profissionais, 2013. Disponível em: http://www.fdc.org.br/imprensa/Documents/2014/pesquisa_carencia_profissionais.pdf. Acesso em: 15 jun. 2017.

GADELHA, C.A.G. O Complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde. **Ciência e Saúde Coletiva** v.8, n.2, p. 521-535, 2003.

GWYNNE, P. Postdocs in limbo. *Research-Technology Management*, v..58, n.1, p.6-7, 2015.

KAPLAN, K. Tricky terrains. **Nature**, v. 463, p. 388-389, 2010.

KUPFER, D.; LAPLANE, M. F.; HIRATUKA, C. **Perspectivas do investimento no Brasil: temas transversais**, 2011. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/pib/pib_sintese_transversais_vfinal.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

MDIC, Comitê Nacional de Biotecnologia (Brasil). **Relatório da biotecnologia**, 2010. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1291895534.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

MEC (Brasil). **Diploma dos tecnólogos vale para concurso e pós-graduação**, 2010. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=15698:diploma-dos-tecnologos-vale-para-concurso-e-pos-graduacao>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

OCDE (França), **A Framework for biotechnology statistics**, 2005. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/5/48/34935605.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

OCDE (França). **The Bioeconomy 2030: designing a policy agenda**, 2009. Disponível em: <<https://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/42837897.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

PAES, M. C.; BAPTISTA, T. A. Biotecnologia no Rio de Janeiro: análise de cenário com foco em recursos humanos. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, v.4, p. 184-199, 2014.

REZAIE, R. et al. Brazilian health biotech: fostering crosstalk between public and private sectors. **Nature Biotechnology** v. 26, p. 627-644, 2008.

SILVA FILHO, R. L. L.; et al. A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37 n. 132, p. 641-659, 2007.

TRABALHO E TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR DA IDEOLOGIA E DA PRODUTIVIDADE

WORK AND TECHNOLOGY: AN INTERDISCIPLINARY APPROACH OF IDEOLOGY AND PRODUCTIVITY

Data de entrega dos originais à redação em: 05/03/2017
e recebido para diagramação em: 03/07/2017

Rodrigo do Prado Bittencourt ¹
Sérgio Minas Melconian ²

Partindo de uma abordagem interdisciplinar pautada na Sociologia e na Engenharia de Produção, este artigo visa discutir o cenário do trabalho na atualidade, tendo em vista a influência das novas tecnologias nas atividades produtivas. Parte-se da análise de diversificada bibliografia sobre o assunto, bem como de casos exemplares no que tange à dinâmica produtiva atual e à interação entre o trabalho humano, a inteligência artificial, robôs, tecnologias informacionais e outras inovações que são vistas, muitas vezes, como inconciliáveis com o trabalho humano. É problematizada a pretensa oposição entre o trabalho e a tecnologia e levantadas as potencialidades e problemas que permeiam esta complexa relação.

Palavras-chave: Sociologia. Tecnologia. Trabalho.

Starting from an interdisciplinary approach guided in sociology and Production Engineering, this article discusses the work scenario at present, given the influence of new technologies in productive activities. It starts with the diverse analysis literature on the subject, as well as exemplary cases regarding the current production dynamics and the interaction between human labor, artificial intelligence, robots, information technologies and other innovations that are seen often as incompatible with human labor. It problematized the supposed opposition between work and technology and raised the potential and problems that underlie this complex relationship.

Keywords: Sociology. Technology. Work.

1 INTRODUÇÃO

Percebe-se a presença, no interior da ideologia dominante, de um discurso de oposição entre a tecnologia e o trabalho, como se aquela viesse para substituir e extinguir este. Como se o trabalho humano não passasse de uma reminiscência retrógrada, numa era de transformações em que os mais avançados robôs trabalham por nós. Algumas perguntas parecem pertinentes: para quem, de fato, eles trabalham? Para a humanidade como um todo ou apenas para uma determinada classe de possuidores dos meios de produção – o 1% denunciado pelo heterogêneo e transnacional movimento Occupy? Há ainda que se questionar se este cenário de abolição do trabalho humano ou de simples oposição entre este e a tecnologia de fato combinam com a realidade ou são uma espécie de perpetuação da visão de mundo ludista.

Tem-se como evidente que a realidade do trabalho alterou-se profundamente nos últimos séculos e mesmo nas últimas décadas, mas é preciso analisar com cuidado quais mudanças são de fato significativas e quais não passam de pequenas atualizações pontuais das técnicas produtivas. O que se pretende aqui é realizar uma breve análise acerca da ligação entre as mais modernas tecnologias de produção e gestão empresarial e o trabalho humano, tentando perceber como estes dois fatores interagem entre si no âmbito das novas tecnologias digitais. A visão do senso comum, permeada de ideologia burguesa, muitas vezes associa a máquina à produtividade e eficiência e coloca o trabalho humano quase que como um obstáculo ao bom

desempenho da economia. Isto corresponde, de fato, a uma realidade dentro das unidades produtivas? Até que ponto a própria construção deste discurso não faz parte de uma estratégia de desvalorização do trabalhador e do trabalho – especialmente se manual – e constitui-se como uma verdadeira arma ideológica no campo da luta de classes? No limite, é este último questionamento o eixo central da discussão que aqui realiza-se e que se pautará em duas áreas do conhecimento distintas, mas de complementariedade extremamente significativa – se bem que muito negligenciada – a Sociologia e a Engenharia. A primeira analisará o trabalho sob o enfoque da interação social – das relações de produção, em suma – com consequências imediatas no que relaciona-se à distribuição das riquezas e à luta de classes. A segunda estudará o trabalho sob o enfoque da produtividade, analisando a relação entre trabalho humano e tecnologia. Além da importância desta última justamente para a maior exploração das potencialidades do trabalho e para a consolidação de unidades produtivas eficientes e sustentáveis.

Para Schwab (2016), fundador e presidente executivo do fórum mundial econômico, vivemos hoje a 4ª Revolução Industrial, que está sendo uma revolução digital, motivada pelas novas tecnologias, como a internet móvel, a inteligência artificial, a automação, as máquinas, os robôs e os computadores que se auto programam atingindo soluções ótimas. Além do aperfeiçoamento de sensores e da internet das coisas que visa conectar os dispositivos em geral.

Ainda segundo Schwab (2016), a 4ª Revolução

1 - Doutorando em Literatura de Língua Portuguesa - Mestre em Teoria e História Literária - Graduado em Ciências Sociais.

2 - Mestre em Automação e Controle de Processos - Engenheiro de Produção - Tecnólogo em Automação Industrial.

Industrial vai além do uso das tecnologias revolucionárias que irão mudar a forma de trabalhar e produzir. Para o autor, as diferenças desta nova revolução produtiva estão no potencial de inovação e na amplitude de campos científicos distintos. O autor ainda aponta a tendência de uma fusão e integração cada vez maior de tecnologias, unindo o mundo digital e físico.

A digitalização de processos, associada às tecnologias da informação, comunicação, automação, robótica, microeletrônica, entre outras, vem revolucionando o cotidiano das empresas em geral, nos mais diferentes setores e segmentos, oferecendo soluções cada vez mais importantes nos diversos mercados.

As novas tendências tecnológicas vêm determinando o ritmo do mercado de trabalho, atingindo diversos setores, inclusive aqueles até então pouco explorados, como: a automação da mobilidade urbana; a adoção de tecnologias ligadas ao conceito de cidades inteligentes, as chamadas *smart grids*; o avanço da tecnologia na saúde, na segurança, na energia, na agricultura e em diversos outros setores; sem falar na indústria e tantos outros segmentos da sociedade.

2 CLASSIFICAÇÃO E EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS PÓS A 1ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Para Porat (1977), após a 1ª Revolução Industrial, as forças de trabalho se dividiram em duas frentes, sendo uma voltada aos trabalhadores com baixa instrução e qualificação e a outra as forças de trabalhadores qualificados. Segundo cita o autor em projeção da *Bureau of Labor Statistics*, as atividades mundiais voltadas ao trabalho com baixa qualificação caíram de 95% para 48% entre os anos de 1860 a 1980. No mesmo período as atividades voltadas ao trabalho com alta qualificação subiram de 5% para 52%. Ele apresenta ainda uma relação entre o percentual agregado de força de trabalho nos Estados Unidos em cada setor da atividade econômica no período de 1860 a 1980 (Figura 1).

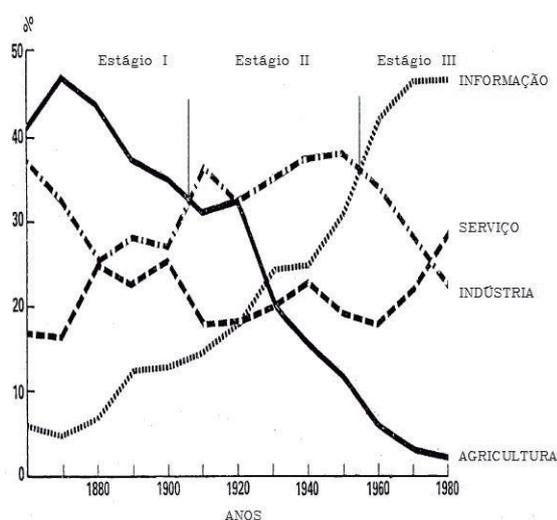


Figura 1 – Percentual agregado de força de trabalho nos Estados Unidos em cada setor da atividade econômica no período de 1860 a 1980 (PORAT, 1977)

Com base na Figura 1, o autor cita que no período de 1860 a 1906, a maior força de trabalho nos Estados

Unidos estava pautada na agricultura. Para o autor, com o avanço da 1ª Revolução Industrial e a expansão da máquina no campo, substituindo o trabalho manual, o trabalhador com baixo grau de informação passou a perder espaço ano a ano. Com o aumento da produção no campo, impulsionada pelas máquinas e a expansão do agronegócio, novas oportunidades de trabalho passaram a surgir e novas funções, destinadas a trabalhadores com maior grau de qualificação, especialização e diferentes habilidades intelectuais, passaram a explorar o trabalho no campo. Estes trabalhadores mais capacitados, porém, já não eram mais classificados como trabalhadores rurais. O autor cita como novos trabalhadores envolvidos no agronegócio categorias profissionais como as dos advogados, contadores e vendedores de fertilizantes e sementes.

Para o autor, o segundo período de análise se dá entre 1906 e 1954, com o avanço do setor industrial nos Estados Unidos. Sendo, no período, o principal segmento a gerar vagas de trabalho. Para Porat (1977), o setor industrial concentra diversos tipos de necessidades de trabalho, como os setores administrativos para gerenciar os processos, a segurança da produção, a manutenção de máquinas, o controle de qualidade e a movimentação de materiais. No entanto, ainda há necessidade de trabalhadores que utilizem a sua força de trabalho para execução de atividades manuais que a tecnologia ainda não abrangeu.

Para McAfee (2012), pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT) e especialista em tecnologia de informação e seus efeitos nos negócios, não há como automatizar 100% das operações de uma empresa. Groover (2011) cita que, automatizar um processo, seja ele administrativo ou de transformação, requer uma análise econômica, uma vez que um processo automatizado exige investimentos e possuem custos de operação que um processo manual não tem. Para o autor, o uso racional, por meio da relação demanda e custo de operação é que trará às empresas as respostas para implantação, ou não, da automação e das diversas tecnologias.

Porat (1977) cita como terceiro estágio de estudo o período após 1954 como o momento de novas aplicações voltadas ao conhecimento, quando se busca ajustar a força de trabalho a novas demandas. Para o autor, o rápido crescimento da ocupação de funções que exigem conhecimento se expande com a divisão do trabalho e a especialização: trabalhadores passarão a atuar com ciência e alta tecnologia; a demanda por professores, pesquisadores e desenvolvedores vai crescer; os trabalhos de gestão, engenharia e computação também serão cada vez mais necessários. Porat (1977) ainda descreve o setor de serviços, dizendo que demandas por cabeleireiros, garçons e mecânicos de automóveis, por exemplo, ainda vão continuar; porém irão exigir maior especialização e competitividade.

O Autor finaliza dizendo que o avanço da Medicina e das tecnologias médicas, vão fazer crescer as necessidades por profissionais da área de saúde, como médicos e terapeutas, assim como técnicos que saibam lidar com as ferramentas tecnológicas aplicadas às análises da saúde humana; sobretudo diante da mecanização crescente na esfera dos exames diagnósticos e mesmo da

robotização cirúrgica.

Para o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007), em estudo sobre o setor de tecnologia da informação e comunicação no Brasil entre 2003 e 2006, desde os anos oitenta, a dinâmica da economia mundial sofreu profundas transformações nos modelos de geração e acumulação de riqueza. Diferentemente do antigo padrão de acumulação de bens baseado em recursos tangíveis (dispersos ao redor do mundo), no atual padrão, o conhecimento e a informação exercem papéis centrais; sendo as tecnologias de informação e comunicação seu elemento propulsor.

Nos anos noventa, assistiu-se a um aumento de produtividade muito superior à dos anos oitenta. O setor industrial liderou o processo de automação e reestruturação produtiva, reduzindo custos de produção e aumentando a competitividade internacional; no entanto, os avanços tecnológicos não foram apenas na indústria, fazendo-se presente em todos os setores da atividade econômica. O setor de serviços passou a usar cada vez mais as novas tecnologias, como a da informática. No caso do Brasil, as mudanças nos anos noventa foram no sentido do trabalho informal (trabalho autônomo ou por conta própria, sem carteira de trabalho assinada), mais representativos nos setores da construção civil, do comércio e de serviços.

Para Frey e Osborne (2013) pesquisadores da Universidade de Oxford que estudaram o avanço do trabalho computadorizado, 47% dos empregos nos Estados Unidos correm o risco de desaparecer nas próximas duas décadas. Para os autores, a automação será a grande responsável pela perda destes cargos. No mundo, empresas investem em novas tecnologias que cada vez mais automatizam diversos postos de trabalho, abrangendo os mais diferentes setores da economia.

A indústria automobilística, por exemplo, utiliza robôs na montagem de seus veículos; assim como a indústria de autopeças, que tem diferentes etapas de transformação, manuseio, montagem e inspeção: todas totalmente ou parcialmente automatizadas. A indústria alimentícia usa máquinas automatizadas para o envase de líquidos ou objetos sólidos, etiquetagem de frascos, empacotamento de embalagens. A indústria da moda investe em *softwares* e máquinas automatizadas que fazem uso da tecnologia CAD/CAM, que permite que se faça o desenho do vestuário no computador e o mesmo é convertido para um código específico e posteriormente enviado para uma máquina confeccionar automaticamente o produto. A mesma tecnologia se aplica na confecção de próteses dentárias, próteses humanas, peças de máquinas, entre outras.

Fabricantes de robôs já fazem testes de câmeras de televisão que operam sem cinegrafistas para a transmissão ao vivo, oferecendo imagens sem trepidação. No Japão, um fabricante de robôs produziu um robô de dois braços que pode realizar tarefas semelhantes às humanas. Ele tem aspecto antropomórfico, para melhor substituir seres humanos na execução de trabalhos manuais (Figura 2).

A empresa de chamada de taxi *Uber*, já faz uso de veículos autônomos que transportam passageiros sem a necessidade de um condutor humano; assim como os trens e metrô. Robôs já substituem os humanos nos



Figura 2 – Robô de dois braços SDA10D

Fonte: < <http://www.motoman.com/industrial-robots/sda10d> >.

serviços de limpeza de escritórios e casas; transportam peças de um setor para o outro dentro de empresas, usando os chamados *Automated Guided Vehicle Solution (AGVS)*, veículos guiados automaticamente. Nos bancos, caixas, seguranças e toda a estrutura física das agências estão sendo substituídos por *softwares*, computadores, páginas de internet e aplicativos de celulares. Na bolsa de valores, as operações em pregão são todas automáticas, realizadas por programas específicos.

O setor do comércio virtual (*e-commerce*) vem a cada ano ganhando mais adeptos e as compras que antes eram feitas exclusivamente em um ambiente físico, hoje podem ser feitas também em ambiente virtual. Para o *E-bit* (2016), principal órgão de pesquisa sobre este setor no Brasil e que mede o desempenho do *e-commerce* em todo o país, estima-se que o setor de comércio virtual irá faturar em 2016, R\$ 44,6 bilhões de reais. Isso representa 8% a mais que o ano anterior e mais de 238% em relação ao ano de 2011. Estes dados estão publicados no artigo: Expectativas e Previsões para o Comércio Eletrônico em 2016, na 33ª edição da revista *Webshoppers*.

Para Frey e Osborne (2013), os avanços tecnológicos só tendem a crescer nos próximos anos. Segundo estudos realizados pelos autores, de 702 ocupações do trabalho em diferentes setores, 330 correm o risco de serem automatizadas. Os autores, no entanto, citam que as profissões que dependem da capacidade de diagnóstico avançado são menos suscetíveis aos impactos tecnológicos. Exemplos são os dentistas, médicos, treinadores esportivos, atores, trabalhadores da área social e bombeiros.

3 ESTUDOS DE CASOS DO EMPREGO DA TECNOLOGIA NO AMBIENTE DE TRABALHO

Bacheга e Antonialli (2005), apresentaram um estudo de caso da implantação da automação comercial em uma rede de supermercados em Lavras, Minas Gerais, com foco nas estratégias comerciais da empresa. Os resultados do estudo demonstraram que antes

da implantação da automação comercial, com o uso de computadores, *softwares* e leitores de código de barras, a rede de supermercados apresentava diversos problemas de controle contábil, de reposição de estoques, e remarcação de preços. O trabalho manual acarretava erros de etiquetagem, maior quantidade de filas por conta das conferências nos caixas, necessidade de lojas fecharem suas portas alguns dias do ano para fazer o balanço, além de outras operações de baixa eficiência.

Segundo os autores, a automação comercial mudou o cotidiano do trabalho, facilitando a realização de tarefas. Os estudos mostraram que não houve redução no quadro de funcionários da rede; pelo contrário, novos cargos foram criados; principalmente para cuidar da gestão das lojas e do TI (departamento de tecnologia da informação que cuida da rede de computadores e dos sistemas). Os funcionários que antes atuavam na remarcação dos preços, faziam inventários e outras atividades braçais, foram realocados. Com o novo sistema de automação comercial, os funcionários tiveram que passar por treinamentos e um novo nicho de mercado surgiu. A rede de supermercados implantou um cartão fidelidade, a partir do qual os clientes são cadastrados a um sistema, obtendo vantagens. Sousa e Royer (2013), apresentaram um estudo de caso em que são implantados os *Automated Guided Vehicle Solution* (AGVS), veículos guiados automaticamente. O projeto foi desenvolvido em uma empresa de equipamentos agrícolas situada em Canoas, no Rio Grande do Sul. No trabalho os AGVS são usados para transportar peças utilizadas no acabamento de máquinas agrícolas. Segundo os autores, a implantação da nova tecnologia, proporcionou agilidade, organização, segurança e principalmente ganhos logísticos de movimentação. Os autores citam que umas das funções mais importantes da logística, e que tem mostrado maior evolução ao longo do tempo, é o transporte.

Segundo Hesse e Rodrigue (2000), o transporte na década de 80 representava aproximadamente 40,5% de todos os custos logísticos no mundo e nos anos 2000 esse número chegou a 58,6%. Para Sousa e Royers (2013), é cada vez mais importante tornar o transporte eficiente. Os autores ainda descrevem que a aplicação dos recursos humanos deve ser orientada ao desenvolvimento de tarefas que agregam valor ao produto, ou seja, produzir a simplificação e eliminação de etapas que geram perda de tempo. A condução de materiais entre um armazém geral (estoque) e uma linha de montagem de equipamentos pode ser apresentada como um modelo clássico da ausência de valor agregado ao produto, exercido pelos trabalhadores de uma unidade fabril. Desta forma, sempre que houver a viabilidade de adoção de um sistema que execute atividade de forma eficiente, será possível reduzir custos de produção e tempo de processo, podendo, assim, explorar os recursos humanos em atividades que sejam efetivamente necessárias.

Ferreira e Cugnasca (2013) apresentam casos de implantação da tecnologia RFID (Identificação por Rádio Frequência), na melhoria da logística de algumas empresas. Essa tecnologia basicamente envia informações a antenas, informando a atual situação do produto, assim como preço e cor, sem a necessidade de um leitor ótico como ocorre com a tecnologia de código de barras.

Os autores citam o caso de uma empresa brasileira de moda que aplicou a tecnologia de identificação

por rádio frequência (RFID) em sua loja e centro de distribuição. Segundo os autores, essa inovação tecnológica tornou possível controlar cerca de 40.000 itens oferecidos pela loja. O controle passava por todas as etapas de operação, desde a fabricação do produto, até a sua distribuição e venda, sem contar a vigilância eletrônica dos artigos vendidos.

Entre os benefícios decorrentes da utilização do RFID nos processos da marca estão: o uso de apenas uma tecnologia para processos logísticos, de vendas e prevenção de perdas; acuracidade das informações de estoque acima de 99%, ou seja, melhoria na precisão dos dados e informações; cinco vezes mais produtividade na área de recebimento e expedição; eliminação dos erros nos processos de expedição; redução de custos operacionais; informações confiáveis sobre vendas; visibilidade sobre a cadeia de suprimentos; entre outros.

