

SINERGIA

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

Artigos

MODELAGEM MATEMÁTICA DE SISTEMAS HIDRÁULICOS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM CONTROLADOR PARA SECAGEM DE GRÃOS DE FEIJÃO

SISTEMA P-FUZZY APLICADO ÀS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS

JOGOS DE EMPRESAS: EXPLORANDO AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MÉTODO NO ENSINO DA ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

GOVERNANÇA CORPORATIVA APLICADA ÀS ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS, CONTROLE SOCIAL E POLÍTICAS PÚBLICAS – A UNIÃO DOS TRÊS FATORES

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DA APRENDIZAGEM DOCENTE NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

PROGRAMAÇÃO ORIENTADA ÀSPECTOS: UMA PERSPECTIVA ATUAL SOBRE AS VANTAGENS E DESVANTAGENS NO USO DE UM PARADIGMA DIFERENCIADO

SISTEMAS DE EQUAÇÕES E INTERPRETAÇÕES

ANÁLISE DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE UTILIZANDO REDES DE PETRI

VISUALIZAÇÃO DE TEOREMAS EM ANÁLISE COMPLEXA: EXEMPLOS NO CONTEXTO DA TRANSIÇÃO COMPLEXA DO CÁLCULO - TCC



PRESIDENTA DA REPÚBLICA
Dilma Rousseff

MINISTRO DA EDUCAÇÃO
Cid Gomes

**SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**
Aléssio Trindade de Barros

REITOR
Eduardo Antonio Modena

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

PRÓ-REITOR DE ENSINO
Reginaldo Vitor Pereira

PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO
Wilson de Andrade Matos

PRÓ-REITOR DE ADMINISTRAÇÃO
Paulo Fernandes Junior

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

DIRETORES DOS CÂMPUS

Araraquara - Ednilson Geraldo Rossi
Avaré - Sebastião Francelino da Cruz
Araras - Andrea Cristina Zoca
Barretos - Sérgio Vicente Azevedo
Birigui - Robson de Miranda Soares
Boituva - Bruno Nogueira Luz
Bragança Paulista - Maurício Costa Carreira
Campinas - Daniel Salério Spozito
Campos do Jordão - Hélio Sales Rios
Capivari - Waldo Luis de Lucca
Caraguatatuba - Nelson Alves Pinto
Catanduva - Márcio Andrey Teixeira
Cubatão - Robson Nunes da Silva
Guarulhos - Joel Dias Saade
Hortolândia - José Ricardo Moraes de Oliveira
Itapeçerica da Serra - Cynthia Regina Fisher
Itapeva - João Roberto Moro
Itapetininga - Hagnar Orlando Hammarstrom
Itaquaquecetuba - Denilson Mauri
Jacaré - Luz Marina Poddis de Aquino
Jundiaí - Haryanna Sgrilli Drouart
Limeira - Eberval Oliveira Castro
Matão - Alexandre Moraes Cardoso
Mococa - Jacqueline De Blasi
Piracicaba - Ricardo Naoki Mori
Pirituba - Roberto Vergueiro da Silva
Presidente Epitácio - Ítalo Alves Motorio Junior
Presidente Prudente - Caio Flausino
Registro - Walter Augusto Varella
Rio Claro - Rivelli da Silva Pinto
Salto - Francisco Rosta Filho
São Carlos - Wania Tedeschi
São Miguel Paulista - Denilza da Silva Frade
São João da Boa Vista - Eduardo Marmo Moreira
São José dos Campos - Luiz Gustavo de Oliveira
São Paulo - Luís Cláudio Matos de Lima Junior
São Roque - Ricardo dos Santos Coelho
Sertãozinho - Lacyr João Sverzut
Sorocaba - César Luiz de Souza
Tupã - Caio Marcus Dias Flausino
Suzano - Breno Teixeira Santos Fernochoio
Ubatuba - Sheyla Gorayeb Silva
Votuporanga - Marcos Amorielle Furini

SINERGIA

“ações integradas para o importante papel social da pesquisa”

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

v.16 n.1 - janeiro/março 2015 - São Paulo

TRIMESTRAL

ISSN 2177-451X

Sinergia

São Paulo

v. 16

n. 1

p. 1-84

jan./mar. 2015

EDITOR - Dr. Francisco Manoel Filho

CONSELHO EDITORIAL

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

JORNALISTA RESPONSÁVEL

Marilza Helena Ataliba/Mtb. 025129/SP

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

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

**PROJETO GRÁFICO DE CONTRACAPA E
APOIO TÉCNICO - Alessandro Rossi**

TEXTO DE CONTRACAPA - Juliana Ayres Pina

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

DIVULGAÇÃO ELETRÔNICA - Ademir Silva

MARKETING CIENTÍFICO

Ademir Silva/Rodrigo de Benedictis Delphino/Kelly Albuquerque
Eberval Oliveira Castro/Walter Augusto Varella

CRÉDITOS DE INDEXAÇÃO - LATINDEX
Deborah Quenzer Matthiesen/Waldir Lopes

SISTEMA ELETRÔNICO (OJS) - Bruno Jamalero/Diego Valente

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

INFRAESTRUTURA SOFTWARES EDITORIAIS - Gabriel Marcelino

CRÉDITOS DE PARTICIPAÇÃO ADMINISTRATIVA

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

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

CAPACITAÇÃO - SOFTWARES EDITORIAIS
Leonice Edna/Nelson Matsuda/Paula Godoy

COLABORADORES

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

PROJETO BÁSICO 2010-2014

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

FISCAL DE CONTRATO 2014 - Ademir Silva/Francisco Filho

PROCURADORIA FEDERAL/JURÍDICA

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

FICHA CATALOGráfICA - Angela Halen Claro Bembem

REVISÃO DE INGLÊS - Rosana Ferrareto Lourenço Rodrigues

REVISÃO DE PORTUGUÊS - Graziela Bachião P. de Paula

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

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

Os direitos autorais seguem os termos da Creative Commons

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

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

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

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

Revista Digital Disponível em:

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

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

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



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

Ministério da
Educação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

S616s

Sinergia: Revista Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. — v. 16, n. 1 (jan./mar. 2015).
— São Paulo : Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2015.

71 p. ; 30 cm
ISSN 2177-451X

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

SUMÁRIO

EDITORIAL

Francisco Manoel Filho 07

Engenharias-Engenharias III/Humanas - Educação - Ensino Aprendizagem

MODELAGEM MATEMÁTICA DE SISTEMAS HIDRÁULICOS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Petrônio Cabral Ferreira/Andréia Carniello..... 09

Engenharias-Engenharias III

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM CONTROLADOR PARA SECAGEM DE GRÃOS DE FEIJÃO

Gedeane Gomes da Silva Kenshima/Maurício Meira Martins/Nádia Nicoli/Francisco Manoel Filho 17

Exatas e da Terra-Matemática

SISTEMA P-FUZZY APLICADO ÀS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS

Graziela Marchi Tiago/Paulo Roberto Barbosa 23

Sociais Aplicadas - Administração, Ciências Contábeis e Turismo

JOGOS DE EMPRESAS: EXPLORANDO AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MÉTODO NO ENSINO DA ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

Cleber Roberto Souza..... 29

Sociais Aplicadas - Administração, Ciências Contábeis e Turismo

GOVERNANÇA CORPORATIVA APLICADA ÀS ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS, CONTROLE SOCIAL E POLÍTICAS PÚBLICAS – A UNIÃO DOS TRÊS FATORES

Luana Mendes Martini Almeida/Luzia de Oliveira Jesus/Marcelo Augusto Moraes Leonardeli Sérgio Hissashi Umeda..... 34

Humanas - Educação - Ensino Aprendizagem

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DA APRENDIZAGEM DOCENTE NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

Ester Almeida Helmer 46

Exatas e da Terra - Ciência da Computação

PROGRAMAÇÃO ORIENTADA ÀSPECTOS:

UMA PERSPECTIVA ATUAL SOBRE AS VANTAGENS E DESVANTAGENS NO USO DE UM PARADIGMA DIFERENCIADO

Thiago Elias Rezende Silva/Larissa Lopes/Prof. Dr. Marcelo Pereira Bergamaschi..... 51

Exatas e da Terra - Matemática

SISTEMAS DE EQUAÇÕES E INTERPRETAÇÕES

Leonardo Silvestre Neman 56

Exatas e da Terra - Ciência da Computação

ANÁLISE DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE UTILIZANDO REDES DE PETRI

Lucas Vinícius Rodrigues Grabert/Rodrigo Palucci Pantoni..... 60

Exatas e da Terra - Matemática

VISUALIZAÇÃO DE TEOREMAS EM ANÁLISE COMPLEXA:

EXEMPLOS NO CONTEXTO DA TRANSIÇÃO COMPLEXA DO CÁLCULO - TCC

Francisco Regis Vieira Alves..... 65

Revisores/Pareceristas *ad hoc*

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

...

...

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

...

EDITORIAL

Francisco Manoel Filho¹

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

Desde 2012, o periódico vem passando por modificações, um exemplo, é a indicação das principais datas do processo de arbitragem - compreendendo as datas de recebimento e aprovação dos artigos - visando o menor intervalo de tempo entre elas e, com o apoio dos nossos pareceristas, conseguimos manter a média exigida pelos critérios de indexação. Outro passo foi a periodicidade que atualmente é trimestral e pode ser alterada no próximo ano para bimestral, dependendo do volume de artigos e rapidez do trâmite editorial.

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

que recebem o Periódico para possível catalogação nas bibliotecas.

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

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

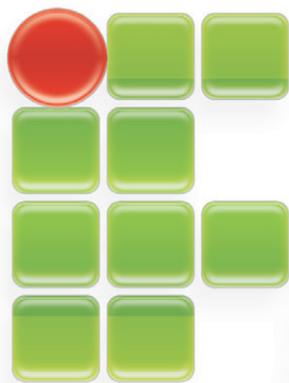
- Administração, Ciências Contábeis e Turismo;
- Astronomia/Física;
- Ciência de Alimentos (**Ciência e Tecnologia de Alimentos**);
- Ciência da Computação;
- Educação;
- Enfermagem (**Enfermagem Médico-Cirúrgica, Enfermagem Obstétrica, Enfermagem Pediátrica, Enfermagem Psiquiátrica, Enfermagem de Doenças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

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

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

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

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



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

MODELAGEM MATEMÁTICA DE SISTEMAS HIDRÁULICOS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

MODELING MATH HYDRAULIC SYSTEMS AS TEACHING-LEARNING STRATEGY

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

Petrônio Cabral Ferreira ¹
Andréia Carniello ²

Este trabalho apresenta a modelagem matemática (MM) como estratégia de ensino e aprendizagem de Hidráulica Industrial. Em uma experiência com alunos do curso de Tecnologia em Automação Industrial verificamos que a MM é útil por vincular diversos conceitos na resolução de problemas que tem aplicação prática, despertando interesse dos alunos e gerando uma compreensão profunda sobre o assunto. Foram construídos modelos de circuitos hidráulicos simples, regenerativos e multiplicadores de pressão. Ao final foi possível comparar as diferenças apresentadas entre os valores de força e velocidade de atuação bem como a igualdade dos valores de potência.

Palavras-Chaves: Modelagem Matemática. Hidráulica Industrial. Circuito Regenerativo. Multiplicador de pressão.

This paper presents mathematical modeling (MM) as an Industrial Hydraulics teaching and learning strategy. In an experiment with students of Industrial Automation Technology course we found out that the MM is useful for linking different concepts in solving problems that have practical application, arousing students' interest and generating a deep understanding of the subject. Simple, regenerative and pressure multiplier hydraulic circuits models were built. At the end it was possible to compare the differences detected between the values of strength and speed of action as well as the equality of power values.

Keywords: Mathematical Modeling. Industrial Hydraulics. Booster.