Melconian e Sousa (2013) apresentaram um trabalho prático em uma empresa de produção de balas de mascar da cidade de São Paulo, onde soluções tecnológicas de melhoria do processo de dosagem de balas de mascar culminaram em um ganho de 64% na capacidade produtiva da empresa. Os autores descrevem que as principais vantagens apresentadas na melhoria do processo são a capacidade das máquinas transmitirem automaticamente os dados de produção para sistemas de supervisão que armazenarão automaticamente as informações de processo, eliminando a necessidade de registros manuais. Além disso, a capacidade das máquinas integrarem-se fisicamente com outros processos, eliminando o transporte manual e a necessidade de um operador constante, é outra vantagem.

Cabe ressaltar que o estudo comprovou também melhorias ergonômicas aos trabalhadores, já que muitos se afastavam de suas funções por problemas de lesão. Além disso, nenhum trabalhador foi desligado da empresa, apenas deslocados a outros postos de trabalho, porém com necessidades específicas de especialização; tanto que muitos desses trabalhadores tiveram que fazer cursos fora da empresa.

Não se pode esquecer, no entanto, que a tecnologia também pode trazer situações que, ao invés de transformar as relações de trabalho, tendem a intensificar ainda mais os conflitos delas resultantes. Isso porque ela pode contribuir para uma maior concentração de riqueza nas mãos de uma pequena elite burguesa e aviltar o trabalho em alguns ramos da economia. Sennett (2004) aponta as consequências negativas da automação para o trabalhador de padarias mecanizadas, nos Estados Unidos. Segundo ele, estes trabalhadores realizam tarefas muito simples e banais, o que faz com que não se sintam de fato padeiros, não se sintam realizados e satisfeitos com seu trabalho e possam ser facilmente substituídos, o que faz com que seus salários sejam baixos. Ainda que o trabalho não seja pesado, a rotatividade da mão de obra nestas padarias automatizadas é muito grande, pois os trabalhadores não se sentem à vontade num ambiente em que as máquinas são responsáveis por quase tudo e só lhes sobra atividades tão simples que poderiam ser realizadas mesmo por uma criança.

Percebe-se, assim, que a automação pode levar a uma intensificação da alienação já analisada por Marx

(1999). Se a falta de conhecimento do processo de produção como um todo, devido à divisão do trabalho imposta pela burguesia, já é alienante, a alienação com relação ao fruto de seu trabalho, expropriado pelo burguês, completa a dinâmica de favorecimento do capital em detrimento do ser humano, levando-nos à reificação. A automação não cria isso, mas pode intensificar ainda mais este processo, permitindo, por um lado, maior concentração de capital e, por outro, maior alienação com relação ao processo de produção do qual se faz parte.

Evidentemente, não é a tecnologia a responsável por esta situação de desigualdade social ou pela condição alienante da economia capitalista. Ela é um produto histórico das relações humanas e não a artífice que as engendra. Seu uso pode servir para liberar o homem de toda a carga de trabalho que ele historicamente se impôs e proporcionar-lhe mais lazer. Pode também servir para aumentar ainda mais o poderio dos ricos e a exploração dos pobres. Tudo depende de como será utilizada. O que se percebe é que até agora ela tem servido para a segunda opção, possibilitando um domínio cada vez maior do mundo por parte da burguesia. É ao domínio desta classe que ela tem se associado, desde os tempos do *Manifesto Comunista* (1998), em que Marx e Engels narram como, por meio da tecnologia, a burguesia revolucionou as relações de produção e transformou a paisagem do mundo todo. Cabe aos seres humanos de agora, no entanto, a decisão de continuar com esta herança ou desfazer-se dela, criando novas relações produtivas e, por conseguinte, um novo mundo. Perder a esperança de um dia conseguir tudo mudar é o primeiro passo em direção à continuidade do que não vai bem; é a consolidação do conformismo, do fatalismo e por vezes do cinismo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a 1ª Revolução Industrial, os conceitos de mecanização e “automação” já afligiam os trabalhadores. O que essa preocupação realmente revela, no entanto, é um medo e uma incompreensão do processo produtivo. Não são as máquinas as responsáveis pela perda de empregos e pelo trabalho informal, mas os seres humanos. O que explica esta precarização da vida das classes baixas não é a tecnologia, mas a dinâmica capitalista das relações de produção.

No curto prazo, a automação, a robótica, a informática e todo o avanço tecnológico irão gerar um deslocamento nos empregos. No longo prazo, os padrões de trabalho irão simplesmente mudar. O uso da tecnologia para aumentar a produtividade industrial e reduzir custos, no comércio e nos diversos setores da economia, será cada vez mais frequente. Esse processo funcionará basicamente da mesma maneira que os avanços tecnológicos de épocas passadas. Tais avanços melhoraram significativamente a qualidade de vida das pessoas e criaram novas formas de emprego que antes eram inimagináveis, ainda que estas transformações tenham se realizado de modo desigual. A desigualdade social, entretanto, não é inerente à tecnologia, mas sim ao capitalismo. O próprio Marx desejava uma maior mecanização do trabalho, prevendo que, numa sociedade comunista, isso contribuiria para que o ser humano pudesse dedicar mais tempo ao lazer e a quaisquer outras atividades de seu interesse.

O avanço tecnológico é um aspecto inerente a um mercado competitivo, no qual inovadores continuamente se esforçam para gerar mais valor a custos menores. Empreendedores buscam e querem estar na frente em seu mercado. Automação, robótica, informatização e sistemas de controle industrial já se tornaram parte integral desse esforço. Os diversos empregos manuais, que consistiam apenas em repetir mecanicamente uma mesma tarefa, como as linhas de montagem em fábricas, já foram, em boa parte, abolidos e substituídos por outros, relacionados à tecnologia, à internet e a análise de informações. A tecnologia tem sido utilizada para melhor potencializar o trabalho humano desde a pré-história. O que determina seu uso para maior benefício de todos ou para o lucro de apenas alguns poucos é o sistema capitalista em suas relações de produção pautadas na mais-valia e não a natureza estrutural dos avanços tecnológicos em si. Aliás, o que se percebe é que esta tecnologia apresenta-se como essencialmente ligada à organização do trabalho humano, como os casos relatados acima demonstram.

Foi e continua sendo o trabalho a produzir riqueza, como afirmaram Marx e mesmo David Ricardo. Assim – e os próprios estudiosos que se voltam para a análise de como aumentar a lucratividade das empresas o demonstram, como visto acima – o maior avanço na produtividade, lucratividade e eficiência encontram-se antes em tecnologias de organização e potencialização (que no capitalismo assume o caráter de exploração) do trabalho humano que em maquinário capaz de realizar movimentos mecânicos ou em descobertas de novas fontes de energia ou novos materiais.

A revolução industrial só ocorreu porque encontrou uma grande massa de trabalhadores pauperizados o suficiente para aceitarem as novas condições de trabalho e as novas relações de produção que lhe foram propostas, reduzindo sua força produtiva a uma rele mercadoria. Neste sentido, a reunião de diversos trabalhadores no interior de uma mesma manufatura, a divisão do trabalho entre diferentes setores ou funcionários especialistas e o estabelecimento do pagamento por processo realizado ou por tempo trabalhado (e não mais pelo produto final) constituem-se um elemento tão importante – se não ainda mais importante – que a invenção de qualquer máquina ou o uso de qualquer nova fonte de energia.

Com a massificação da automação e do uso de robôs como mão de obra, se descobrirá novas aptidões e novos trabalhos que, no futuro, nos levarão à percepção do tanto de energia que se gasta com trabalhos monótonos e repetitivos. O automóvel, o computador, a luz elétrica, a internet e a mecanização da agricultura tornaram várias formas de emprego totalmente obsoletas, como o setor de carroças, o produtor de máquinas de escrever, o produtor de velas e outros profissionais hoje raros. No entanto, isso não significa que não tenha criado novos. Novos produtos e serviços foram surgindo, ao longo dos séculos, criando novos empregos e riqueza; bem como muitos foram desaparecendo, gerando pobreza e desemprego. É muito difícil fazer o cálculo do saldo destas duas vertentes de ação histórica e determinar se mais empregos foram gerados ou extintos. Não é o intuito deste artigo tentar realizar esta operação. O que ele se propõe é analisar a relação entre trabalho e tecnologia,

desmistificando a pretensa oposição em que muitas vezes estas variáveis sociais são colocadas.

Empregos eles são o resultado de investimentos. Para empresas inovadoras e grandes empregadoras como Microsoft, Google e Apple, houve milhares de tentativas empreendedoras que fracassaram, mas tantas outras que surgiram por força do conhecimento humano. Para que empreendedores possam fazer grandes tentativas de alcançar sucesso econômico, antes deve-se ter capital e mão-de-obra disponível para tal. A tecnologia gera eficiências que aumentam os lucros, e isso pode permitir um enorme surto de investimentos, que podem gerar novas empresas e avanços tecnológicos que criarão novos tipos de empregos hoje inimagináveis. A mais eficiente tecnologia é aquela que permite alçar as técnicas produtivas a outro nível, justamente criando novas profissões e produtos.

É impossível haver empresas e empregos sem que antes tenha havido investimentos. E investidores cujo capital cria empresas e empregos são atraídos por lucros. Se os processos produtivos atuais forem automatizados e com isso pouparem mão de obra e reduzirem os custos operacionais, essa automação irá gerar lucros maciços, que poderão ser direcionados e investidos nas empresas e nas ideias do futuro.

A automação e a tecnologia em geral criarão vários tipos de empregos diretos e indiretos, e a produção em abundância possibilitada pelo trabalho mecanizado permitirá que os recursos poupados sejam direcionados e investidos na Medicina, nos sistemas de transporte e em novos conceitos empresariais, gerando cruciais inovações. A crítica que se pode fazer a esta afirmação é a de que os lucros nunca são direcionados para o bem comum, mas ficam restritos a uma elite acumuladora. Esta é uma questão que deve ser colocada diante do capitalismo e não da tecnologia em si. Ela não necessariamente leva a uma acumulação desigual sem fim. Ao menos não em países que prezam pela justiça social e que, donos de um forte espaço público, realizam sérias políticas distributivas e organizam-se em sólidas democracias. É o caso dos países escandinavos, por exemplo.

Recente pesquisa de Heckman e Landersø (2016) demonstra que a maior igualdade social da Dinamarca, comparada aos EUA, não se dá graças a seu notável sistema educacional, mas às políticas públicas de distribuição de renda e promoção da igualdade social. Evidentemente, isso não basta para resolver todos os problemas sociais daquele país, mas demonstra suficientemente que a tecnologia e o desenvolvimento podem estar associados à igualdade social, pois, se historicamente tenderam a estar associados à exclusão e à exploração, isso não significa que sejam essencialmente excludentes. Em realidade, é sua configuração social que determinará o papel histórico que desempenharão e qual função cumprirão na luta de classes.

Isto explica porque a tecnologia é um dos assuntos mais importantes das pautas das esquerdas, na atualidade; abrangendo temas como *softwares* livres, liberdade de expressão, privacidade, luta antitruste, difusão de informações públicas confidenciais e outros temas. A rede *wikileaks*, de Julian Assange, talvez seja um dos símbolos mais emblemáticos do potencial que

a tecnologia oferece para a construção de um mundo mais livre e justo. Talvez, aliás, ela seja uma arma muito mais interessante que se tem imaginado na busca pela igualdade, permitindo a quem a domine condições de enfrentar os grandes conglomerados industriais-financeiros do mundo; como permitiu a Assange e Snowden fazer contundente oposição ao maquinário de guerra dos mais poderosos países do mundo. A internet, por exemplo, é, sem dúvida, mais democrática que a TV ou quaisquer outros meios de comunicação de massa. A questão é se será usada, bem como todos os demais avanços tecnológicos, para gerar morte e lucro ou para gerar vida e qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

BACHEGA, S. J. e ANTONIALLI L. M. **Implantação da Automação Comercial como Estratégia Competitiva em uma Rede de Supermercados: Um Estudo de Caso**. XII SIMPEP. Bauru, 2005.

ENGERLS, F.; MARX, K. **Manifesto Comunista**. São Paulo: Boitempo, 1998.

E-BIT. **Webshoppers**. Disponível em: <http://img.ebit.com.br/webshoppers/pdf/33_webshoppers.pdf> Acesso em: 10 set. 2016.

FERREIRA, M. M. e CUGNASCA C. E. **Logística e RFID: Casos e Aplicações**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2013.

FREY, C. B. e OSBORNE, M. A. **The Future of Employment: How Susceptible are jobs to Computerisation?** Disponível em: <http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf> Acesso em: 11 set.2016.

GROOVER, M. P. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Education, 2011.

HECKMAN, J. J.; LANDERSØ, R. "The Scandinavian Fantasy: the Sources of Intergenerational Mobility in Denmark and the U.S." In: **NBER WORKING PAPER SERIES**. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w22465>> Acesso em: 14 set. 2016.

HESSE, M. e RODRIGUE, J. P. **The Transport Geography of Logistics and Freight Distribution**. Journal of Transport Geography - 12, pág. 171-184, 2004.

IBGE. **Análise dos Resultados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/suppme/analiseresultados2.shtm>>. Acesso em: 10 set. 2016.

IBGE. **O Setor da Tecnologia da Informação e Comunicação no Brasil 2003-2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/stic/default.shtm>> Acesso em: 10 set. 2016.

McAFEE, A. **Are droids taking our Jobs?** Disponível em: <http://www.ted.com/talks/andrew_mcafee_are_droids_taking_our_jobs> Acesso em: 10 set. 2016.

MARX, K. **El Capital: Crítica de la Economía Política**. Vol. I. México: FCE, 1999.

MELCONIAN, S. M.; SOUSA, J. S. S. **Melhoria da Automação no Processo de Dosagem Industrial como Ferramenta para o Aumento de Produtividade**. 17º Congresso Internacional e Exposição de Automação, Sistemas e Instrumentação Brazil Automation ISA. São Paulo, 2013.

PORAT, M. U. **The Information Economy Definition and Measurement**. Washington, 1977.

RICARDO, D. **On the Principles of Political Economy and Taxation**. Whitefish: Kessinger Publishing, 2010, 548p.

SENNETT, R. **A Corrosão do Caráter: as Consequências Pessoais do Trabalho no Novo Capitalismo**. Rio de Janeiro: Record, 2004.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. Geneva, 2016.

SOUZA, J. de e ROYER R. **Implantação de um Sistema AGV - Veículo Guiado Automaticamente em Estudo de Caso**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, 2013.

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE DETECÇÃO ON LINE DE FALHAS DE DESBALANCEAMENTO, BASEADO EM FPGA PARA APLICAÇÃO EM MÁQUINAS ROTATIVAS DE INDUÇÃO

DEVELOPMENT OF A DETECTION SYSTEM ON-LINE OF UNBALANCE FAILURES, BASED ON FPGA FOR APPLICATION IN ROTARY INDUCTION MACHINES

Data de entrega dos originais à redação em: 16/03/2016
e recebido para diagramação em: 14/07/2017.

Dr. João Sinohara da Silva Sousa ¹
Dr. Cesar da Costa ²
Guilherme Kenji Yamamoto ³

Historicamente, é de conhecimento da comunidade científica que, há mais de cem anos, o homem utiliza sua experiência para analisar problemas ocorridos em máquinas por meio da audição de ruídos provocados por vibrações em determinadas partes. Até num passado recente, para executar esta observação, operários colocavam a ponta de uma barra metálica na região da máquina a estudar e a outra extremidade no ouvido, para sentirem e ouvirem o que estava ocorrendo, e por meio da sensibilidade e experiência desenvolvida por cada um, tentar determinar um diagnóstico. Esta prática ainda é muito comum em oficinas nas quais os mecânicos utilizam chaves de fendas compridas para diagnosticar, por meio da audição, problemas diversos de máquinas em funcionamento, como por exemplo, o desbalanceamento, tema abordado neste estudo. Durante os últimos anos tem ocorrido uma grande evolução tecnológica na área de processamento digital de sinais, eletrônica, microeletrônica, informática e instrumentação, abrangendo inovações tanto em hardware como em software. Tais inovações permitiram o desenvolvimento de novas metodologias de detecção e diagnósticos de falhas em máquinas rotativas. Este trabalho apresenta um estudo sobre análise de vibrações a partir de gráficos (espectros de frequência) e o desenvolvimento de uma bancada experimental de testes, que em conjunto, permitem que um maior número de pessoas treinadas, independente da larga experiência no diagnóstico de falhas, possam analisar e determinar perfeitamente o diagnóstico sobre as condições de funcionamento da máquina rotativa. Os objetivos propostos neste trabalho foram atingidos, os ensaios apresentaram redução do nível de vibração na máquina na ordem de 8 vezes (máquina desbalanceada) em relação ao balanceamento da máquina indicado pelo sistema desenvolvido nesta pesquisa.

Palavras-chave: Vibrações. Falhas de desbalanceamento. Processamento digital de sinais. Sistema embarcado. FPGA.

Historically, the scientific community is aware that there are over a hundred years, man has used his experience to analyze problems that occur on machines through hearing noises caused by vibrations in certain parts. Even in the recent past to perform this observation, workers put the tip of a metal bar in the region of the machine to study and the other end in the ear, to feel and hear what was going on, and through the sensibility and experience developed by each an attempt to determine a diagnosis. This practice is still widespread in workshops in which utilize mechanical switches to diagnose elongated slots, through hearing, various problems in operating machines, such as unbalance, issue addressed in this study. Over the past years, there has been a major technological development in digital processing area signals, electronics, microelectronics, computer and instrumentation, including innovations in both hardware and software. Such innovations have allowed the development of new methods of detection and fault diagnosis for rotating machinery. This paper presents a study on vibration analysis from graphics (frequency spectra) and the development of an experimental test bench, which together enable an increasing number of trained people, regardless of extensive experience in fault diagnosis, can analyze and determine the perfectly diagnosis of the operating conditions of the rotary machine. A case study is addressed in the detection area of unbalance faults in rotating machinery.

Keywords: Vibrations. Unbalanced fault. Digital signal processing. Embedded systems. FPGA.

1 INTRODUÇÃO

Os motores elétricos de indução e suas partes estruturais (eixo, rolamento, mancal etc.) são um dos principais componentes de uma máquina rotativa presente na indústria de manufatura brasileira e mundial. O monitoramento, detecção e diagnóstico de falhas incipientes nesse equipamento e suas partes estão tornando-se questões cada vez mais importantes no domínio da manutenção

de máquinas rotativas (BENBOUZID et al., 2003; BENDJAMA et al., 2012).

Com a introdução de novas técnicas de processamento de sinais, novos métodos para análise de vibrações e os métodos não-invasivos, que são capazes de detectar falhas utilizando medição de sinais, sem desmontar a máquina e as suas partes estruturais, a análise de vibrações permite a identificação prematura de defeitos em máquinas rotativas, antes que os níveis de vibração

1 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. < sinohara@uol.com.br >.

2 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. < cost036@hotmail.com >.

3 -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. < guilhermekenji@yahoo.com.br >.

sejam muito elevados, comprometendo o funcionamento e parada total da máquina (DA COSTA, 2011).

Segundo a literatura (RANDAL, 2010; SILVA, 2012), por meio da análise do espectro de vibração da máquina é possível associar a cada defeito uma frequência típica correspondente. Monitorando-se a amplitude desta frequência de falha, pode-se identificar tendências de evolução do defeito.

A mesma literatura informa, que o desalinhamento do rotor em relação ao eixo acoplado ao motor de uma máquina rotativa é uma das principais razões, que levam ao aumento do nível da amplitude da vibração em máquinas rotativas. Estima-se que o desalinhamento é a causa de 70% dos problemas de vibração em máquinas rotativas industriais (SALLEM et al., 2012; OBAID et al., 2003; ALGULE et al., 2015).

Este trabalho apresenta um estudo sobre análise de vibrações a partir de gráficos (espectros de frequência) e o desenvolvimento de uma bancada experimental de testes, que em conjunto, permitirão que um maior número de pessoas treinadas, independente da larga experiência no diagnóstico de falhas, possam analisar e determinar perfeitamente o diagnóstico sobre as condições de funcionamento de uma máquina rotativa. Será abordado um estudo de caso na área de detecção de falhas de desbalanceamento em máquinas rotativas, utilizando um dispositivo FPGA para aquisição e processamentos de sinais, *on line*.

2 DESENVOLVIMENTO

As máquinas rotativas de indução são robustas e consideradas tolerantes a falhas. O seu principal componente é o motor elétrico de indução trifásico, que é basicamente composto de um estator, de um rotor e um eixo. Neste rotor, o eixo transmite o movimento ao exterior. Para potências de até 500 CV o rotor mais usado é o do tipo gaiola de esquilo ou *squirrel cage* no qual não existe contato elétrico entre o rotor e o estator. Embora os motores de indução sejam bem construídos e robustos, a possibilidade de falhas é inerente (SILVA, 2012).

Uma falha não significa necessariamente o colapso total do elemento da máquina. Falhas incipientes dentro de um motor de indução, geralmente afetam o seu desempenho, antes mesmo que falhas significativas ocorram. As falhas em motores de indução podem ser divididas em falhas mecânicas e falhas elétricas. As origens dessas falhas podem ser internas, externas ou conforme o ambiente de operação do motor (CARDOSO et al., 2005). A Figura 1 apresenta a classificação das falhas em motores de indução e suas principais origens. Observa-se que uma falha interna pode ser classificada como mecânica ou elétrica, e a sua origem pode estar no rotor ou estator, por exemplo. Geralmente, outros tipos de falhas como rolamentos e ventilação referem-se a falhas de rotor, porque esses elementos pertencem as partes móveis

do motor, cujo principal elemento é o rotor (GONGORA, 2013).

2.1 FALHAS DE DESBALANCEAMENTO

O desbalanceamento é a fonte de vibração mais comumente encontrada em máquinas rotativas. É um parâmetro muito importante a ser considerado em projeto de máquinas modernas, especialmente em aplicações que envolvem um alto grau de confiabilidade e para máquinas que operam em altas velocidades de rotação.

O desbalanceamento em um motor é o resultado de uma distribuição desigual de massa, que causa as vibrações no rotor. A vibração é produzida pela interação de um componente de massa desbalanceada com uma aceleração radial devido à rotação, as quais juntas geram uma força centrífuga. Como a componente de massa gira, a força também gira e tenta mover o rotor para fora da linha de ação da força. A vibração é transmitida para os rolamentos do rotor, e o rolamento irá suportar esta força uma vez por revolução (SANTOS, 2007).

O desbalanceamento ocorre em máquinas rotativas quando o centro de massa e o centro geométrico não coincide, um com o outro (SZABO, 2012; VERMA et al., 2014). Um rotor desbalanceado gera vibrações, que podem danificar os componentes do motor. Com o objetivo de estender a vida útil de uma máquina, as vibrações devidas ao desbalanceamento devem ser reduzidas a níveis aceitáveis. Os níveis de vibração podem ser avaliados de duas maneiras distintas: (i) por meio de tabelas de referência padronizadas pelas agências reguladoras e; (ii) por meio de avaliação contínua, através de medições, do estado em que se encontra a máquina em dado momento, em comparação com o estado de uma máquina em perfeitas condições de funcionamento (PIOTROWSKI, 2006). No que diz respeito a ser capaz de reduzir o desbalanceamento a níveis menores, estes limites devem ser definidos (OBAID, 2003).

O desbalanceamento é expresso como sendo:

$$U = m \times r \quad (1)$$

Onde:

m = massa desbalanceada em quilogramas (Kg)

r = distância da massa desbalanceada em relação, ao centro do eixo em metros (m).

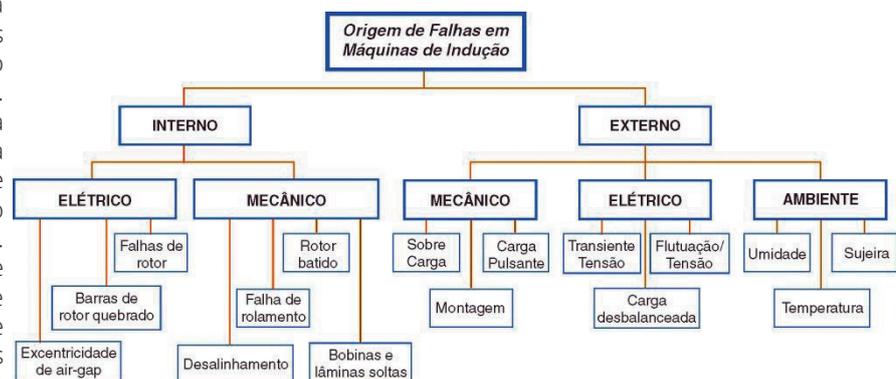


Figura 1 - Classificação das falhas em motores de indução Fonte: (GONGORA, 2013).

A força centrífuga, de desbalanceamento que gera a vibração é expressa como sendo:

$$F = m \times r \times \omega^2 \quad (2)$$

Onde:

F = Força em Newton (N)

m = massa em quilograma (Kg)

r = raio em metros (m)

ω = velocidade em radianos por segundo (rad/s)

2.1.1 Tipos de desbalanceamento

Almeida (2008) especifica em seu trabalho que os tipos mais comuns de desbalanceamento, segundo a norma ISO 1925 são: (i) o desbalanceamento estático; (ii) o desbalanceamento acoplado; (iii) o desbalanceamento quase-estático e; (iv) o desbalanceamento dinâmico.

2.1.1.1 Desbalanceamento estático

O desbalanceamento estático é definido como a excentricidade em relação ao centro de gravidade de um disco, causado por um ponto de massa a uma determinada distância radial ao centro de rotação, conforme mostrado na Figura 2. Uma massa de valor igual, inserida a um ângulo de 180° em relação à massa de desbalanceamento à mesma distância em radianos, é necessária para recuperar o centro de gravidade ao mesmo ponto do centro de rotação. O balanceamento estático envolve solucionar primeiramente as forças em um plano e adicionando uma massa de correção neste mesmo plano. Muitas partes rotativas, que possuem muitas massas concentradas em apenas um plano, podem ser tratadas como problemas de balanceamento estático. Se o disco possui um diâmetro entre sete a dez vezes sua largura, este é normalmente tratado como um disco com um único plano (BOSSIO et al., 2009; MacCAMHAOIL, 1989).

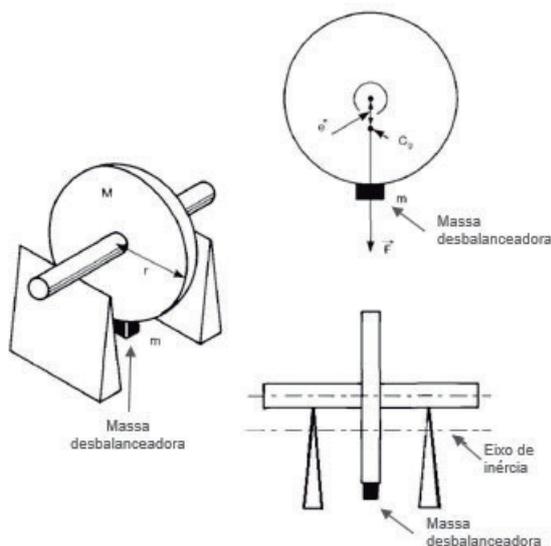


Figura 2 - Esquema do desbalanceamento estático. (Fonte: Brüel & Kjær, 2015)

2.1.1.2 Desbalanceamento acoplado

O desbalanceamento acoplado pode ser encontrado em um motor no qual seu diâmetro é menor que, entre sete e dez vezes sua largura (GANERIWALA

et al., 2008). Para exemplificar este conceito, na Figura 3 é apresentado um cilindro, onde é possível ter duas massas iguais, posicionadas simetricamente sobre o centro de gravidade, posicionadas a 180° uma da outra. Neste caso, não existe excentricidade do centro de gravidade, portanto, ainda assim, trata-se de um disco com um desbalanceamento estático, entretanto, quando este disco gira, as duas massas causam uma mudança nos eixos de inercia, portanto, este eixo não está mais alinhado com o eixo de rotação, levando a um considerável aumento da vibração nos rolamentos. O desbalanceamento pode ser corrigido ao realizar a medição da vibração com o motor em rotação e adicionando-se massas aos dois planos. A diferença entre o desbalanceamento estático e o desbalanceamento acoplado é ilustrado na Figura 3. Pode-se observar que quando o disco é estacionário, as massas nas pontas balanceiam-se. Entretanto, quando o disco passa a girar, um grande desbalanceamento é experimentado (Brüel & Kjær, 2015).

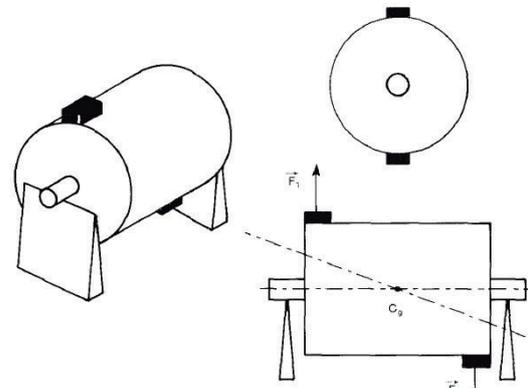


Figura 3 - Esquema do desbalanceamento acoplado (Fonte: Brüel & Kjær, 2015).

2.1.1.3 Desbalanceamento quase-estático

O desbalanceamento quase-estático é a intersecção entre o centro de giro principal e o centro de giro de inercia em um ponto diferente do centro de massa do disco. Um exemplo de desbalanceamento gerado é quando se possui uma única massa desbalanceada sobre o ponto do disco, que não seja o plano que passa pelo centro de massa, conforme ilustrado na Figura 4 (Brüel & Kjær, 2015).

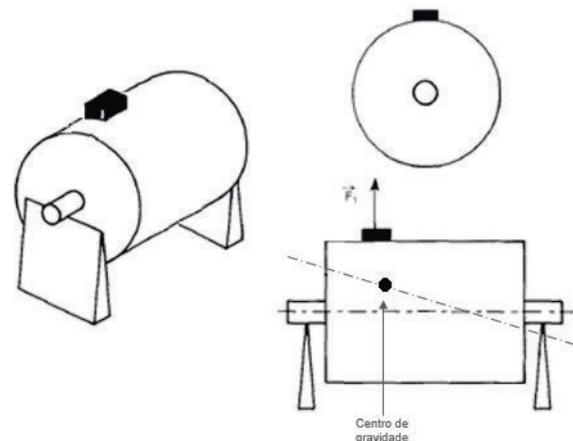


Figura 4 - Esquema do desbalanceamento quase-estático. (Fonte: Brüel & Kjær, 2015).

2.1.1.4 Desbalanceamento dinâmico

O desbalanceamento dinâmico é uma combinação do desbalanceamento estático e o acoplado, ou seja, que possuem massas de desbalanceamento nos dois planos, mas que não estejam radialmente opostas uma da outra, conforme visto na Figura 5. Neste tipo de desbalanceamento o centro de giro não coincide com centro de inércia. Este é também o tipo de desbalanceamento mais comumente detectado em discos. Para corrigir o desbalanceamento dinâmico, se faz necessário realizar a medição enquanto a máquina está em rotação e adicionando massas em dois planos (Brüel & Kjæer, 2015).

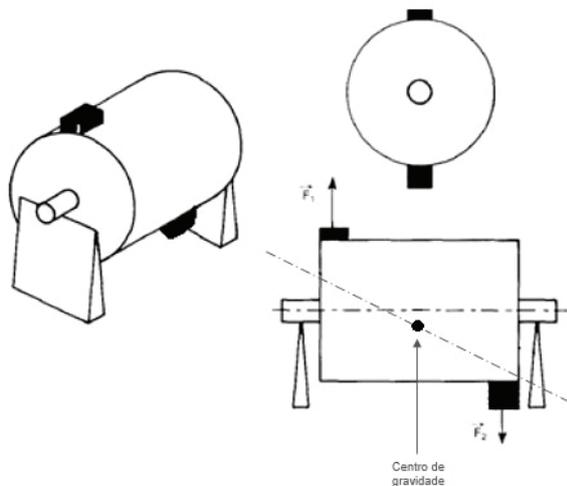


Figura 5 - Esquema do desbalanceamento dinâmico. (Fonte: Brüel & Kjæer, 2015).

2.2 PRINCÍPIO DE BALANCEAMENTO

O balanceamento de discos previne a carga excessiva sobre rolamentos e evita falhas por fadiga. Reduzir o desbalanceamento tem efeito direto no prolongamento da vida útil da máquina. O balanceamento é o processo para tentar melhorar a distribuição de massa do disco, para que o disco gire no rolamento sem forças centrífugas descompensadas. Esta correção é normalmente feita adicionando massas de compensação ao disco no local prescrito. Outra forma menos comum é removendo uma quantidade de massa do material, por exemplo furando a peça. Um disco é balanceado ao adicionar uma massa de correção de um determinado tamanho e em uma determinada posição que contrabalança o disco. Para tanto, o

tamanho e a posição da massa devem ser determinados (KUCUKER et al., 2013).

O princípio para realizar o balanceamento é realizando alterações, na distribuição da massa no disco, adicionando massas de teste, e medindo o resultado da fase e magnitude da vibração nos rolamentos. O efeito desta correção de teste permite que a quantidade e posição da massa de correção seja determinada. Qualquer ponto fixo do rolamento experimenta uma força centrífuga devido ao desbalanceamento, uma vez por revolução do disco (PATEL et al., 2009). Portanto, em um espectro de frequência de um sinal de vibração, o desbalanceamento é visto como um aumento da amplitude na frequência de rotação (PATEL et al., 2009).

Na abordagem tradicional, a vibração devido ao desbalanceamento é medida por meio de um acelerômetro montado no mancal do rolamento, conforme Figura 6. O sinal de vibração é passado por um filtro que deve ser ajustado para a frequência de rotação do disco, para que apenas a componente referente ao espectro de vibração na frequência de rotação seja medida. O sinal filtrado é passado por um algoritmo FFT (*Fast Fourier Transformer*) para determinar a magnitude do sinal. O nível de vibração é diretamente proporcional à força produzida pela massa de desbalanceamento. O mesmo sinal da saída do filtro, passa por um algoritmo que compara a fase deste sinal em relação à fase do sinal do tacômetro, que é considerado o sinal de referência. O ângulo calculado pelo algoritmo permite dar a localização exata da posição angular do disco desbalanceado, em relação à posição dada (KRAL et al., 2004; QUIA et al., 2012).

2.2.1 Selecionando uma Massa de Teste

O desbalanceamento específico é usado para calcular o tamanho das massas de testes, que são utilizados durante o balanceamento para fazer alterações temporárias na distribuição de massa do rotor (disco), e determinar a relação entre o desbalanceamento específico e as vibrações dos rolamentos. Para estimar o valor de uma massa de teste adequada, deve ser

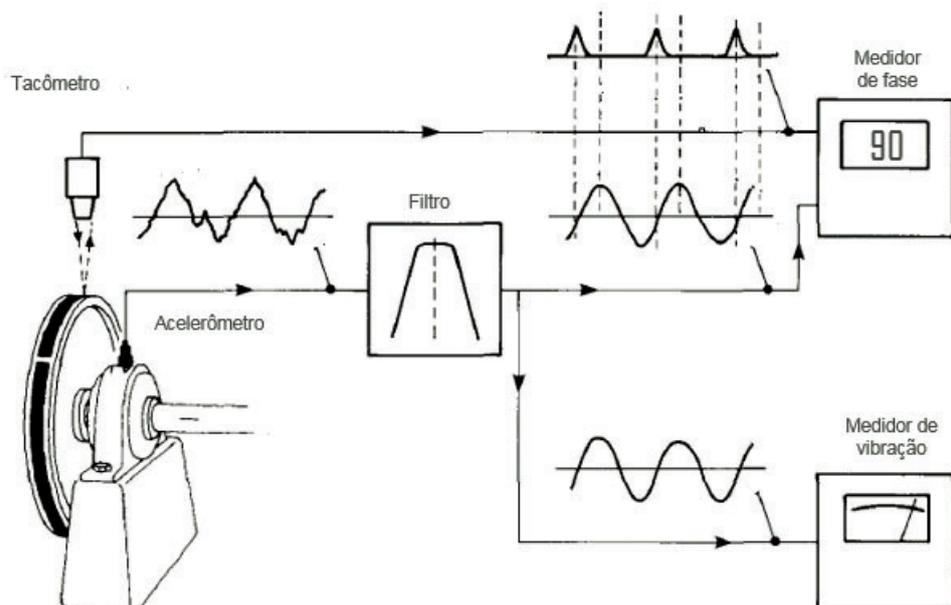


Figura 6 - Esquemático do balanceamento estático (Fonte: Brüel & Kjæer, 2015).

determinada a massa do rotor em quilograma e o raio em milímetro em que as correções devem ser feitas. A massa residual máxima - M_{MR} em gramas, é dada por: (MacCAMHAOIL, 1989).

$$M_{MR} = \frac{(S.U.) \times M_R}{R_C} \quad (3)$$

Onde:

(S.U.) = Specific Unbalance - Desbalanceamento específico (em g mm/Kg);

M_R = Massa do disco (Kg);

R_C = Correção do raio (mm).

Obs.:

Uma massa de teste adequada é de cinco a dez vezes o valor da máxima massa residual M_{MR}

2.2.2 Método do Cálculo Vetorial

Uma segunda opção para determinação do desbalanceamento é o cálculo vetorial. Quando resultados de testes aceitáveis tiverem sido obtidos, o próximo passo é calcular o valor da massa de correção e seu ângulo. O método utilizado para determinar os dados necessários é através do diagrama de vetores. A seguir será apresentado o procedimento para determinar a massa de correção para um balanceamento em um único plano. Os valores de massa de correção e o ângulo podem ser determinados pela representação vetorial das grandezas medidas, conforme etapas apresentadas a seguir (Brüel & Kjæer, 2015).

1. Um vetor \vec{V}_0 é desenhado representando o desbalanceamento inicial. O módulo de \vec{V}_0 é igual à amplitude da vibração e sua direção é dada pelo ângulo da fase, Figura 7.

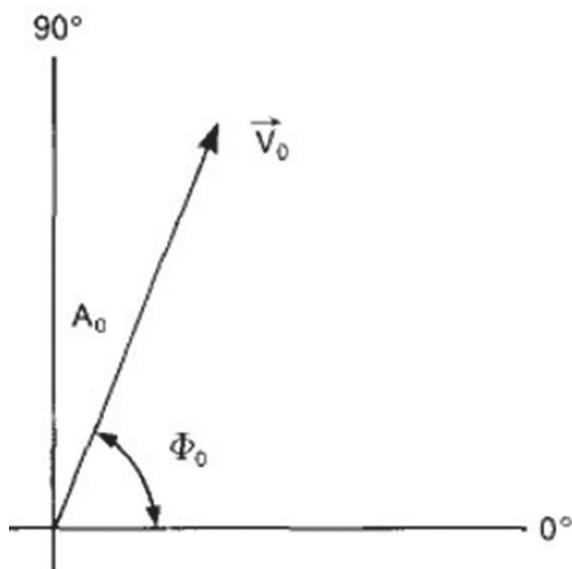


Figura 7 - Representação vetorial do nível de desbalanceamento inicial (Brüel & Kjæer, 2015)

2. Outro vetor \vec{V}_1 é desenhado representando a amplitude e a fase medida com uma massa de teste montada, Figura 8.

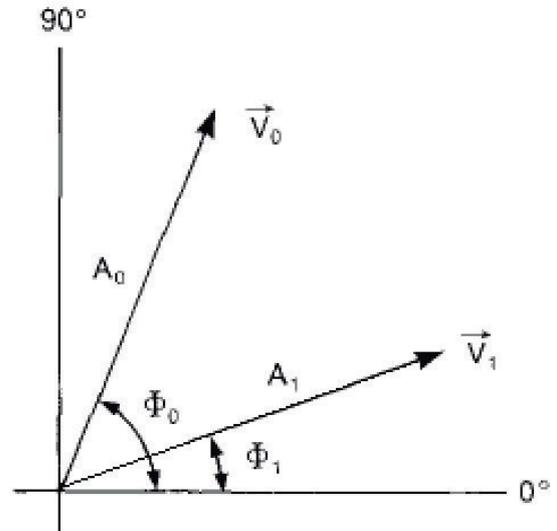


Figura 8 - Representação vetorial do nível de desbalanceamento inicial e com massa de teste (Brüel & Kjæer, 2015).

3. Os vetores \vec{V}_0 e \vec{V}_1 são interligados por meio de um terceiro vetor \vec{V}_T , o qual é marcado para que este indique a direção de \vec{V}_0 para \vec{V}_1 , devido à direção na qual ocorreu o desbalanceamento, como mostrado na Figura 9. Este vetor representa o comportamento da massa de teste isoladamente.

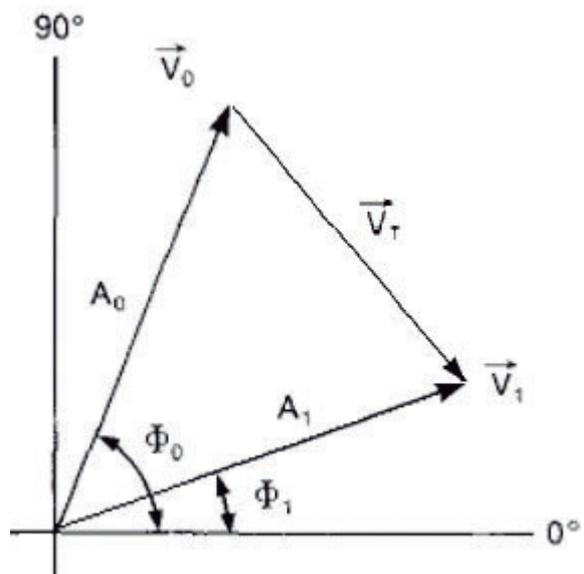


Figura 9 - Representação do vetor que equivale à massa de teste isoladamente (Brüel & Kjæer, 2015).