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de abordar o tema “Dimensionamento de Sistemas Hidráulicos” buscou-se uma forma inovadora de abordar o assunto que relaciona uma grande quantidade de variáveis que devem ser manipuladas de acordo com modelos e equações específicas para produzirem resultados aplicáveis em situações práticas dentro do contexto da Hidráulica Industrial.

Utilizando a metodologia de ensino tradicional o professor verificou em turmas anteriores, os seguintes problemas:

- desinteresse em assistir longas aulas expositivas de resolução de exercícios;
- dificuldade em lidar com unidades de medida de diferentes sistemas e ter que realizar várias conversões para resolver um exercício. Isto porque em Hidráulica Industrial são comuns unidades de medida

fora do Sistema Internacional de Unidades (SI) e em alguns casos incompatíveis entre si (MOREIRA, 2012);

- incapacidade dos alunos em ter uma noção geral de cada exercício, uma vez que as partes acabavam sendo mais importantes que o todo, e causavam a impressão que os cálculos são mais importantes que o entendimento do equipamento;
- impossibilidade de realizar comparações entre diferentes sistemas hidráulicos.

Diante destes problemas, propomos o ensino do tema utilizando modelagem matemática (MM). Este trabalho apresenta o resultado de uma sequência didática realizada com uma turma de alunos do curso de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de São Paulo, na disciplina Hidráulica e Pneumática.

¹ IFSP Campus Guarulhos – E-mail: <pcabral@ifsp.edu.br >.

² IFSP Campus Guarulhos – E-mail: <ancarnie@ifsp.edu.br >.

1.1 Modelagem matemática

Por modelagem matemática (MM) entende-se a arte de representar matematicamente um problema de realidade distinta a esta área, possibilitando compreender seu funcionamento dentro de uma perspectiva limitada, mas que permite análises teóricas dos fenômenos modelados prevendo comportamento, evolução e transformações (BASSANEZI, 2002).

É parte importante da MM comparar os resultados de um modelo com situações práticas, identificando imprecisões que levam a melhorias, de forma que estes se tornem mais refinados e condizentes com os fenômenos que pretendem explicar (BIEMBENGUT; HEIN, 2007).

O uso de MM em sala de aula é recomendado para todos os níveis de ensino nas diferentes áreas do saber (BASSANEZI, 2002).

A escolha do fenômeno para modelar deve ser cuidadosa, devendo-se dar preferência a assuntos em que os alunos apresentem desenvoltura e programas computacionais familiares (LEITE, 2008). Também é aconselhado trabalhar com modelos determinísticos e de sistemas lineares¹.

Como vantagem do uso de MM em sala de aula (LEITE, 2008) tem-se: Motivação para trabalhar com pesquisa, coleta e análise de dados; MM como processo e não fim; Trabalho em equipe e professor como mediador; Substituição do uso de fórmulas prontas por construção de modelos.

1.2 Objetivo

Na tentativa de promover um aprendizado mais efetivo e inovador desenvolvemos uma sequência didática para o tema utilizando como estratégia de ensino a MM.

Os alunos foram divididos em 5 grupos de 4 alunos para a realização da tarefa, que ocorreu durante 4 aulas com duração de 3 horas cada. As etapas para realização da tarefa foram:

- Apresentação do assunto e introdução aos conceitos necessários para a modelagem;
- Escolha dos circuitos a serem modelados;
- Definição dos dados de entrada e objetivos da modelagem;
- Estudo das equações necessárias para modelagem;
- Modelagem dos circuitos utilizando *software* editor de planilhas;
- Apresentação e discussão dos resultados para a turma.

1- Existem modelos matemáticos determinísticos, probabilísticos e estocásticos de sistemas lineares e não lineares. Para mais informações sobre MM consultar Bassanezi (2002).

Os grupos puderam trabalhar de forma autônoma, porém recebiam supervisão do professor que dava sugestões para um melhor andamento do trabalho e estímulos para agirem de forma criativa, fazendo correções e tirando dúvidas quando fosse necessário.

Neste trabalho apresenta-se a modelagem elaborada por um dos grupos que participou da atividade, juntamente com a discussão e considerações sobre os resultados obtidos.