4. Um vetor é desenhado paralelo ao vetor \vec{V}_T com a mesma amplitude e direção, mas iniciando na origem do gráfico. Este vetor também é chamado de \vec{V}_T , Figura 10.

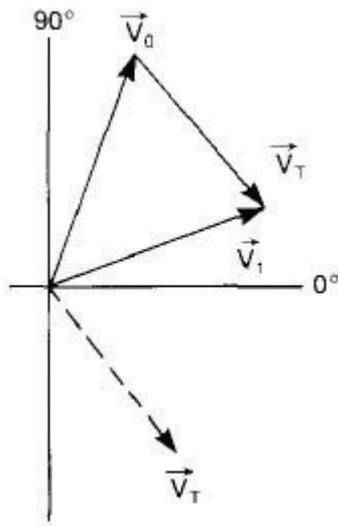


Figura 10 – Representação vetorial dos níveis de vibração calculados (Brüel & Kjæer, 2015).

5. O vetor \vec{V}_0 é continuado através da origem, mas em sentido oposto a direção do vetor \vec{V}_0 . Este vetor é chamado de \vec{V}_c e representa a posição e magnitude da massa requerida para neutralizar o desbalanceamento original, Figura 11.

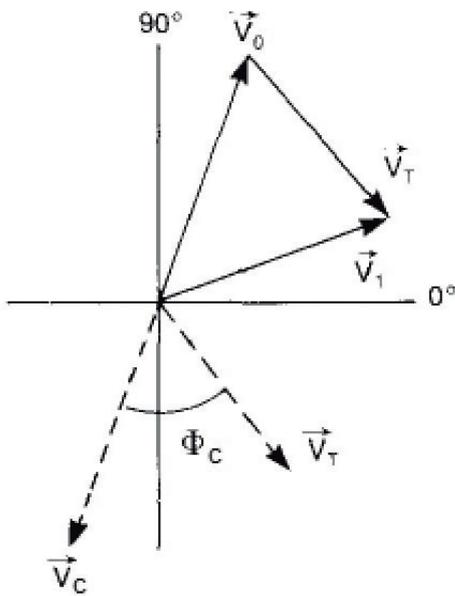


Figura 11 – Diagrama de balanceamento completo (Brüel & Kjæer, 2015)

6. Assumindo-se que a amplitude da vibração é proporcional à massa de desbalanceamento, tem-se:

$$\frac{M_T}{\vec{V}_T} = \frac{M_C}{\vec{V}_C} = \frac{M_0}{\vec{V}_0} \quad (4)$$

Onde:
 M_0 = Massa inicial;
 \vec{V}_0 = Vetor de desbalanceamento inicial;
 M_T = Massa inicial com a massa de teste;

\vec{V}_T = Vetor de desbalanceamento com a massa de teste;
 M_C = Massa de compensação;
 \vec{V}_C = Vetor de compensação.

7. A relação dada pela Eq. (4) permite determinar o valor da massa de compensação M_C .

$$M_C = \left| \frac{V_0}{V_T} \right| \times M_T \quad (5)$$

8. A posição da massa relativa à posição atual da massa de teste pode ser determinada a partir do diagrama vetorial usando um transferidor, ou pode ser determinado através da equação:

$$\phi_c = -\phi_T + \phi_0 + 180^\circ \quad (6)$$

O ângulo calculado ϕ_c é medido a partir da posição marcada no disco indicando o ponto onde a massa de teste foi montada. Se o resultado der um ângulo positivo este é medido na direção de rotação do disco. Um resultado negativo, é medido no sentido oposto.

A Figura 12 apresenta um exemplo de diagrama vetorial de balanceamento, que ilustra o cálculo vetorial da massa de compensação M_C .

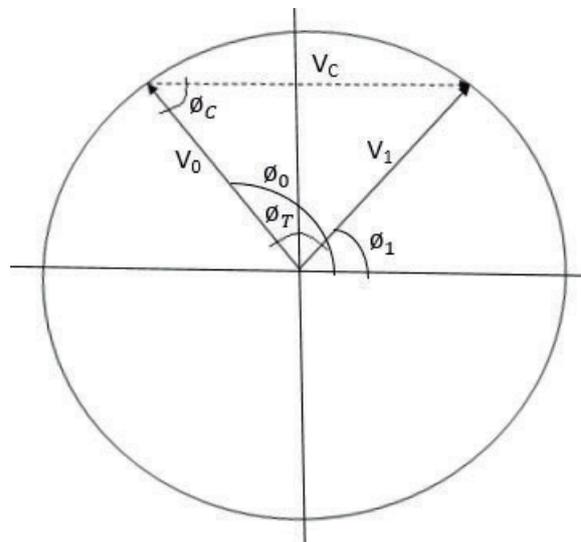


Figura 12 - Representação de um exemplo de diagrama de balanceamento

3 METODOLOGIA

Para validar o sistema automático de detecção de falhas de desbalanceamento, diversos ensaios práticos foram realizados em uma bancada experimental de testes, desenvolvida especialmente para este propósito, conforme apresentada na Figura 13, que basicamente, é constituída por um microcomputador PC, executando o software LabVIEW, onde a lógica do sistema é realizada por três seções distintas: aplicação em FPGA, aplicação em processador de tempo real e aplicação

Windows. Uma plataforma CompactRIO™, modelo NI 9074, composta por controladora, chassis com FPGA e módulos para aquisição e processamento de sinais: módulo de condicionamento de sinais modelo NI 9234 e módulo de entrada de sinais analógicos modelo NI 9229.

A bancada experimental proposta permitiu a simulação de falhas em um motor trifásico de indução. A bancada tem por finalidade gerar situações de desbalanceamento no eixo de um disco, apoiado em dois mancais de rolamento. Neste trabalho foi proposto a correção do desbalanceamento estático, ou seja, determinação das forças causadas em um único plano. A bancada experimental proposta consiste dos seguintes elementos:

1. Motor trifásico de indução WEG, potência de 0,25 cv, rotor tipo gaiola de esquilo, 4 polos, tensão nominal de 220/380 V e rotação nominal de 1710 rpm;
2. Inversor de frequência WEG, para o acionamento, controle e variação de frequência de motor elétrico de indução trifásico, corrente de saída de 1,0 a 33 A (0,25 a 20 cv), e controle vetorial (VVC - Voltage Vector Control).
3. Disco rotativo de aço, montado no eixo, com 90 mm de diâmetro e 12 mm de espessura com furos para introdução da massa geradora de desbalanceamento;
4. Eixo de aço retificado 8 mm de diâmetro e 250 mm de comprimento;
5. Mancal de rolamento;
6. Rolamento rígidos de uma carreira de esferas, frequência de referência de 38.000 rpm e carga dinâmica de 351 kgf;
7. Acoplamento helicoidal, admite até 5° de desalinhamento angular, frequência de referência de 25.000 rpm, e torque nominal de operação 2,3 N.m;
8. Sensor acelerômetro piezoelétrico cerâmico, instalado no mancal de rolamento, sensibilidade

de 1,02 mV/(m/s²), faixa de frequência entre 0,3 até 15.000 Hz;

9. Sensor fotoelétrico para monitorar a fase e a frequência de rotação do eixo.

3.1 Algoritmo Proposto Embarcado em FPGA

O diagrama de blocos do algoritmo embarcado no FPGA é mostrado na Fig. 14. Os diferentes estágios do sistema proposto são apresentados.

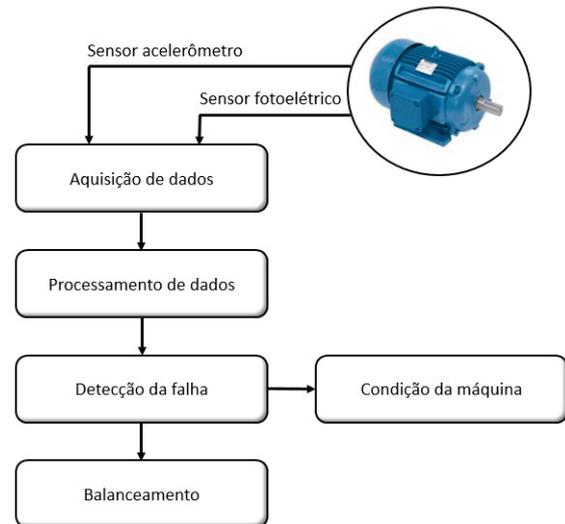


Figura 14 - Diagrama de funcionamento do sistema automático de detecção de falhas de desbalanceamento (Fonte: Autoria própria).

A Figura 15 apresenta o diagrama em blocos da implementação do método vetorial de desbalanceamento, implementado em LabVIEW (KUMAR et al, 2009; DAS et al., 2013).

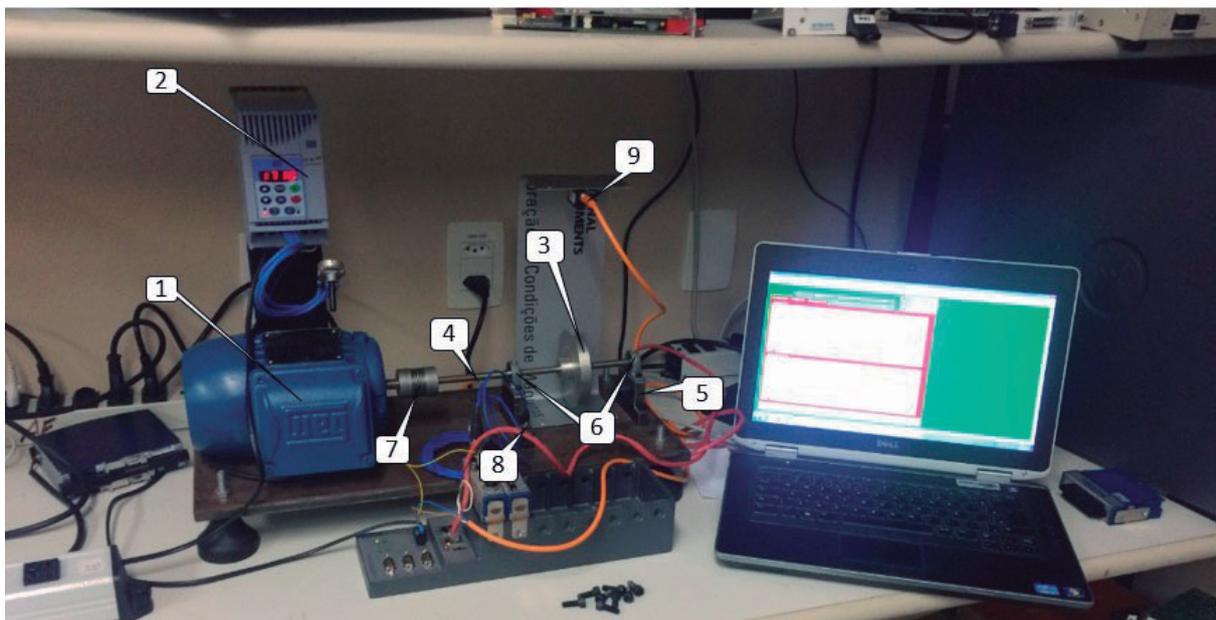


Figura 13 - Bancada de testes proposta

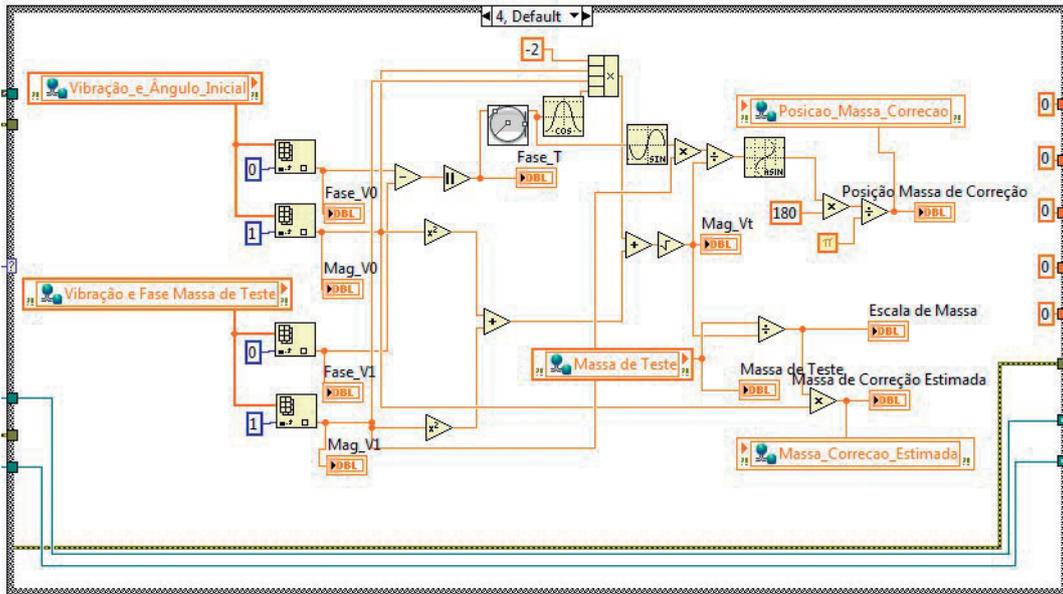


Figura 15 - Funções para o cálculo vetorial

Após o sistema obter os valores de fase e magnitude dos vetores V0 e V1. Os cálculos para identificar os valores de correção são apresentados a seguir.

Para determinar a magnitude do vetor de correção da massa, foi implementado a lei dos cossenos no triângulo, que tem seus vértices formado pelos vetores V_0 , V_1 e V_T , conforme equação 7 [1].

$$V_T^2 = V_0^2 + V_1^2 - 2 \cdot V_0 \cdot V_1 \cdot \cos(\theta_0 - \theta_1) \quad (7)$$

Isolando V_T e sabendo-se que ϕ_T é igual a $(\phi_0 - \phi_1)$, tem-se:

$$V_c = \sqrt{V_0^2 + V_1^2 - 2 \cdot V_0 \cdot V_1 \cdot \cos \theta_T} \quad (8)$$

Para determinar a posição em que deve ser montada a massa de correção, foi implementado a lei dos senos no triângulo, conforme equação 9.

$$\frac{V_c}{\sin \theta_T} = \frac{\theta_c}{\sin \theta_1} \quad (9)$$

Isolando ϕ_c , obtemos a equação 10, que está normalizada para implementação no programa:

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{V_c \cdot \sin \theta_T}{V_c} \right) \quad (10)$$

A razão entre a massa de teste (M_T) e a magnitude do vetor de correção (V_c), fornece um fator multiplicativo para o vetor de vibração inicial (V_0). Esta expressão permite determinar o valor da massa de correção, M_c . Ao final deste procedimento, todos os cálculos e os resultados são apresentados automaticamente na própria interface.

4 RESULTADOS

Para validação do sistema de balanceamento, foram realizados ensaios com algumas massas de desbalanceamento com diferentes valores (0,0039kg, 0,0055kg, 0,0060kg, 0,0120kg) e em diferentes posições inseridas no disco. O ensaio consiste em inserir uma massa de valor conhecido, para simular o efeito de falha. A esta condição foi atribuída a vibração inicial, vetor V_0 . Ao ser solicitado pelo sistema a adição da massa de teste, será inserido outra massa de valor conhecido, ou massa de teste, que irá gerar o vetor V_1 . Foram realizados os ensaios e os resultados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados obtidos experimentalmente de correção do desbalanceamento

	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4
Rotação da máquina (rpm)	1710	1710	1710	1710
Massa Inicial, M_0 (kg)	0,003	0,0055	0,006	0,008
Vetor de Vibração Inicial, V_0	0,0019	0,0043	0,0045	0,0047
Ângulo Inicial, ϕ_c (°)	114,5	288	8,5	6
Massa de Teste, M_T (kg)	0,0042	0,008	0,0055	0,0030
Vetor de Teste, V_T	0,0038	0,0072	0,0058	0,0059
Ângulo Teste, ϕ_T (°)	66,3	333,5	314,6	32,6
Massa de Correção, M_c (kg)	0,0027	0,0065	0,0039	0,0057
Ângulo de Correção, ϕ_c (°)	78	81,2	-86,3	77,7

Para validar a correção do desbalanceamento pelo sistema foi escolhido uma das quatro soluções dos ensaios, neste caso optou-se pelos resultados apresentados no Ensaio 3 da Tabela 1.

Para a verificação foi necessário retirar a Massa de Teste com massa de 0,0055 kg, e que é a referência de ângulo 0. Após retirar a massa de teste foi inserido a Massa de Correção com massa de 0,0039 kg, na posição 86,3° em relação à referência 0 no sentido de rotação do motor. A massa foi inserida na posição 90°, por se tratar da posição mais próxima disponível no disco para inserção da Massa de Correção. O resultado é apresentado na Figura 16, onde é sobreposto os sinais de vibração com a massa inicial de valor 0,006 Kg e o sinal correspondente à fixação da massa de correção de valor 0,0039 na posição 90°.

Ao comparar a situação normal de operação da máquina, em que não existem massas acopladas ao disco (disco sem massa desbalanceadora), com o resultado do sinal gerado ao inserir a massa de correção no disco com a massa de desbalanceamento, é possível perceber uma semelhança na amplitude dos sinais voltando para níveis à baixo de 0,001 V de pico a pico.

Através da Figura 17 foi observado que ao inserir a massa de correção no local indicado pelo sistema, foi possível reduzir, de maneira eficaz, a vibração devido à falha de desbalanceamento, aos níveis próximos ao de uma máquina rotativa considerada balanceada

5 CONCLUSÃO

A aplicação de plataforma baseada em FPGA demonstrou ser viável na detecção de falha de desbalanceamento em máquinas rotativas de indução, por meio da implementação de filtros e de análises

espectrais, uma vez que os ensaios realizados apresentaram resultados satisfatórios sobre as condições de funcionamento da máquina rotativa.

Nos ensaios experimentais embarcou-se um algoritmo desenvolvido em LabVIEW para a representação vetorial das grandezas medidas, obteve-se a determinação satisfatória da massa e o ângulo de correção, que foi validada na própria bancada experimental de testes.

Para validação do sistema de monitoramento, análise de dados e balanceamento, foi proposto o desenvolvimento de uma bancada experimental de testes, que permitiu simular falhas de desbalanceamento incipientes em máquinas rotativas de indução. A bancada experimental permite gerar situação normal de operação e simular a situação de desbalanceamento no eixo de rotação da máquina.

Este trabalho propôs um estudo sobre análise de vibrações a partir de gráficos (espectros de frequência) e do desenvolvimento de uma bancada experimental para detecção de falha de desbalanceamento estático, ou em um único plano. Os objetivos propostos neste trabalho foram atingidos, uma vez que se obteve uma redução no nível de vibração da máquina de 8 vezes (desbalanceada) em relação ao balanceamento da máquina, obtido com a massa de teste.

Considerando os resultados, de forma complementar, o sistema pode ser aplicado como ferramenta didática em que um maior número de pessoas treinadas, independente da larga experiência no diagnóstico de falhas, possam analisar e determinar perfeitamente o diagnóstico sobre as condições de funcionamento de uma máquina rotativa.

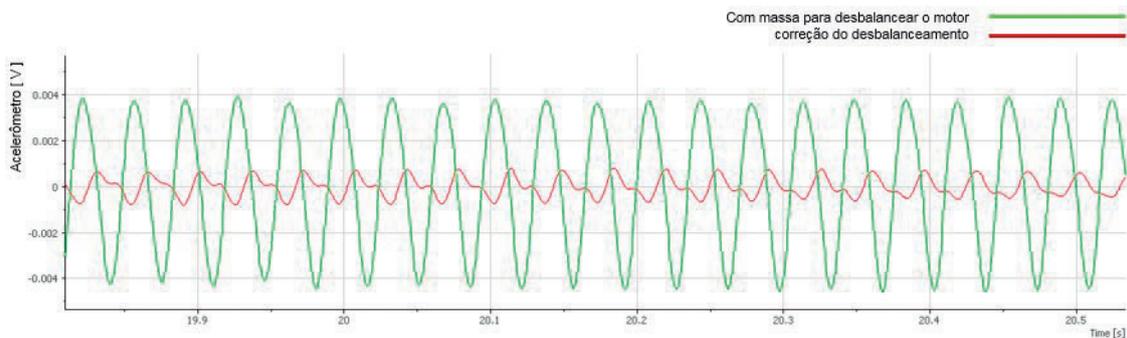


Figura 16 - Comparação entre o sinal com massa desbalanceadora e o sinal de correção do desbalanceamento

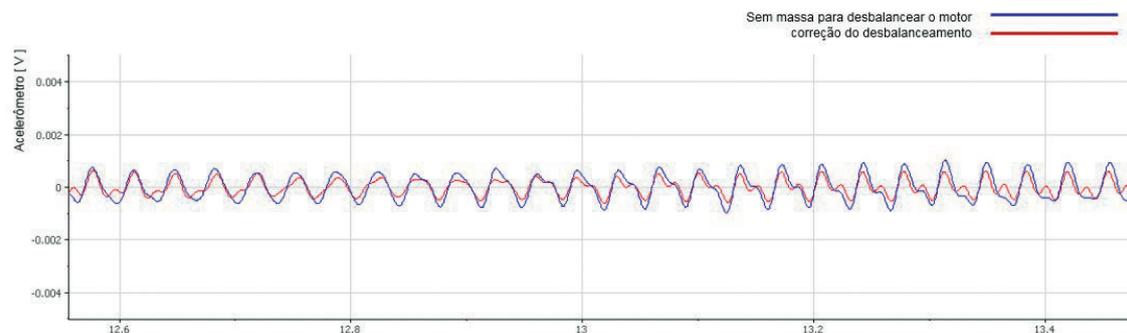


Figura 17 - Comparação entre o sinal sem massa desbalanceadora e o sinal de correção do desbalanceamento

REFERÊNCIAS

- ALGULE, S. R.; HUJARE, D. P. Experimental Study of Unbalance in Shaft Rotor System Using Vibration Signature Analysis. **International Journal of Emerging Research and Technology**, v. 3, n. 4, p. 124-130, Abril 2015. ISSN ISSN 2349-4409.
- ALMEIDA, F.C.L. Diagnóstico automático de falhas em grupos geradores hidroelétricos utilizando técnicas preditivas de manutenção e redes neurais artificiais. **Dissertação de Mestrado**. UNESP, 2008.
- BENBOUZID, M.E. H., KLIMAN, G. What stator current processing based technique to use for induction motor rotor faults diagnosis", **IEEE Trans. Energy Convers.**, vol. 18, no. 2, pp. 238-44, Jun. 2003.
- BENDJAMA, H., BOUHOUCHE, S., BOUCHERIT, M.S. Application of Wavelet Transform for Fault Diagnosis in Rotating Machinery," **International Journal of Machine Learning and Computing**, Vol. 2, No. 1, pp. 82-87. February 2012.
- BOSSIO, J. M., BOSSIO, G. R., DE ANGELO, C. H. Angular misalignment in induction motor with flexible coupling. **Proceedings of the IEEE IECON**, Porto, Portugal, 3-7 November, 2009, pp. 1033-1038.
- BRÜEL & KJÆER. Static and Dynamic Balancing of Rigid Rotors, 1989. Disponível em: <<https://www.withfriendship.com/images/d/15802/fft-fast-fourier-transform.gif>>. Acesso em 17/09/2015.
- CARDOSO, A.J.M., SILVA, J. L. H. Bearing failures diagnosis in three-phase induction motors by extended park's vector approach. **Industrial Electronics Society, 31st Annual Conference of IEEE, IECON 2005**, 6-10 November 2005.
- DA COSTA, C. Desenvolvimento de um sistema de instrumentação de medição de vibração mecânica em máquinas rotativas, em tempo real, embarcado em FPGA. **Tese de Doutorado**. Guaratinguetá: UNESP-FEG, 2011.
- DAS A, MAHAPATRA K. Real-Time Implementation of Fast Fourier Transform (FFT) and Finding the Power Spectrum Using LabVIEW and CompactRIO. **Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 2013 International Conference on**, 6-8 April 2013. 169-173.
- GANERIWALA, S. N, SCHWARZ, B., RICHARDSON, M., H. Using Operating Deflection Shapes to Detect Unbalance in Rotating Equipment. **Journal Sound and Vibration** 43 (5), May 2009.
- GONGORA, W. S. Uma abordagem neural no diagnóstico de falhas em rolamentos de motores de indução trifásicos. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.
- KUCUKER, A., BAYRAK, M. Detection of Mechanical Imbalances of Induction Motors with Instantaneous Power Signature Analysis. **Journal Electrical Engineering Technology**, Vol. 8, No. 5, pp. 1116-1121, 2013.
- KUMAR, R. S., KUMAR, K. V., & RAY, D. K. Fuzzy Logic based fault detection in induction machines using LabVIEW. **IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security**, September 2009.
- KRAL, C., HABETLER, T.G., HARLEY, R.G. Detection of Mechanical Imbalances without Frequency Analysis, **IEEE Transactions on Industry Applications**, vol. 40, no. 4, pp. 1101-1106, Jul./Aug. 2004.
- MacCAMHAOIL, M. Static and dynamic balancing of rigid rotors, **Application note**, BruelKjaer, pp.1-20.
- OBAID, R. R., HABETLER, T. G., TALLAM, R. M. Detecting load unbalance and shaft misalignment using stator current in inverter-driven induction motors. **Electric Machines and Drives Conference.IEMDC'03.IEEE International**, vol. 3, 1-4 June 2003, pp. 1454 - 1458, 2003.
- PATEL, T. H., DARPE, A. K. Vibration response of misaligned rotor, **Journal Sound Vibration**, vol. 325, no 3, pp. 609-628, 2009.
- PIOTROWSKI, J. **Shaft Alignment Handbook**, 3ed, CRC: New York, 2006.
- QUIA, W., GONG, X. Imbalance Fault Detection of Direct-Drive Wind Turbines Using Generator Current Signals. **IEEE Transactions on Energy Conversion**, Vol. 27, No. 2, pp. 468-476, 2012.
- RANDALL, R. B. Vibration-based Condition Monitoring, 1ed. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. 2010. ISBN: 9780470747858
- SALLEM, M. A.; DIWAKAR, G.; SATYANARAYANA, M. R. S. Detection of unbalance in rotating machines using shaft deflection measurement during its operation. **IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering**, n. 3, Outubro 2012. 08-20. ISSN 2278-1684.
- SANTOS, J. T. Análise Modal Experimental de Eixos Trincados. **Dissertação de mestrado**. ENM/FT/UnB, 133p, Brasília, 2007.
- SILVA, B. T. V. Bancada para análise de vibração: análise de falhas em máquinas rotativas. **Dissertação de mestrado**. UNITAU, Taubaté, 2012.
- SZABO, J.Z., Vibration diagnostic test for effect of unbalance", **INES 2012 - 16th International Conference on Intelligent Engineering System**, Lisbon, Portugal, 13-15, 2012, pp. 81-85.
- VERMA, A.K., SARANGI, S., KOLECAR, M. H. Experimental investigations of misalignment effects on rotor shaft vibration and on stator current signature", **Journal of Failure Analysis and Prevention**, Vol. 14, Issue 2, pp. 125-138, 2014.

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS EM PROCESSO BIOTECNOLÓGICO PARA PRODUÇÃO DA ENZIMA TANASE

USE OF AGRO-INDUSTRIAL WASTES IN BIOTECHNOLOGICAL PROCESS FOR THE PRODUCTION OF TANNASE ENZYME

Data de entrega dos originais à redação em: 28/07/2016
e recebido para diagramação em: 24/07/2017.

Paula Rodrigues Sampaio¹
Dra. Silvana Haddad²
Dra. Vania Battestin Wiendl³

A tanase (E.C: 3.1.1.20) hidrolisa ésteres e ligações laterais de taninos hidrolisáveis produzindo glicose e ácido gálico. É uma enzima extracelular, induzível, produzida por fungos, bactérias e leveduras. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de diferentes resíduos agroindustriais como substratos para a produção da enzima tanase através da fermentação sólida. Foram utilizadas duas linhagens fúngicas LAB6VW e LAB29VW e estas foram testadas nos diferentes resíduos agroindustriais. A fermentação ocorreu em frascos Erlenmeyer de 250 mL contendo 10g de resíduos, 10 mL de solução de sais e indutor ácido tânico. A linhagem LAB29VW foi capaz de crescer e produzir a enzima tanase em todos os resíduos testados. As maiores atividades foram observadas para os resíduos de uva e farelo de trigo apresentando valores de atividade de 0,021 e 0,025 U/mL respectivamente. Esse estudo demonstrou que a concentração de ácido tânico adicionado ao meio de fermentação é fator chave na produção da tanase. A melhor concentração de indutor para a produção da enzima foi de 8%.

Palavras-chave: Enzima. Fermentação Sólida. Microrganismos.

Tannase (E.C: 3.1.1.20) hydrolyzes esters and side bonds of hydrolysable tannins producing glucose and gallic acid. It is an extracellular enzyme, inducible, produced by fungi, bacteria and yeasts. The objective of this work was to evaluate the use of different agroindustrial residues as substrates for the production of the enzyme tannase through solid fermentation. Two fungal lines LAB6VW and LAB29VW were used and these were tested in the different agroindustrial residues. The fermentation occurred in 250 ml Erlenmeyer flasks containing 10 g of residues, 10 ml of saline solution and tannic acid inducer. The LAB29VW strain was able to grow and produce the enzyme tannase in all residues tested. The highest activity was observed for wheat and wheat bran residues presenting activity values of 0.021 and 0.025 U / mL, respectively. This study demonstrated that the concentration of tannic acid added to the fermentation medium is a key factor in the production of tannase. The best concentration of inducer for enzyme production was 8%.

Keywords: Enzyme. Solid Fermentation. Microorganisms.

1 INTRODUÇÃO

O estudo de utilização de novos meios industriais de fermentação para obtenção de produtos biotecnológicos tem recebido grande atenção nos últimos anos. Diversos coprodutos e resíduos da agroindústria tem sido empregados para obtenção de produtos biotecnológicos, pela alta disponibilidade e por representarem fonte alternativa de baixo custo. Entre esses produtos biotecnológicos destaca-se a produção de enzimas. O processo de produção de enzimas é frequentemente limitado pelos custos dos substratos utilizados para o cultivo dos microrganismos. Estima-se que aproximadamente 30-40% do custo envolvido na produção de enzimas é devido ao meio de cultura utilizado (MANERA et al., 2011).

Resíduos e subprodutos agroindustriais são fontes abundantes de compostos orgânicos, apresentando grande potencial de uso como matéria prima em processos industriais para a produção de alimentos, combustíveis, insumos químicos, enzimas e bens de consumo diversos (ROBERTO, MUSSATTO & RODRIGUES,

2003; CARVALHO et al., 2004; SANTOS et al., 2005). Estes materiais são os principais constituintes da biomassa vegetal, como a de resíduos agrícolas e florestais (palha de arroz, eucalipto, bagaço de cana-de-açúcar e sabugo de milho, por exemplo), os quais são acumulados no ambiente, ocasionando problemas de poluição e representando a perda de valiosos recursos. Assim, é importante que se desenvolvam técnicas para o aproveitamento desses resíduos na obtenção de produtos úteis à humanidade e, com este objetivo, o emprego de processos biotecnológicos tem sido bastante estudado (MARTINEZ et al., 2002; CARVALHO, SILVA, SANTOS & COVERTI, 2003). Com o advento da inovação biotecnológica, principalmente na área de enzimas e tecnologia das fermentações, novas perspectivas estão sendo criadas. A aplicação de resíduos de agroindústrias em bioprocessos é uma forma de utilizar substratos alternativos e, de alguma maneira, solucionar problemas de poluição que possam causar. O uso de resíduos agroindustriais pode ajudar não somente a reduzir a poluição ambiental, mas também

1 - Licenciatura em Ciências Biológicas. <psaampaio@gmail.com >.

2 - Licenciatura em Ciências Biológicas. <vbattestin@gmail.com >.

3 - Licenciatura em Química.

agregar valor às indústrias processadoras. A utilização de resíduos provenientes de indústrias processadoras pode consistir em uma alternativa para promover a redução dos custos de produção de metabólitos de alto valor agregado (SOCCOL & VANDENBERGHE, 2003)

A bioconversão dos resíduos agrícolas está recebendo bastante atenção, uma vez que essas matérias-primas representam recursos possíveis e utilizáveis para a síntese de produtos úteis. Nesse contexto, a fermentação em estado sólido desempenha um papel de destaque no aproveitamento de resíduos sólidos. Em virtude do crescimento microbiano nesse tipo de fermentação, ocorre a síntese de diversos compostos, dos quais muitos apresentam grande interesse para segmentos industriais, além de elevado valor agregado (ROCHA, 2010). Nos últimos anos, houve um interesse crescente no uso eficiente de diversos resíduos agroindustriais. Vários bioprocessos têm sido desenvolvidos utilizando estes materiais como substratos para a produção de diversas moléculas com alto valor agregado, tais como: proteínas microbianas, ácidos orgânicos, etanol, enzimas e metabólitos secundários biologicamente ativos. O uso de resíduos agrícolas como substratos em bioprocessos, além de ser economicamente viável, ajuda a resolver os problemas ambientais decorrentes do seu acúmulo na natureza (ALEXANDRINO, FARIA, SOUZA & PERALTA, 2007)

A laranja está entre as frutas mais produzidas e consumidas no mundo, sendo que sua produção ultrapassa 80 milhões de toneladas/ano. Atualmente o uso principal dos resíduos da laranja é como complemento para a ração animal, tendo boa aceitação por bovinos e caprinos. Vários estudos têm proposto outros usos para os resíduos da laranja, incluindo a obtenção de fertilizantes orgânicos, pectina, óleos essenciais, compostos com atividade antioxidante e utilização em bioprocessos para produção de várias enzimas, incluindo pectinases e amilases. Apesar de todas essas possibilidades, os resíduos das indústrias de suco de laranja permanecem em sua maior parte inutilizados (ALEXANDRINO, FARIA, SOUZA & PERALTA, 2007).

Segundo Melo et al., (2011), dentre os diversos resíduos gerados pela diferentes agroindústrias, destacam-se os vinícolas por serem fontes ricas de compostos fenólicos e pela expressiva quantidade resultante do processamento. A soma deles, bagaço (cascas e sementes), engaço e a borra do processo fermentativo representam, em média, cerca de 30% do volume de uvas utilizadas para a produção vinícola, o que torna este resíduo uma fonte promissora de substâncias bioativas naturais.

O bagaço de cana-de-açúcar é um dos principais subprodutos da indústria sucroalcooleira. Este é caracterizado como um resíduo fibroso que é produzido após a moagem e extração do xarope da cana – de – açúcar (FILHO & BADR, 2004). No processamento industrial da cana-de-açúcar, além da produção de açúcar e álcool, os subprodutos, tais como o vinhoto e o bagaço, podem ser aproveitados como fontes geradoras de energia ou na produção de adubos, papel e plástico biodegradáveis (SIMÕES, 2011).

Tanino acil hidrolases conhecida como tanase (E.C. 3.1.1.20) são esterases capazes de hidrolisar ligações

éster (entre o grupo anel aromático e o resíduo de glicose) e ligações depsídicas (ligações éster entre os anéis aromáticos) em substratos como ácido tânico, epicatequina galato e epigallocatequina galato (LEKHA & LONSANE, 1994; BATTSTIN, 2007). Tanase é uma enzima extracelular, induzível, produzida na presença de ácido tânico por fungos, bactérias e leveduras (AGUILAR, AUGUS, GONZÁLEZ & FAVELA, 1999). Vários estudos têm sido conduzidos em relação a produção e aplicações dessa enzima. Os resultados desses estudos mostram as diferentes aplicações e potencialidades que essa molécula oferece.

Battestin et al., (2008) estudaram a aplicação de tanase em chás comerciais, analisando a capacidade da enzima em hidrolisar compostos fenólicos presentes nesses chás. Os autores verificaram uma excelente atuação da enzima nesses substratos fenólicos do chá verde e constataram que a atividade antioxidante aumentou significativamente nesses chás tratados. Schons et al., (2012) estudaram o efeito *in vivo* de uma dieta elaborada a base de sorgo tratado com a tanase. Foi constatado que o tratamento enzimático do sorgo com as enzimas promoveu a diminuição nas concentrações de taninos e aumento do fósforo inorgânico nas rações. Queirós (2014) estudou a ação da enzima tanase na biotransformação de compostos fenólicos no extrato hidrossolúvel de soja, obtendo um produto rico em compostos antioxidantes, sugerindo sua utilização como ingrediente para bebidas funcionais. Considerando que o Brasil gera grandes quantidades de resíduos agroindustriais, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o uso de diferentes resíduos agroindustriais como substratos para a produção da enzima tanase através da fermentação sólida.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Substratos Agroindustriais

Os resíduos agroindustriais utilizados, foram: resíduo de cana de açúcar (proveniente da extração do caldo de cana), resíduo de laranja (proveniente da extração de suco da laranja), resíduo de uva (proveniente do processamento para a fabricação de vinho) e farelo de trigo (adquirido em supermercado local). Os resíduos foram coletados e congelados a - 10 °C.

Neste estudo os seguintes equipamentos foram utilizados: estufa de secagem (Novatecnica - Série 10090827), balança analítica (Acculab ALC-210.4), pHmetro (Del Lab – Série 03110610), centrífuga (Sislab/Twister), banho termostático (Adamo – N 321) e espectrofotômetro (Fento, Cirrus 80).

2.2 Padronização dos Resíduos

As amostras dos resíduos agroindustriais coletadas foram caracterizadas em relação a: secagem dos resíduos em estufa (105 °C), determinação do pH, umidade e granulometria. Os resíduos úmidos foram desidratados em estufa a 45°C, até obtenção de partículas secas e não aglomeradas. Essas amostras foram trituradas em liquidificador e padronizadas com relação ao tamanho das partículas utilizando peneiras de 1,68 mm. Para a determinação do pH seguiu-se a metodologia descrita de acordo as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.3 Determinação da Umidade dos Resíduos

Pesou-se 5,0g de amostra em cápsulas de porcelana previamente taradas. As amostras foram aquecidas em estufa a 105°C durante 3h. Em seguida resfriaram-se as amostras em dessecador até temperatura ambiente e pesou-se. Repetiu-se a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

2.4 Microrganismos e Conservação das Linhagens

Foram testadas 2 linhagens fungicas denominadas LAB6VW e LAB29VW pertencentes ao laboratório de Bioquímica do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de São Paulo – Campus São Roque. Em estudo anterior essas linhagens foram isoladas do solo de formigueiro e do solo do IFSP – Campus São Roque respectivamente. As linhagens fungicas foram conservadas em tubos com meio de Agar de batata dextrosado (PDA), inclinados a 4°C.

2.5 Preparo do Pré Inoculo

As linhagens foram repicadas em meio inclinado PDA com suplemento de 0,2% (p/v) de ácido tânico e incubadas em estufa à 32°C por 72 horas, para pré-indução da tanase.

2.6 Fermentação Sólida Utilizando Resíduos Agroindustriais Para Produção da Tanase

Os resíduos agroindustriais de laranja, uva, cana de açúcar e farelo de trigo foram utilizados como substratos da fermentação sólida para produção da enzima tanase. Em frascos Erlenmeyer de 250 mL foram adicionados 20g da mistura de resíduos agroindustriais, na proporção inicial de 1:1 (resíduos mais solução de sais acrescida de ácido tânico), ajustável até alcançar concentração final de 5% de ácido tânico. A solução de sais foi composta por (g/L): NH₄Cl, 0,1; (NH₄)₂SO₄, 0,1; CaCl₂.2H₂O, 0,01; K₂SO₄, 0,01; MnSO₄.H₂O, 0,002; FeSO₄.7H₂O, 0,002. O meio de cultivo foi esterilizado a 120°C por 20 minutos. Após a esterilização os frascos foram inoculados com 2,5 mL de solução de esporos e incubados a 32°C em estufa, por 5 dias. Após a fermentação, foram adicionados 70 mL de solução tampão acetato pH 5,0- 20mM e agitados a 150 rpm por 2h. A solução foi filtrada em algodão e o filtrado centrifugado a 10000 rpm por 15 minutos. No sobrenadante foi medida a atividade enzimática de tanase (LEKHA & LONSANE, 1994).

2.7 Medida da Atividade Enzimática de Tanase

A solução de substrato foi preparada pela adição de 0,12 % (p/v) de ácido tânico em tampão acetato pH 5,5 - 0,2 M. A reação foi realizada adicionando 0,3 mL da solução de substrato com 0,5 mL de extrato enzimático bruto e incubado a 60°C por 10 minutos. Após a incubação, a reação foi paralisada pela adição de 3 mL de solução de BSA preparada na concentração de 1 mg/mL de albumina de soro bovino (BSA) e 0,17 M de cloreto de sódio em tampão acetato pH 5,0 , 0,2 M, e em seguida centrifugada a 10000 rpm por 15 minutos. O precipitado foi ressuspensão em 3 mL de solução SDS-trietanolamina

(SDS 1% (p/v) adicionado de 5% (v/v) de trietanolamina em água destilada) acrescido de 1 mL de solução de FeCl₃ (0,01M de FeCl₃ em 0,01M de ácido clorídrico). A absorbância foi medida após 15 minutos em 530 nm (MONDAL, BANERJEE, JANA & PATI, 2001). A curva padrão foi elaborada utilizando quantidades de ácido tânico comercial variando entre 0,01% e 0,15%. A atividade da enzima foi calculada pela mudança na absorbância a 530 nm: $Abs_{530} = Abs_{controle} - Abs_{teste}$

2.8 Efeito do Indutor na Atividade de Tanase

Verificou-se o efeito de diferentes concentrações de indutor (ácido tânico) no meio de fermentação. Concentrações de 2, 5 e 8% de ácido tânico foram adicionadas aos meios de fermentação com o objetivo de verificar o comportamento do microrganismo frente a diferentes concentrações de ácido tânico na síntese de tanase.