2 GRANDEZAS UTILIZADAS NO ESTUDO DE HIDRÁULICA INDUSTRIAL

O primeiro passo para criar a MM foi a especificação de todos os parâmetros físicos envolvidos juntamente com sua unidade de medida usual e também a unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (S.I.).

Tabela 1 – Grandezas físicas utilizadas no estudo

Grandeza	Símbolo	Unidade (SI)	Outras unidades
Diâmetro	d	m	mm, cm, polegada
Área	A	m²	cm², mm²
Força	F	N	kgf
Pressão	P	Pa	bar
Vazão	Q	m³/s	cm³/s, lpm
Velocidade	v	m/s	cm/s
Potência	Pot	W	hp, cv

O próximo passo foi escrever as equações que modelam os sistemas hidráulicos utilizando as grandezas da Tabela 1 com seu respectivo símbolo.

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (1)$$

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

$$Q = v \times A \quad (3)$$

$$Pot = P \times Q \quad (4)$$

$$Pot = F \times v \quad (5)$$

Outro ponto estudado foi a conversão de unidades, para isso reunimos as informações na Tabela 2.

Tabela 2 – Conversões de unidades

Grandeza	Conversões
Diâmetro	1 m = 100 cm = 1000 mm e 1 pol = 2,54 cm
Área	1 m ² = 10.000 cm ² = 1.000.000 mm ²
Força	1 kgf = 9,8 N
Pressão	1 bar = 100 kPa e 1 bar = 1,02 kgf/cm ² e 1 kgf/cm ² = 0,98 bar
Vazão	1 m ³ /s = 1.000.000 cm ³ /s = 1.000 litros/s = 60.000 litros/min
Velocidade	1 m/s = 100 cm/s = 6.000 cm/min
Potência	1 hp = 745,7 W e 1 cv = 735,5 W

Fonte: Moreira (2012)

3 OS CIRCUITOS UTILIZADOS PARA MODELAGEM

Após o estudo dos parâmetros físicos e equações envolvidos foi o momento de escolher os circuitos para modelar.

As 3 situações escolhidas envolvem atuadores hidráulicos e são os primeiros exemplos a serem utilizados em sala de aula: 1) Circuito hidráulico simples; 2) Circuito hidráulico regenerativo; e 3) Multiplicador de pressão, que estão representados na Figura 1.