2.9 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em duplicata e os resultados submetidos ao cálculo da média e desvio padrão utilizando o Excel 2007.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Determinação de Umidade, pH e Granulometria dos Resíduos

Todos os resíduos foram secados, triturados e padronizados em relação ao teor de umidade, pH e tamanho das partículas. Na Tabela a seguir encontram-se os dados obtidos.

Tabela 1 - Determinações de umidade, pH e granulometria dos resíduos

Resíduos	Umidade (%)	pH	Granulometria (mm)
Laranja	21,9 ± 0,64	3,9 ± 0,07	1,3 ± 0,07
Uva	5,9 ± 0,42	3,7 ± 0,01	0,7 ± 0,06
Cana de açúcar	9,8 ± 0,35	4,9 ± 0,07	0,9 ± 0,07
Farelo de trigo	19,6 ± 0,49	5,5 ± 0,14	1,3 ± 0,05

Os resíduos de laranja e farelo de trigo apresentaram os maiores teores de umidade de 21,9 (%) e 19,6 (%) respectivamente. Isso se deve ao fato desses resíduos apresentarem uma maior granulometria após processo de trituração dos tecidos vegetais. Para esses resíduos os tamanhos das partículas obtidas após trituração e padronização ficaram em torno de 1,3mm. O teor de umidade dos resíduos pode influenciar no meio de fermentação sólida uma vez que os fungos filamentosos necessitam de um teor de umidade mínima para seu crescimento e metabolismo.

3.2 Produção da Tanase nos Resíduos Agroindustriais

Todos os resíduos tratados foram utilizados como substratos para a fermentação sólida. Os resultados de atividade enzimática de tanase encontram-se na Tabela 2.

De acordo com os dados da Tabela é possível verificar que a linhagem LAB6VW cresceu e produziu a enzima nos resíduos de uva, cana de açúcar e farelo de trigo. Sendo o resultado mais expressivo em resíduo de farelo de trigo apresentando atividade enzimática de 0,015 U/mL.

A linhagem LAB29VW foi capaz de crescer e produzir a enzima tanase em todos os resíduos testados. As maiores atividades foram observadas para os resíduos de uva e farelo de trigo apresentando valores de atividade de 0,021 e 0,025 U/mL respectivamente. Essa linhagem apresentou melhores resultados de produção da enzima quando comparados à linhagem LAB6VW.

De acordo aos dados apresentados é possível prever uma grande possibilidade de utilização dessas linhagens em bioprocessos, já que foi possível produzir a enzima em diferentes resíduos agroindustriais.

De acordo a Cayres (2013), em relação ao resíduo de laranja, vários estudos têm proposto a utilização do resíduo de sucos e processamento de laranja para produção de compostos de alto valor agregado, incluindo a obtenção de fertilizantes orgânicos, pectina, óleos essenciais, compostos com atividade antioxidante, na produção de várias enzimas, incluindo pectinases e amilases e a partir de agora, a enzima tanase. Apesar de todas essas possibilidades, os resíduos das indústrias de suco de laranja permanecem em sua maior parte muito pouco utilizados.

O resíduo vinícola se destaca devido a vários fatores, principalmente por serem fontes ricas de compostos fenólicos (RUBILAR et al., 2007)) e pela expressiva quantidade resultante do processamento, já que a soma deles, bagaço (cascas e sementes), engaço e a borra do processo fermentativo representam, em média, cerca de 30% do volume de uvas utilizadas para a produção vinícola (MAKRIS, BOSKOU & ANDRIKOPOULOS, 2007), o que torna este setor uma fonte promissora de substâncias bioativas naturais.

No Brasil um dos resíduos/subprodutos lignocelulósicos mais abundantes, para o qual novas tecnologias de aproveitamento são necessárias, é o bagaço de cana-de-açúcar, o qual é gerado após o processamento da cana-de-açúcar. Vários estudos têm sido desenvolvidos em busca de uma utilização sustentável do bagaço de cana-de-açúcar que contém cerca de 40-45% de celulose, 30-35% de hemicelulose e 25-30% de lignina (PANDEY, SOCOOL, NIGAN & SOCCOL, 2000).

3.3 Influência do Ácido Tânico na Síntese da Enzima Utilizando Farelo de Trigo

A linhagem LAB26VW foi testada meio de fermentação utilizando todos os resíduos como substratos. Em todos os meios foram acrescentados diferentes concentrações de ácido tânico. A Figura abaixo mostra os dados obtidos.

Tabela 2 - Produção da enzima tanase em diferentes tipos de substratos sólidos

Resíduos agroindustriais	Atividade enzimática de tanase (U/mL)	
	Linhagem LAB6VW	Linhagem LAB29VW
Uva	0,011±0.31	0,021±0.17
Laranja	0,00±0.46	0,016±0.24
Farelo de trigo	0,018±0.27	0,025±0.32
Cana de açúcar	0,015±0.39	0,019±0.43

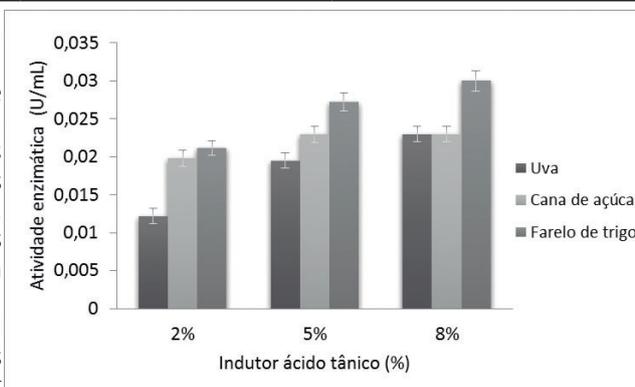


Figura 1 - Influência do ácido tânico na produção da enzima

A produção da enzima mostrou estar diretamente relacionada com a concentração de ácido tânico que é adicionada ao meio de fermentação, esta fonte de carbono favorece a produção rápida de tanase que, por sua vez, cliva os taninos fornecendo suprimento contínuo de fonte de carbono. De acordo com Battestin (2007) e Pinto (2003), o ácido tânico desempenha o papel de fonte de carbono para o microrganismo, bem como de indutor da síntese. Dessa maneira, a presença de ácido tânico é imprescindível para a síntese de tanase. Em trabalho realizado por Pinto (2003) em experimento preliminar onde não se adicionou ácido tânico ao meio de fermentação, não foi observada atividade de tanase em nenhum tempo de fermentação.

O farelo de trigo tem sido até hoje o substrato mais estudado para produção de tanase por fermentação sólida. Apesar de o farelo de trigo ser considerado um bom substrato para a produção da enzima, é necessário que se explore outros resíduos que possam ser eficientes em relação à produção da enzima.

4 CONCLUSÃO

Utilizando os resíduos de laranja, uva e cana de açúcar, foi possível produzir a enzima tanase através da técnica de fermentação em estado sólido, portanto, a utilização destes resíduos consiste em uma alternativa viável para produção da enzima. Esses resíduos mostraram ser promissores substitutos do farelo de trigo em processos biotecnológicos para a produção da tanase.

Os resultados atuais indicam que a concentração de ácido tânico é importante na indução da tanase pelos fungos estudados. Demonstrou-se que a concentração de ácido tânico no meio de cultura é fator chave na produção da tanase, sendo objeto de mais estudos em andamento. A melhor linhagem produtora de tanase foi a LAB29VW utilizando o resíduo de farelo de trigo. A melhor concentração de indutor para a produção da enzima foi de 8%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- Manera PA, Ores JC, Ribeiro VA, Rodrigues MI, Kalil SJ, Filho FM. Utilização de resíduos agroindustriais em processo biotecnológico para produção de b-galactosidase de *Kluyveromyces marxianus* CCT 7082. *Acta Scient Technol*. 2011; 33 (2): 155-61.
- Roberto IC, Mussatto SI, Rodrigues RCLB. Dilute-acid hydrolysis for optimization of xylose recovery from rice straw in a semi-pilot reactor. *Ind Crops and Prod*. 2003; 17: 171-76.
- Carvalho W, Santos JC, Canilha L, Silva JBA, Felipe MGA, Mancilha IM, Silva SS. A study on xylitol production from sugarcane bagasse hemicellulosic hydrolysate by Ca-alginate entrapped cells in a stirred tank reactor. *Process Biochem*. 2004; 39 (12): 2135-41.
- Santos JC, Converti A, Carvalho W, Mussatto SI, Silva SS. Influence of aeration rate and carrier concentration on xylitol production from sugarcane bagasse hydrolyzate in immobilized-cell fluidized bed reactor. *Process Biochem*. 2005; 40 (1): 113-18.
- Martinez EA, Villarreal LM, Almeida e Silva JB, Solenzal AIN, Canilha L, Mussatto SI. Use of different raw materials for biotechnological xylitol production. *Cienc Tecnol Aliment*. 2002; 3(5): 295-01.
- Carvalho W, Silva SS, Santos JC, Converti A. Xylitol production by Ca-alginate entrapped cells: comparison of different fermentation systems. *Enzy Microbial Technol*. 2003; 32: 553-59.
- Soccol CR, Vandenberghe, LPS. Overview of applied solid-state fermentation in Brazil. *Biochem Engineering J*. 2003; 13: 205-15.
- Rocha, CP. Otimização da produção de enzimas por **Aspergillus Níger** em fermentação em estado sólido. [Tese]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. 2010. 161f.
- Alexandrino AM, Faria HG, Souza CGM, Peralta RM. Aproveitamento do resíduo de laranja para a produção de enzimas lignocelulolíticas por **Pleurotus ostreatus** (Jack:Fr). *Cienc Tecnol Aliment*. 2007; 27(2): 364-68.
- Melo OS, Bergamaschi KB, Tiveron AP, Massarioli AP, Oldoni TLC, Zanús MC, Pereira GE, Alencar SM. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. *Cienc Rural*. 2011; 41(6): 1088-93.
- Filho AP, Badr O. Biomass resources for energy in North-Eastern Brazil. *Applied Energy*. 2004; 77: 51-7.
- Simões GS. Avaliação de condições fermentativas iniciais de **Spathaspora arborariae** UFMG HM 19.1 na produção de etanol a partir do hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar. [Dissertação]. Lorena: Universidade Federal de São Paulo. 2011. 73f.
- LEKHA PK, LONSANE BK. Comparative titres, location and properties of Tannin Acyl Hydrolase produced by **Aspergillus niger** PKL 104 in solid-state, liquid surface and submerged fermentations. *Process Biochem*. 1994; 29: 497-03.
- Battestin, V. Produção, purificação e aplicação de tanase de **Paecilomyces variotii**. [Tese]. Campinas: Departamento de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas; 2007. 100f.
- Aguilar C, Augus C, González GV, Favela E. A comparison of methods to determine Tannin Acyl Hydrolase Activity. *Braz Arch Biol Technol*. 1999; 42 (3): 355-61.
- Battestin V, Macedo GA, Freitas VAP. Hydrolysis of epigallocatechin gallate using a tannase from **Paecilomyces variotii**. *Food Chem*. 2008; 108: 228-33.
- Schons PF. Imobilização da tanase de **Paecilomyces variotii** em reações de hidrólise e síntese. [Tese]. Campinas: Departamento de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas; 2012. .133f.
- Queirós L D. Biotransformação de compostos fenólicos do extrato de soja para obtenção de produto rico em compostos bioativos. [Dissertação]. Campinas: Departamento de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas; 2014. 73f.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Mé-todos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 21-22.
- Mondal KC, Banerjee D, Jana M, Pati BR. Colorimetric Assay Method for determination of the Tannin Acyl Hidrolase activity. *Anal Biochem*. 2001; 295:168-71.
- Cayres, C. A. Transformação dos resíduos de industrialização de laranja pera (*Citrus sinensis* Osbeck) em farinhas para a obtenção de biscoito doce. Dissertação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2013. 109f.
- Rubilar M, Pinelo M, Shene C, Sinero J, Nunez MJ. Separation and HPLC-MS Identification of Phenolic Antioxidants from Agricultural Residues: Almond Hulls and Grape Pomace. *J Agri Food Chem*. 2007; 55 (25):101-09.
- Makris DP, Boskou G, Andrikopoulos NK. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. *J Food Compos Anal*. 2007; 20: 125-32.
- Pandey A, Socool CR, Nigan P, Socool V. Biotechnological potential of agro-industrial residues. I: sugarcane bagasse. *Bioresour Technol*. 2000; 74: 69-80.
- Pinto GAS. Produção de Tanase por **Aspergillus niger**. [Tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2003, 213f.

ORIENTAÇÃO PROFISSIONAL PARA ALUNOS DE UMA ESCOLA PÚBLICA: ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO

PROFESSIONAL ORIENTATION FOR STUDENTS IN A PUBLIC SCHOOL: ANALYSIS OF AN INTERVENTION

Alexandre da Silva de Paula ¹
Vinícius Flavio Pestana ²

Data de entrega dos originais à redação em: 27/08/2016
e recebido para diagramação em: 16/08/2017.

O presente estudo teve como objetivo investigar as contribuições de um projeto de orientação profissional aplicado em adolescentes que cursavam o Ensino Médio numa escola pública do Estado de São Paulo. O estudo foi constituído por uma amostra de 14 participantes, sendo 6 alunos e 8 alunas, com idades de 17 até 19 anos. Os instrumentos empregados foram a escala de Maturidade para Escolha Profissional e o Mosaico de perguntas abertas. Os resultados indicam que o grupo de alunos que passou pelas etapas da orientação profissional adquiriu conhecimentos para a escolha da carreira, alcançando níveis importantes na Maturidade Profissional. A pesquisa aponta, ainda, que os ganhos em participantes do sexo feminino foram mais expressivos. Os resultados indicam o quanto a orientação profissional pode auxiliar nos processos subjetivos de descobertas, autoconhecimento, identificações pessoais e com o mundo do trabalho.

Palavras-chave: Orientação Profissional. Carreira. Orientação Vocacional. Orientação Educacional.

This study aimed to investigate the contributions of a professional orientation project applied in high school students in a public school in the state of São Paulo. It consisted of a sample of 14 participants, 6 males and 8 females, ages 17 to 19. The instruments used were the Maturity scale for Professional Choice and a mosaic of open questions. The results indicate that the group of students who went through the stages of vocational guidance acquired knowledge for career choice, reaching important levels in the Professional Maturity. The research also shows that the gains in female participants were more expressive. The results indicate how professional guidance can help in subjective processes of discovery, self-awareness, personal identifications and the world of work.

Keywords: Professional Guidance. Career. Vocational Guidance. Educational Guidance.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Castels (1998), o trabalho é uma referência não só econômica, mas também cultural e simbólica. Podemos afirmar que o trabalho tem sua importância na formação e direcionamento do jovem na vida em sociedade. A orientação profissional é um facilitador desse processo de inserção social dos estudantes que estão em busca de espaço e oportunidades no mercado competitivo.

A orientação, no sentido lato da palavra, tem que distinguir diferentes níveis de intervenção: a intervenção ao nível da informação sobre o que é a organização do trabalho, a intervenção de natureza psico-pedagógica para ajudar no desenvolvimento de competências; e o aconselhamento de carreira. Este assunto abre o caminho para a reflexão sobre os princípios orientadores que delimitam os campos conceituais da orientação e do aconselhamento de carreira (DUARTE, 2015, p. 114).

Para Melo-Silva et al. (2004) a orientação profissional constitui um campo de atividade que auxilia pessoas a tomarem decisões no âmbito do trabalho e/ou estudos, podendo contribuir para a educação profissional e a transição da escola para o trabalho. Trata-se de uma área de atuação com muitas demandas para os

psicólogos escolares, os quais podem mediar o processo de escolha de tal forma que os alunos desenvolvam atitudes condizentes com as expectativas nos ambientes profissionais.

Diante dos dilemas das escolhas é prudente destacar, ainda, que as profissões possuem “um status social, servindo em nossa sociedade como um diferenciador, um identificador de papéis sociais, até de uma opção de vida, quer tenha sido escolhida conscientemente quer não” (SILVA; SOARES, 2001, p. 117). Compreendemos que “o maior desafio da orientação profissional para adolescentes escolares é o de conseguir, ao mesmo tempo, preparar para a atuação no mundo do trabalho e não limitar a formação do indivíduo a um processo de adaptação ao mercado de trabalho” (OLIVEIRA; ANJOS, 2011, p. 25).

Com efeito, nesse mundo de constantes mudanças organizacionais e inovações tecnológicas, a orientação profissional torna-se importante em diversos estágios da vida. É comum o direcionamento das práticas de orientação no contexto da adolescência, porém, na infância e mesmo na idade adulta as técnicas podem oferecer momentos importantes para reflexão, autoconhecimento e motivação para o trabalho.

Watson e McMahonb (2003) alertam para a necessidade de atender os sujeitos ao longo do ciclo vital, abarcando as múltiplas influências no processo da

1 - Doutor em Psicologia pela Universidade de São Paulo/FFCLRP. Psicólogo no IFSP, Câmpus Votuporanga e Docente no Centro Universitário de Votuporanga. Av. Jerônimo Figueira da Costa, 3014. Bairro: Pozzobon - Votuporanga - SP, CEP: 15503-110. Fone: (17) 3426-6990. <aledpaula@ifsp.edu.br >

2 - Centro Universitário de Votuporanga. Rua Pernambuco, 4196 - Centro - CEP 15500-006 - Votuporanga/SP. <viniciusflaviopestana@hotmail.com >.

escolha. Contudo, é sabido que a adolescência tem como característica a vivência de tensões e instabilidades. Neste sentido, é coerente o investimento em intervenções com os alunos que se encontram nesta etapa da vida.

“Ao se matricular no curso escolhido o aluno se depara com um currículo rígido. A definição profissional ocorre desde o primeiro semestre e o aluno não tem grandes chances de mudar de curso, mesmo que seja para cursos de áreas afins” (BUENO, 1992, p. 10)

Soma-se a isso que na adolescência ocorre a morte da criança e o nascimento do adulto como sujeito em busca de novos desafios. Trata-se, portanto, de “uma fase específica de transição, de passagem, onde aparece uma oportunidade de crescimento, mediante a elaboração de um luto, elaboração essa que é facilitada nas culturas por meio dos ritos (SILVA; SOARES, 2001, p. 116).

Quando a escolha da carreira não envolve esse processo de reflexão, auto avaliação e autocritica pelo próprio aluno, muitas vezes, observa-se a desistência do curso escolhido para o Ensino Superior. “A evasão enquanto parte de uma questão mais ampla da escolha profissional não se contém em poucos aspectos, mas se caracteriza por um conjunto de fatores, que são multiplicativos e que vão definir as atitudes e motivações do estudante” (BEUNO, 1992, p. 13).

A evasão no Ensino Superior, infelizmente, é uma realidade dramática no Brasil. Os índices de evasão nas Faculdades e Universidades apontavam para uma marca de 20% em 2009. E, além disso, apenas 47,2% dos universitários conseguem o título almejado no período correto de curso. Ou seja, quase metade dos universitários não se forma nos anos regulares devido alguma dificuldade (SILVA FILHO et al., 2007).

Soma-se a isso que “o aumento quantitativo do número de vagas foi considerável nos últimos anos, mas a sua concentração no ensino pago, ou seja, nas escolas particulares, não reduziu as desigualdades entre os grupos sociais nas últimas décadas” (BAGGI; LOPES, 2011, p. 356). Diante da relevância atual do tema, o presente estudo indaga sobre as possíveis consequências de uma intervenção em orientação profissional com alunos de uma escola pública no âmbito da maturidade profissional; escolha de carreira; perspectiva de trabalho; autoconhecimento e determinação pessoal.

2 METODOLOGIA

O estudo empregou a metodologia denominada pesquisa ação, que segundo Thiollent (1988), pode ser compreendida como a produção de uma pesquisa de cunho social e de base empírica. A pesquisa ação tem como característica a intervenção planejada no ambiente que ocorre a coleta de dados, compreendendo os sujeitos como atores sociais que participam ativamente na construção dos resultados. Desta forma, propõe a superação de dicotomias e cisões superficiais entre o pesquisador e os participantes do estudo. Adota-se a postura crítica e comprometida com a realidade, compreendida em sua concretude histórica e cultural.

2.1 Contexto institucional

Os dados foram coletados numa pública escola estadual, situada na região central de uma cidade

de médio porte do interior do Estado de São Paulo. A escola atendia cerca de 1.400 alunos no Ensino Fundamental. A estrutura da unidade contava com 23 salas de aula, sala de diretoria, sala de secretária, sala de professores, laboratório de informática, laboratório de ciências, quadra de esportes coberta, cozinha, sala de leitura, banheiro dentro do prédio, almoxarifado e pátio coberto. Esta escola não possuía adequações ou vias adequadas para os alunos com necessidades especiais ou mobilidade reduzida.

Localizada numa região de classe média, a escola recebia poucos alunos de seu entorno. A grande maioria dos alunos matriculados tinha origem em bairros de periferia, além de alunos de outras cidades da região. Dos 1.400 alunos que a escola possuía, 720 eram do ensino médio. A escola estava vinculada ao Programa Escola da Família, que disponibiliza nos finais de semana práticas de esporte e cultura para a comunidade. Outro programa ofertado era o curso gratuito de línguas, nos idiomas espanhol e francês para alunos a partir do segundo ano do ensino médio.

No ano de 2011 a escola atingiu a meta do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), que calcula os resultados da Prova Brasil e a Taxa de Aprovação, a escola obteve 4,1 pontos, sendo que a meta era de 4,0. Já no ano de 2013, a escola recuou para 3,9 pontos, sendo que sua meta era 4,3. Segundo a nota do IDEB 2013 (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), o município figurava entre as 10 melhores cidades na educação fundamental entre os municípios com mais de 50 mil habitantes.

2.2 Procedimentos

Foi aplicada a Escala para Maturidade de Escolha Profissional (EMEP) em 7 alunos que participaram do projeto de orientação profissional e em outros 7 alunos que não receberam a orientação. Os alunos tinham o mesmo perfil sociográfico na média de idade, renda per capita familiar e escolaridade.

A EMEP é uma escala multifatorial composta por cinco subescalas, sendo as três primeiras relacionadas às atitudes dos sujeitos para a escolha e as duas últimas referentes aos conhecimentos necessários para a tomada de decisões. Foi utilizado, ainda, um questionário previamente elaborado em forma de mosaico com a técnica “Gosto e faço”.

Os dados foram coletados na sala de aula em que ocorreu o processo de orientação profissional, após a anuência da direção. Os procedimentos da orientação envolveram técnicas vivenciais para a identificação de aptidões e interesses profissionais dos alunos. Nos encontros foram utilizados textos temáticos, questionários, vídeos, dinâmicas de grupo e músicas. As sessões eram interativas, possibilitando aos alunos momentos de reflexão e análise sobre a escolha.

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Dentre os participantes, 57% eram do sexo feminino e 43% do sexo masculino. Com relação à faixa etária, 79% dos alunos tinha 17 anos, 14% tinha 18 anos e 7% com 19 anos. A seguir a caracterização dos fatores que tratam a Escala de Maturidade Profissional – EMEP.

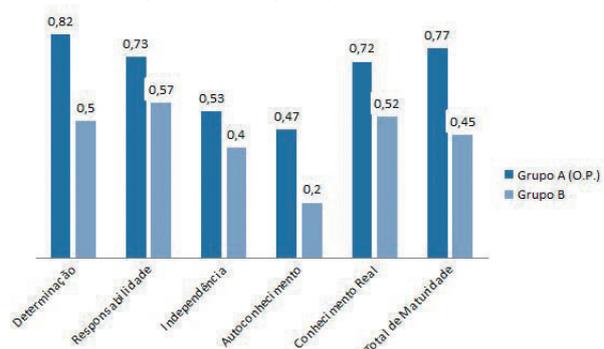
Tabela 1 – Descrição literal das Subescalas do EMEP

1. Determinação para a escolha profissional: avalia o quanto o indivíduo está definido e seguro em relação à sua escolha.
2. Responsabilidade para a escolha profissional: mede o quanto o indivíduo preocupa-se com a escolha profissional.
3. Independência para a escolha profissional: mede quanto o indivíduo está definindo sua escolha profissional de forma independente.
4. Autoconhecimento: mede quanto o indivíduo conhece dos diferentes aspectos de sua pessoa que são importantes para a escolha profissional.
5. Conhecimento da realidade educativa e profissional: mede quanto o indivíduo conhece o mercado de trabalho, nível salarial, instituições de ensino, etc.

Fonte: NEIVA (1999) Escala de Maturidade para Escolha Profissional – EMEP.

Para apresentação dos resultados foram elaborados gráficos, segundo as informações coletadas na EMEP, tendo em vista a comparação entre o grupo A (alunos que participaram da orientação profissional e alunos do grupo B (alunos que não participaram da orientação profissional). Além disso, realizou-se uma comparação entre os resultados obtidos pelos alunos do sexo masculino (gráfico 1) e as alunas do sexo feminino (gráfico 2).

Gráfico 1 – Média percentil entre participantes do sexo masculino



Fonte: Pesquisa de Campo, 2014.

Entre os “grupos A e B” do sexo masculino houve uma diferença considerável na subescala Maturidade Total. Nota-se uma diferença de 32% entre os alunos. O número representa mais de um terço de ganhos após a aplicação das técnicas.

Já em relação a subescala Autoconhecimento, tanto o “grupo A” quanto o “grupo B”, não atingiram nem 50% da pontuação. A pesquisa conduzida por Lassance et al. (2009) também destaca índices modestos no item Autoconhecimento em alunos do sexo masculino que participaram da orientação profissional.

Esse dado sugere que embora a intervenção visasse ampliar reflexões sobre a personalidade dos alunos, as contribuições foram restritas. Contudo, os resultados indicam que mesmo com o menor alcance, a subescala Autoconhecimento foi a que mais evoluiu nos alunos do sexo masculino.

Na subescala Independência, nota-se uma menor evolução em relação aos demais quesitos avaliados. Houve um aumento de 13%, em comparação com os participantes que não tiveram acesso às técnicas. Melo-Silva et al. (2004) indica que uma das hipóteses para esse

resultado é que na adolescência o jovem é mais dependente da família no sentido econômico, afetivo e ideológico.

É notório que os alunos das escolas públicas precisam, cada vez mais, de incentivo para pensarem e agirem com autonomia, isso tende a favorecer a emergência de sentimentos como otimismo e a persistência perante as adversidades que surgem ao longo da vida. É oportuno citar que “a escolha profissional não depende

de uma única variável, ao contrário, é multifatorial. Vários fatores influenciam na maior ou menor qualidade da escolha e no tipo de vínculo que o sujeito vai desenvolver com o seu objeto de trabalho (NEIVA et al., 2005, p. 2).

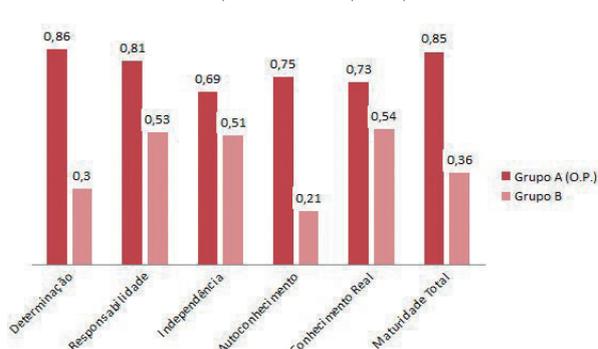
Nas subescalas que avaliam os quesitos Determinação, Responsabilidade e Conhecimento da Realidade, os resultados indicam que os alunos do sexo masculino, atingiram níveis maiores, na comparação com alunos que não participaram da orientação. Nota-se que a pontuação foi superior aos 70%. A seguir o Gráfico 2 que descreve a média e evolução de respostas das participantes do sexo feminino do grupo “A” (participou da orientação profissional) e do grupo “B” (não participou da orientação profissional).

Os resultados obtidos pelas alunas do “grupo A” foram, consideravelmente, superiores em relação ao “grupo B”. No quesito Maturidade Total, o “grupo A” evoluiu 49% em relação ao “grupo B”. Os resultados indicam que os ganhos para as alunas foram, também, superiores em comparação aos ganhos para os alunos do “grupo A”.

No quesito Autoconhecimento, as alunas do “grupo A” obtiveram 85%, contra 21% do “grupo B”, um aumento de 64%. Ou seja, o “grupo A” triplicou os resultados. Na subescala Responsabilidade, os resultados apontam uma menor diferença entre os grupos do sexo feminino, apesar do “grupo A” ter atingido 69%, o “grupo B” atingiu 51,25%. Essa foi a única subescala que operou na faixa de até 20% de diferença. Isso sugere que as alunas, mesmo sem a orientação profissional, apresentam certa responsabilidade profissional.

De acordo com Junqueira (2010), em relação ao gênero, boa parte das pesquisas realizadas demonstram que as participantes do sexo feminino são mais maduras

Gráfico 2 – Média de percentil entre participantes do sexo feminino



Fonte: Pesquisa de Campo, 2014.

para a escolha da carreira do que os participantes do sexo masculino

Neste estudo, uma avaliação comparativa entre os resultados obtidos pelos alunos e pelas alunas reforça a tendência apontada na literatura de que as meninas apresentam maior desenvoltura, envolvimento crítico e subjetivo com as reflexões propostas no processo de orientação profissional.

A seguir, na tabela 2, indica-se a média de respostas separadas pelos quesitos das subescalas entre os alunos e as alunas.

Tabela 2 – Resultados gerais das subescalas separado por grupos

SUBESCALA	Grupo A (masc.)	Grupo A (fem.)	Grupo B (masc.)	Grupo B (fem.)
Determinação	81,66%	85,75%	50%	30%
Responsabilidade	73%	81%	57%	53%
Independência	53%	69%	40,00%	51,25%
Autoconhecimento	47%	75%	20%	21%
Conhecimento da Realidade	72%	73%	51,66%	53,75%
Maturidade Total	77%	85%	45%	36%
Participou de Orien.	SIM	SIM	NÃO	NÃO

Fonte: Pesquisa de Campo, 2014.

Os resultados apontados na tabela demonstram que na subescala Determinação houve um empate técnico, sendo 85,75% para os participantes do sexo feminino e 81,66% para os do sexo masculino. Isso indica que independente do sexo, a técnica conseguiu atingir o objetivo de estimular e propiciar aos alunos momentos importantes para a descoberta de interesses e elaboração coletiva de anseios diante da escolha da profissão.

Na subescala Responsabilidade os resultados dos participantes de ambos os sexos, novamente, apontam um empate técnico. As alunas do sexo feminino atingiram 81% de ganhos, contra 73% dos alunos do sexo masculino. Como destacado anteriormente, nota-se que as alunas alcançaram os maiores ganhos, aprendizagem e assimilação das informações ao longo das atividades.

Oportuno citar que houve um melhor desempenho dos meninos ("grupo B") em relação as meninas ("grupo B"). Porém no "grupo A", ocorreu o inverso, as meninas superaram os meninos em todos os quesitos. Neiva et al. (2005) também constatou em sua pesquisa que as meninas são mais maduras que os rapazes em vários quesitos da EMEP. Para avançarmos na discussão sobre os resultados expressos pelos alunos do sexo masculino, cabe, ainda, o alerta de SILVA; SOARES (2001, p. 120) sobre a dimensão psíquica dos conflitos que atravessam a vida do adolescente:

Como o adolescente nesse momento da sua vida entra em contato com uma grande quantidade de conteúdos psíquicos, acaba assustando-se com a imensidão (e intensidade) do que vivencia, o que faz com que tente abafar (por medo) tais manifestações. Isto resulta num bloqueio de grande proporção, onde o jovem nega os conhecimentos que tem de si mesmo, não só no sentido psicológico, mas também no biológico,

por exemplo na repressão de sensações/excitações corporais por vergonha, ou falta de ajustamento social [...]

Diante disso, torna-se evidente que os fatores associados aos papéis de gênero devem ser ponderados durante as etapas da orientação profissional. Sabemos que homens e mulheres, assim como alunos e alunas ocupam posições de poder e exercem funções diferenciadas na sociedade e nas escolas. Para Lemos et al. (2005, p. 133) é um fato que a vida universitária permite

ao estudante desenvolver-se e assumir papéis ocupacionais "este momento caracteriza-se como um importante referencial para o jovem que integra a sua personalidade valores da sociedade que ele reproduz e questiona".

Cabe aos profissionais que atuam com esses alunos fomentarem ainda mais o envolvimento e a participação dos meninos, de tal forma que eles possam apoderar-se das reflexões sobre a escolha da carreira da mesma forma que as meninas. Portanto, este estudo além de corroborar as descobertas da literatura especializada, demarca a necessidade de avanços na orientação profissional com alunos do sexo masculino. É sabido que vivemos em uma cultura onde predominam assimetrias nas relações de gênero. Os profissionais da educação e psicólogos escolares podem, também, mediar a desconstrução de estereótipos cristalizados na sociedade sobre profissões masculinas e femininas, subsidiando a expressão subjetiva, o manejo das emoções e a sensibilidade dos alunos do sexo masculino.

A orientação profissional nas escolas públicas é uma proposta interventiva que ganha corpo por seu compromisso com a igualdade e emancipação dos alunos, independente do gênero em questão. Trata-se de um instrumento dinâmico, coletivo e vivencial capaz de potencializar habilidades e competências, sobretudo, resgatando a autoestima de alunos que convivem com o fracasso escolar. A defesa de que projetos desta natureza devem alcançar cada vez mais os alunos das escolas públicas consiste numa atitude eminentemente engajada com uma parcela significativa da população a qual, muitas vezes, não tem acesso à informação científica e a realidade das profissões de nível superior.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou avaliar as contribuições da orientação profissional para dois grupos de alunos de uma escola pública. Consideramos, através da análise dos dados obtidos, que o aluno que passa pelo processo de orientação profissional alcança ganhos importantes para o futuro na carreira. A pesquisa aponta, ainda, que os ganhos em participantes do sexo feminino

foram proporcionalmente maiores em analogia aos participantes do sexo masculino.

Apesar dessa disparidade, podemos considerar que as técnicas proporcionaram resultados favoráveis aos participantes, independente do sexo ou idade. Entendemos que os ganhos dessas habilidades profissionais, descritas nos quesitos das subescalas, são de grande valor para alunos que têm poucos momentos dedicados a pensar e avaliar criticamente as perspectivas profissionais.

Em decorrência da realidade brasileira, marcada por discrepâncias e injustiças sociais, muitos alunos são lançados ao mercado de trabalho por necessidades de sobrevivência sem terem a oportunidade de passar por um processo de orientação com profissionais especializados. Assim, esta pesquisa reforça a importância de políticas públicas e investimentos em educação que viabilizem a implementação de programas de orientação profissional nas instituições de ensino.

É oportuno citar que identificamos, através de pesquisa online, que no ensino médio da rede pública do Estado de São Paulo, não existe nenhum projeto que ofereça os serviços de orientação profissional aos estudantes. O papel do psicólogo com esses alunos consiste em amenizar as dúvidas, propondo alternativas viáveis e concretas diante do mercado de trabalho. Enfim, trata-se de apontar estratégias de enfrentamento para superação de ansiedades e frustrações, para que o futuro seja exitoso na vida e na profissão.

REFERÊNCIAS

- BAGGI, Cristiane Aparecida Santos; LOPES, Doraci Alves. Evasão e avaliação institucional no ensino superior: uma discussão bibliográfica. *Avaliação* (Campinas), v. 16, n. 2, p. 355-374, 2011.
- BUENO, José Lino Oliveira. A evasão de alunos. *Paideia* (Ribeirão Preto), n.5, p.9-19, 1993.
- CASTELS, Robert. **As metamorfoses da questão social: Uma crônica do salário**. Petrópolis: Vozes, 1998.
- DUARTE, Maria Eduarda. Inovação em orientação e aconselhamento de carreira: mitos e realidades. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, v. 16, n. 2, p. 110-121, 2015.
- GOMES, Maria José; MONTEIRO, Mariana; DAMASCENO, Anderson Medeiros ALMEIDA, Tereza Jacy Silva; CARVALHO, Raquel Baroni. Evasão Acadêmica no Ensino Superior: Estudo na Área da Saúde. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*, v. 2, n. 1, p. 6-13, 2010.
- LASSANCE, Maria Célia Pachec; BARDAGI, Marúcia Patta; TEIXEIRA, Marco Antônio Pereira. Avaliação de uma intervenção cognitivo-evolutiva em orientação profissional com um grupo de adolescentes brasileiros. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, v. 10, n. 1, p. 23-32, 2009.
- LEMONS, Caioá Geraiges; BUENO, José Maurício Haas; BALÃO, Sonia, SILVA, Letícia Blumenschein, & SILVA, Priscila Lopes. Carreira profissional e relações de gênero: um estudo comparativo em estudantes universitários. *Boletim de Psicologia*, v. 55, n. 123, p. 129-148, 2005.
- NEIVA, Kathia Maria Costa; SILVA, Marrita Bertassomi; MIRANDA, Vera Regina; ESTEVEZ, Cristiano. Um estudo sobre a maturidade para a escolha profissional de alunos do ensino médio. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2005.
- OLIVEIRA, Maria Beatriz Loureiro de; ANJOS, Ricardo Eleutério dos. Contribuições da psicologia histórico-cultural à orientação profissional de adolescentes: A escolha profissional em questão. *Avesso do Avesso*, v.9, n.9, p. 20-34, 2011.
- SILVA, André Luiz Picolli da; SOARES, Dulce Helena Penna. A orientação profissional como rito preliminar de passagem: sua importância clínica. *Psicologia em Estudo*, v. 6, n. 2, p. 115-121, 2001.
- SILVA FILHO, Roberto Leal Lobo; MOTEJUNAS, Paulo Roberto; HIPOLITO, Oscar; LOBO, Maria Beatriz de Carvalho Melo. A evasão no ensino superior brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*, v.37, n.132, p. 641-659, 2007.
- THIOLLENT, Michel. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo: Cortez, 1985.
- WATSON Mark., McMAHON Mary. My System of Career Influences: Responding to challenges facing career education. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 6, 159-166, 2006.

RETORNO AO PÚBLICO



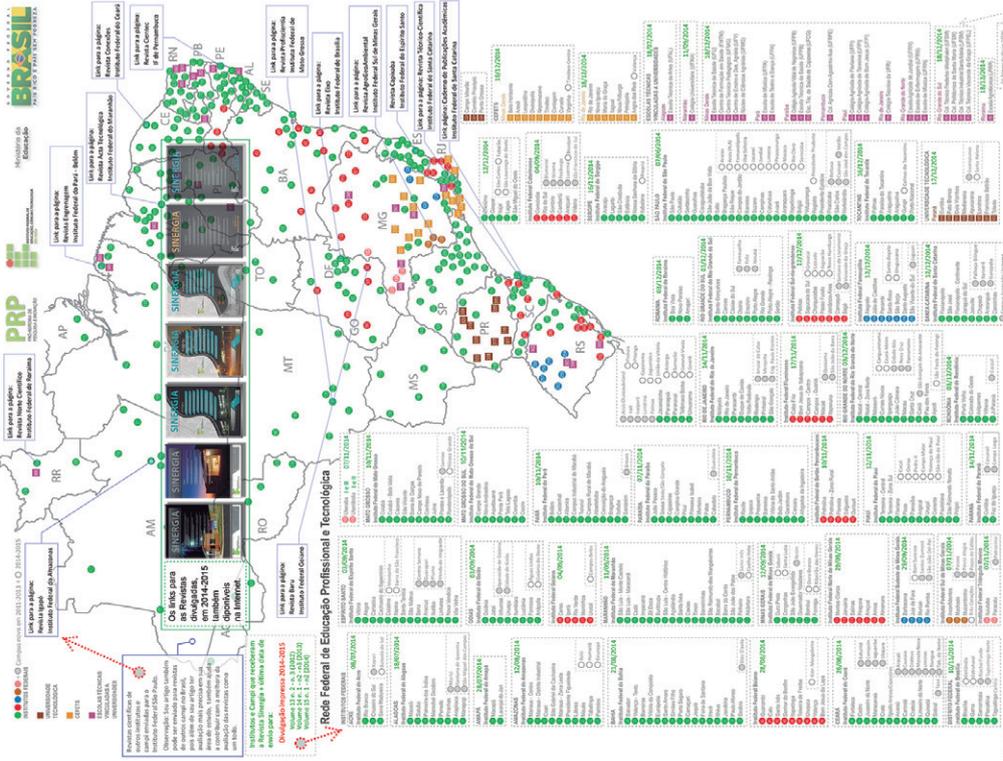
A Revista Sinergia visitou 10 câmpus entre 2014-2016 com a finalidade de ser conhecida pelos alunos dos diversos níveis de escolaridade e assim orientá-los para futuras publicações com base em pesquisa científica ou projeto de conclusão de curso. A divulgação também aproxima os docentes para futuros pareceres/avaliações em artigos enviados para publicação no periódico. As revistas científicas de outros Institutos e Universidades, também foram divulgadas nestes eventos, dando fluência ao sistema de permuta entre academias.



Mensagem principal: "Começar o quanto antes o artigo para a entrega de um projeto sólido no final de sua Graduação, Mestrado ou Doutorado".