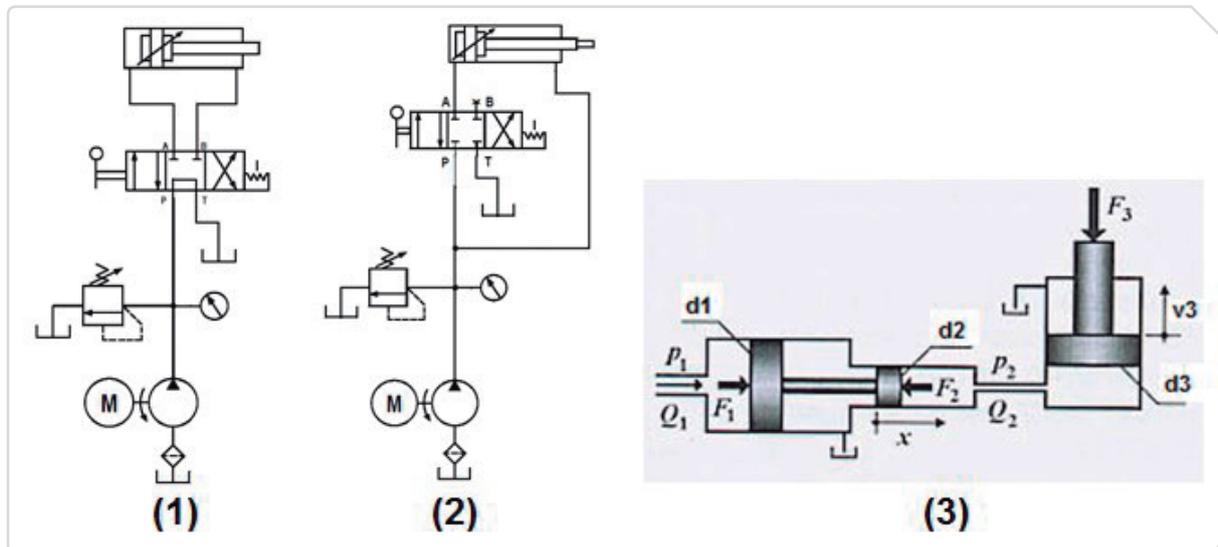


Figura 1- Circuitos utilizados para modelagem

É importante observar que no circuito 1 temos a montagem padrão de um sistema hidráulico onde um cilindro de dupla ação é acionado por uma válvula de 4 vias e 3 posições com centro *tandem*, onde o acionamento é feito por alavanca com trava nas 3 posições. Os demais componentes presentes na montagem são: tanque, filtro, bomba hidráulica, motor elétrico, válvula limitadora de pressão e manômetro.

No circuito 2 optou-se pela montagem de um circuito regenerativo, que é obtido a partir dos mesmos componentes conectados de forma diferente. Note que a única diferença está na válvula que possui centro fechado, ao invés de centro *tandem*.

No circuito regenerativo a conexão B da válvula não é utilizada, de forma que o lado direito do cilindro fica conectado diretamente ao suprimento de óleo pressurizado.

O circuito 3 utiliza um multiplicador de pressão, também conhecido como *Booster*, montado em série com um cilindro comum. A atenção neste circuito deve ser para as características dimensionais dos elementos, que serão responsáveis pela multiplicação da pressão de entrada P1.

3.1 Dados de entrada

Com o objetivo de fazer comparações optou-se por utilizar cilindros idênticos nos 3 casos.

Os valores de pressão e vazão de entrada também serão os mesmos. Note que apenas o multiplicador de pressão terá dimensões diferentes, visto que ele está conectado a um cilindro igual ao dos circuitos 1 e 2 com o objetivo de amplificar a pressão P1.

Os parâmetros de entrada definidos para as 3 situações são apresentados na Tabela 3. Optou-se por unidades usuais em hidráulica: vazão em litros por minuto (lpm), pressão em bar e diâmetro em centímetros.

Tabela 3 – Parâmetros de entrada

Vazão	3	lpm
Pressão	60	bar
d haste	3,54	cm
d êmbolo	5	cm

Q1	3	lpm
P1	60	bar
d 1	12	cm
d 2	3	cm
d 3	5	cm

3.2 Construção dos modelos matemáticos

Para modelar os circuitos escolheu-se trabalhar com o editor de planilhas *Microsoft Office Excel* por se tratar de uma ferramenta que já é dominada pelos alunos.

Na Figura 2 é apresentada a planilha gerada pelos alunos para modelagem dos circuitos 1 e 2, a qual contém os cinco passos para a obtenção dos resultados esperados.

Inicia-se com os dados de entrada que são posteriormente convertidos em unidades equivalentes – múltiplos de cm e N – faz-se também uma conversão da vazão e pressão para o SI que serve para o cálculo da potência (equação 4) dado em Watts.

Outros cálculos necessários são as áreas do êmbolo e da haste do cilindro (equação 1). Esses valores serão utilizados para o cálculo das

forças de avanço e retorno (equação 2) e velocidades (equação 3).

No circuito 2 o cálculo da força de avanço do cilindro é afetado pela condição do lado direito estar sempre pressurizado, sendo este o diferencial do circuito regenerativo (FIALHO, 2011).

3.3 Modelagem do multiplicador de pressão

Para modelar o multiplicador de pressão inicia-se pelos dados de entrada: vazão, pressão e diâmetros 1, 2 e 3 que são posteriormente convertidos para unidades apropriadas.

Para a construção da planilha (Figura 3) é necessário realizar os cálculos de área (equação 1), força (equação 2) e velocidade (equação 3). Outro ponto importante se dá a partir de um completo entendimento do multiplicador de pressão, onde