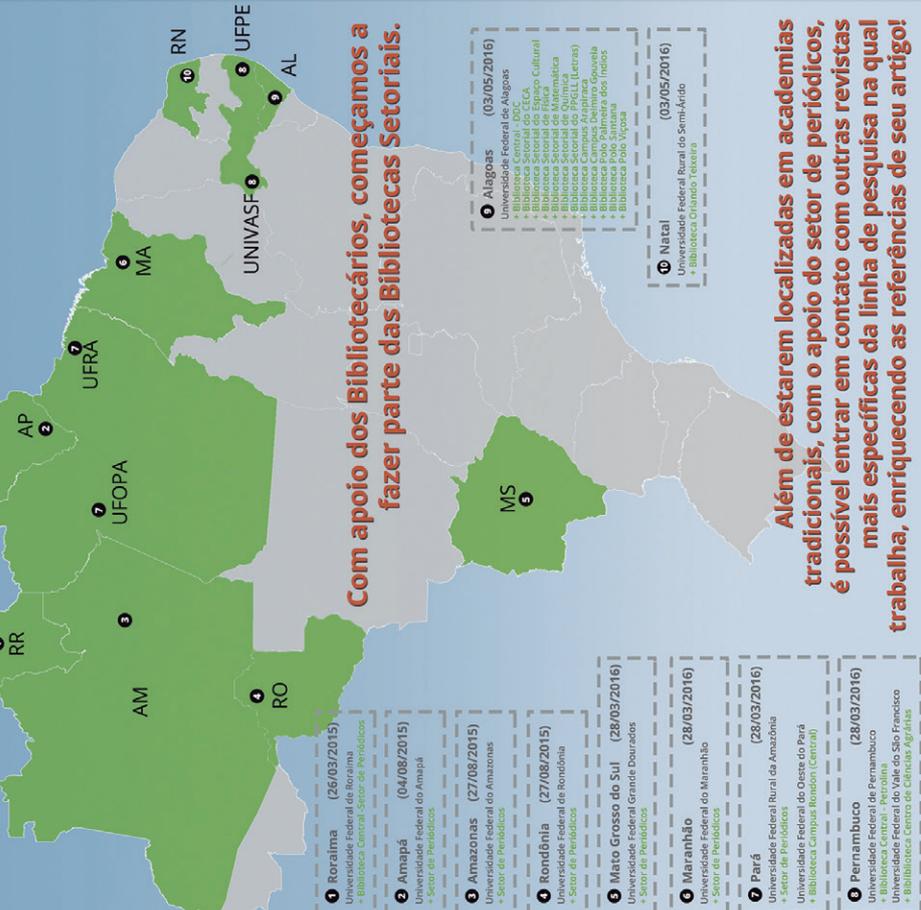
Divulgação da Revista Sinergia na Rede Federal de Educação em 2014



○ Campus que começaram a fazer parte da divulgação do periódico em 2011-2013.
 ○ 65 Campus novos que também começaram a fazer parte da divulgação nacional da Revista Sinergia em 2014.

Com a divulgação no Setor de Periódicos das Universidades Federais, e Universidades Federais. Com a divulgação desde 2014 na Rede Federal, abrimos a possibilidade de aumentar o número de citações para os artigos publicados. Outro ganho intangível foi a permuta, dando mais opções de referências bibliográficas aos autores de artigos, bem como para nossa comunidade acadêmica.

Você conhece o Setor de Periódicos das Universidades Federais?



Com apoio dos Bibliotecários, começamos a fazer parte das Bibliotecas Setoriais.

Além de estarem localizadas em academias tradicionais, com o apoio do setor de periódicos, é possível entrar em contato com outras revistas mais específicas da linha de pesquisa na qual trabalha, enriquecendo as referências de seu artigo!

A Divulgação impacta na Quais do Periódico

A distribuição do periódico para catalogação nas bibliotecas acompanha a expansão na Rede Federal e Universidades Federais. Com a divulgação desde 2014 na Rede Federal, abrimos a possibilidade de aumentar o número de citações para os artigos publicados. Outro ganho intangível foi a permuta, dando mais opções de referências bibliográficas aos autores de artigos, bem como para nossa comunidade acadêmica.

- 1 **Roraima** (26/03/2015)
Universidade Federal de Roraima
+ Setor de Periódicos
- 2 **Amapá** (04/08/2015)
Universidade Federal do Amapá
+ Setor de Periódicos
- 3 **Amazonas** (27/08/2015)
Universidade Federal do Amazonas
+ Setor de Periódicos
- 4 **Rondônia** (27/08/2015)
Universidade Federal de Rondônia
+ Setor de Periódicos
- 5 **Mato Grosso do Sul** (28/03/2016)
Universidade Federal Grande Dourados
+ Setor de Periódicos
- 6 **Maranhão** (28/03/2016)
Universidade Federal do Maranhão
+ Setor de Periódicos
- 7 **Pará** (28/03/2016)
Universidade Federal da Amazônia
+ Setor de Periódicos
+ Biblioteca Campus Rondon (Central)
- 8 **Pernambuco** (28/03/2016)
Universidade Federal de Pernambuco
+ Biblioteca Central - Petrolina
+ Biblioteca Centro de Ciências Agrárias
- 9 **Alagoas** (03/05/2016)
Universidade Federal de Alagoas
+ Biblioteca Central - DDC
+ Biblioteca Setorial de Física
+ Biblioteca Setorial de Física - Cultural
+ Biblioteca Setorial de Química
+ Biblioteca Setorial de PPGEL (Lavras)
+ Biblioteca Campus Delmiro Gouveia
+ Biblioteca Campus Santa Rita dos Índios
+ Biblioteca Polo Santana
+ Biblioteca Polo Viosa
- 10 **Natal** (03/05/2016)
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
+ Biblioteca Orlando Teixeira

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

DESAFIOS



Revista Sinergia impressa - ISSN 1677-499X
Revista Sinergia eletrônica - ISSN 2177-451X

Qualis 2013-2014

Periódicos Qualis

Qualis 2014			
ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	B5
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	EDUCAÇÃO	C
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	ENGENHARIAS III	B5
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	ENGENHARIAS IV	B5
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	ENSINO	B3
ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	EDUCAÇÃO	C
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	ENGENHARIAS I	B5
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	ENGENHARIAS III	B5

Qualis 2013			
ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E TURISMO	B4
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	CIÊNCIAS AGRÁRIAS I	B5
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	ENGENHARIAS III	B5
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	ENGENHARIAS IV	B5
2177-451X	Sinergia (IFSP, Online)	ENSINO	B3
ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E TURISMO	B4
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	ENGENHARIAS III	B5

Áreas do Conhecimento

< <http://www.cnpq.br/documents/10157/186158/TabelaDeAreasdoConhecimento.pdf> >

- . Administração, Ciências Contábeis e Turismo;
- . Astronomia/Física;
- . Ciência da Computação;
- . Ciência e Tecnologia dos Alimentos;
- . Educação;
- . Enfermagem;
- . Filosofia/Teologia;
- . Letras/Linguística;
- . Química;
- . Engenharia I (Engenharia Civil, Engenharia de Construção Civil, Engenharia de Estruturas, Engenharia Geotécnica, Engenharia de Recursos Hídricos, Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenharia de Transportes e Engenharia Urbana);
- . Engenharia II (Engenharia Química, Nuclear, Materiais, Minas e Metalurgia);
- . Engenharia III (Engenharia Mecânica, Produção, Aeroespacial, Aeronáutica, Gestão, Petróleo, Oceânica, Naval, Energia e Planejamento Energético, Pesquisa Operacional, Automotiva e Automobilística);
- . Engenharia IV (Engenharia Biomédica (Engenharia de Sistemas, dentre outras), Engenharia Elétrica (Engenharia da Informação, Engenharia de Automação e Sistemas, Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica e de Computação, Gestão de Redes e Telecomunicações, Telecomunicações, dentre outras);
- . Ensino (Ensino de Ciências e Matemática; Ensino, Ciências Ambientais, Biodiversidade e Nutrição);
- . Interdisciplinar (Multidisciplinar);
- . Desenvolvimento e Políticas Públicas, Sociais e Humanidades, Engenharia, Tecnologia e Gestão, Saúde e Biológicas);
- . Medicina Veterinária: Ciências Agrárias.

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/>>.

Os leitores citam os artigos pesquisados da Revista Sinergia em outros periódicos de sua preferência e os Coordenadores de área da Capes recebem anualmente a Revista Sinergia para acompanhar estas citações e assim avaliar o periódico. Então, quanto mais o artigo for original e inédito, mais citado é, melhorando a avaliação.

NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS Instruções para os autores (31/03/2015)

SINERGIA

"ações integradas para o importante papel social da pesquisa"

Nosso principal canal para envio de artigos está disponível em: < <http://ojs.ifsp.edu.br> >.

Neste portal, você também tem links para outras revistas do IFSP, que podem estar relacionados a área temática mais específica de sua linha de pesquisa. Conforme critérios de indexação da SciELO, as áreas são: Agrárias; Biológicas; Engenharias; Exatas e da Terra; Humanas; Linguística, Letras e Artes; Saúde e Sociais Aplicadas.

A **Revista Sinergia** é **Multidisciplinar**, e recebe artigos das diversas áreas do conhecimento.

Para auxílio na elaboração do artigo, temos o **Modelo de Elaboração de Artigo**, disponível em:

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

Para submeter um artigo:

O link completo é: < <http://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia> > ou abreviado: < <http://ojs.ifsp.edu.br/> >.

Neste portal, basta se cadastrar e seguir os cinco passos do processo de submissão:

- 1 - Início: para o preenchimento das condições de submissão;
- 2 - Transferência do Manuscrito: para transferir o artigo do seu computador para o sistema;
- 3 - Metadados: para futuro auxílio na indexação do seu artigo;
- 4 - Transferência de Documentos Suplementares: você pode aproveitar para enviar as figuras e o

Termo de Autorização e Responsabilidade, disponível no portal e no final de de cada periódico impresso e eletrônico.

- 5 - Confirmação: para concluir o envio do seu artigo.

Nosso segundo canal para envio de artigos (caso não tenha acesso ao sistema):

E-mail: < sinergia@ifsp.edu.br>, com os seguintes documentos a serem enviados:

• Artigo original (não publicado ou impresso em outro periódico), com até 14 páginas, em duas cópias, sendo uma não identificada e sem qualquer tipo de metadados ou informações pessoais para envio deste ao parecerista;

• Ilustrações ou figuras que não vierem junto ao texto;

• **Termo de Autorização e Responsabilidade**, disponível no site:

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

Nosso terceiro canal para envio de artigos:

Em último caso, você também pode enviar seu Artigo, Ilustrações e Termo de Autorização e Responsabilidade via Correios: Rua Pedro Vicente, 625 - Canindé - São Paulo - SP - CEP 01109-010.

Podemos adiantar alguns pontos do **Modelo de Elaboração de Artigo**:

• As ilustrações escaneadas no tamanho original, devem ter 300 DPI, ou com melhor legibilidade possível, o tamanho mínimo 7,5x7,5cm e máximo de 15,5x15,5cm. Serão exigidas a indicação de fonte e a autorização para reprodução, quando se tratar de ilustrações já publicadas.

• Os originais devem ser precedidos de título, resumo e palavras-chaves em Português e Inglês. O Resumo, de 100 palavras (Norma da ABNT NBR 6028:2003). As palavras-chave devem ser antecedidas da expressão *Palavras-chave*, separadas entre elas por ponto e finalizadas também por ponto (Norma da ABNT NBR 6022:2003).

• Na Tabela 1, temos a orientação básica de formatação, já na tabela 2, as normas da ABNT adotadas pelo periódico.

• Em fechamento de edição, daremos preferência para artigos com as normas da ABNT NBR aplicadas.

A revista não se responsabiliza pelas opiniões, afirmações ou questões similares emitidas pelos autores.

Tabela 1 - Orientação básica para formatação

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 básicas aplicadas na Revista - para autores	
ABNT NBR 10520:2002	Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação
ABNT NBR 6024:2003	Informação e documentação - Numeração progressiva das seções de um documento escrito
ABNT NBR 6023:2002	Informação e documentação - Referências
ABNT NBR 6028:2003	Informação e documentação - Resumo
ABNT NBR 6022:2003	Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa
ABNT NBR 10719:1989	Apresentação de relatórios técnico-científicos
ABNT NBR 12256:1992	Apresentação de originais
ABNT NBR 6033:1989	Ordem alfabética
IBGE	Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993.
Normas aplicadas na estrutura do periódico	
ABNT NBR 12225:2004	Informação e documentação - Lombada - Apresentação
ABNT NBR 6021:2003	Informação e documentação - Publicação periódica científica impressa - Apresentação
ABNT NBR 10525:2005	Informação e documentação - Número Padrão Internacional para Publicação Seriada - ISSN
ABNT NBR 13031:1993	Apresentação de publicações oficiais
ABNT NBR 6025:2002	Informação e documentação - Revisão de originais e provas
ABNT NBR 6027:2003	Informação e documentação - Sumário - Apresentação
ABNT NBR 12626:1992	Métodos para análise de documentos - Determinação de seus assuntos e seleção de termos de indexação - Recomendável para as bibliotecas.
ABNT NBR 5892:1989	Norma para datar
ABNT NBR 6032:1989	Abreviação de títulos de periódicos e publicações seriadas
ABNT NBR 6034:2004	Informação e documentação - Índice - Apresentação

Desde 29/09/2002, a Revista Sinergia é indexada na base de dados Latindex e, indexar uma revista, significa, além de seguir critérios das principais bases de indexação, também cumprir padrões internacionais de publicação. A partir do ano de 2012, retomamos a reformulação constante do periódico, tomando como referência inicial, os critérios da SciELO, um documento de 2004 que recomendava a indicação das principais datas do processo de arbitragem - compreendendo as datas de recebimento e aprovação dos artigos - com o propósito de melhorar cada vez mais o trâmite editorial, tornando mais rápido o intervalo entre o recebimento e a publicação de artigos. O periódico seguiu também, constantes mudanças de periodicidade: semestral, quadrimestral e atualmente trimestral, para assim acolher mais artigos e começar a focar a em áreas com mais demandadas para publicação. A próxima mudança de periodicidade para bimestral, vai depender do volume de artigos submetidos ao periódico, bem como o desempenho do trâmite editorial.

Para a eficiência do trâmite editorial, bem como a transparência deste, adotamos com base nos novos critérios de indexação da SciELO de outubro de 2014, o Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (OJS - < <http://ojs.ifsp.edu.br> >), para tornar transparente o processo editorial para os autores. Os novos critérios também orienta a adoção do título dos manuscritos/artigos em inglês, bem como outras adaptações que serão observadas nas próximas edições, com alterações contínuas.

Também, pelo segundo ano consecutivo, o periódico mantém contato com os principais Coordenadores de área da Capes/CNPq, para que possam acompanhar o impacto dos artigos publicados na Sinergia.

Quanto a qualidade dos artigos, contamos hoje com a colaboração de mais de 100 pareceristas das diversas áreas do conhecimento e titularidades, com avaliações de fundamental importância para a produção do conhecimento científico. Ao avaliar um artigo, além do conhecimento compartilhado e aperfeiçoado, é possível também fazer parte dos créditos do periódico e atualizar com estas informações, o Currículo Lattes para posteriormente acumular pontos para obtenção de mestrado/doutorado.

Tabela 3 - Contagem acumulada da produção editorial e número de artigos da Revista Sinergia - Segundo Semestre de 2017, conforme Áreas do Conhecimento do CNPq

Área Temática	Número de artigos
Engenharias	7
Exatas e da Terra	2
Linguística, Letras e Artes	1
Humanas	10
Saúde	1
Total:	21

CONTATO: REVISTA SINERGIA

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

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

Tabela 4 - Fluxo de produção editorial e número de artigos mínimo e recomendado por ano e área temática - SciELO

Área Temática	Periodicidade		Número de artigos	
	Mínima	Recomendada	Mínimo	Recomendado
Agrárias	Trimestral	Bimestral	60	75
Biológicas	Trimestral	Bimestral	65	85
Engenharias	Trimestral	Bimestral	48	60
Exatas e da Terra	Trimestral	Bimestral	45	55
Humanas	Quadrimestral	Trimestral	25	35
Linguística, Letras e Artes	Quadrimestral	Trimestral	20	25
Saúde	Trimestral	Bimestral	60	80
Sociais Aplicadas	Quadrimestral	Trimestral	25	35

IMPLEMENTAÇÃO

As edições anteriores podem ser consultadas como ponto de partida para a sua pesquisa científica!

2000



Por que não baixar todas as edições da Sinergia em no máximo 2 cliques?
(V1 n1 ao V17 n1 = 210 MB = formato pdf reduzido): < <http://ojs.ifsp.edu.br> >.



Caros pesquisadores,

Os artigos das revistas impressas do ano de 2000 e posteriores, sob o número de ISSN 1677-499X, estão disponíveis no *site* em formato eletrônico, com o número de ISSN 2177-451X.

Este formato vem da tecnologia de arquivo pdf pesquisável, o qual facilitará a localização pelos mecanismos de busca da Internet, a pesquisa do conteúdo dos trabalhos e as citações em novos artigos científicos.

e-mail para submissão de artigos, sugestões: **sinergia@ifsp.edu.br**



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
REVISTA SINERGIA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO E RESPONSABILIDADE

Eu,,
natural de,
nacionalidade, profissão,
residente e domiciliado (a) na Rua,
.....
..... n °, Bairro,
CEP, Cidade,
UF, RG nº:, SSP/....., e-mail:.....,
telefone: e CPF nº,
pelo presente instrumento particular, declaro que o trabalho intitulado

..... é de minha autoria juntamente com os (co) autores a seguir:
.....
..... e com ciência deles, autorizo a sua reprodução total, por meio eletrônico e impresso, a título gratuito, inclusive de fotografias, ilustrações etc. que se refiram a pessoas ou instituições e que estejam contidas no trabalho, para publicação na Revista *Sinergia*, um periódico científico-tecnológico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, situado na Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé - São Paulo – SP – CEP 01109-010.

Caso o seu artigo tenha dados de pesquisa envolvendo seres humanos, recomendamos que entre em contato (antes mesmo de enviar o seu artigo para a Revista Sinergia) com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): < <https://prp.ifsp.edu.br/pro-reitoria/comite-de-etica> >*

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

* "O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar com "munus público", que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa dentro de padrões éticos".

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.

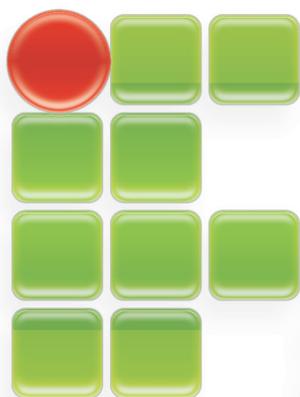
Fundada em 1909, como Escola de Aprendizes Artífices, é reconhecida pela sociedade paulista por sua excelência no ensino público gratuito de qualidade.

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 37 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 Escola Técnica
Federal de São Paulo

HOMEM & TÉCNICA
Escola Técnica Federal
de São Paulo



**MAIS DO QUE
CONHECIMENTO,
CONSTRUÍMOS
VALORES
PARA A VIDA.**

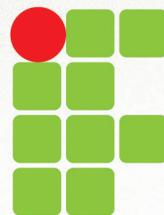
O **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo** oferece ensino profissionalizante gratuito, da educação básica à pós-graduação, para milhares de jovens e adultos.

Com 105 anos de história, o **IFSP** forma cidadãos capacitados nas áreas de Controle e Processos Industriais, Gestão e Negócios, Informação e Comunicação, Infraestrutura, Recursos Naturais, Produção Industrial e Hospitalidade e Lazer.

Você pode optar por mais de 80 cursos entre técnicos, superiores e pós-graduação, além de cursos a distância e de curta duração.

Instituto Federal de São Paulo. O futuro começa aqui.

CAMPI: ARARAQUARA • ARARAS • ASSIS • AVARÉ • BARRETOS • BIRIGUI • BÓITUVA • BRAGANÇA PAULISTA • CAMPINAS • CAMPOS DO JORDÃO • CAPIVARI • CARAGUATATUBA • CATANDUVA • CUBATÃO • GUARULHOS • HORTOLÂNDIA • ITAPETININGA • JUNDIAÍ • LIMEIRA • MATÃO • MOCOCA • PIRACICABA • PRESIDENTE EPITÁCIO • PRESIDENTE PRUDENTE • REGISTRO • SALTO • SANTOANDRÉ • SÃO CARLOS • SÃO JOÃO DA BOA VISTA • SÃO JOSÉ DOS CAMPOS • SÃO PAULO • SÃO ROQUE • SERTÃOZINHO • SOROCABA • SUZANO • UBATUBA • VOTUPORANGA **POLOS EAD:** ARARAQUARA • ARARAS • BARRETOS • BOITUVA • CARAPICUÍBA • CAPIVARI • DIADEMA • FRANCA • GUAÍRA • GUARATINGUETÁ • GUARULHOS • ITAPETININGA • ITAPEVI • PRESIDENTE EPITÁCIO • REGISTRO • SÃO JOÃO DA BOA VISTA • SÃO JOSÉ DO RIO PRETO • SÃO JOSÉ DOS CAMPOS • SÃO PAULO • SÃO ROQUE • SERRANA • TARUMÃ • VOTUPORANGA. PARA CONHECER MAIS SOBRE A FEDERAL, ACESSE WWW.IFSP.EDU.BR



**INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO**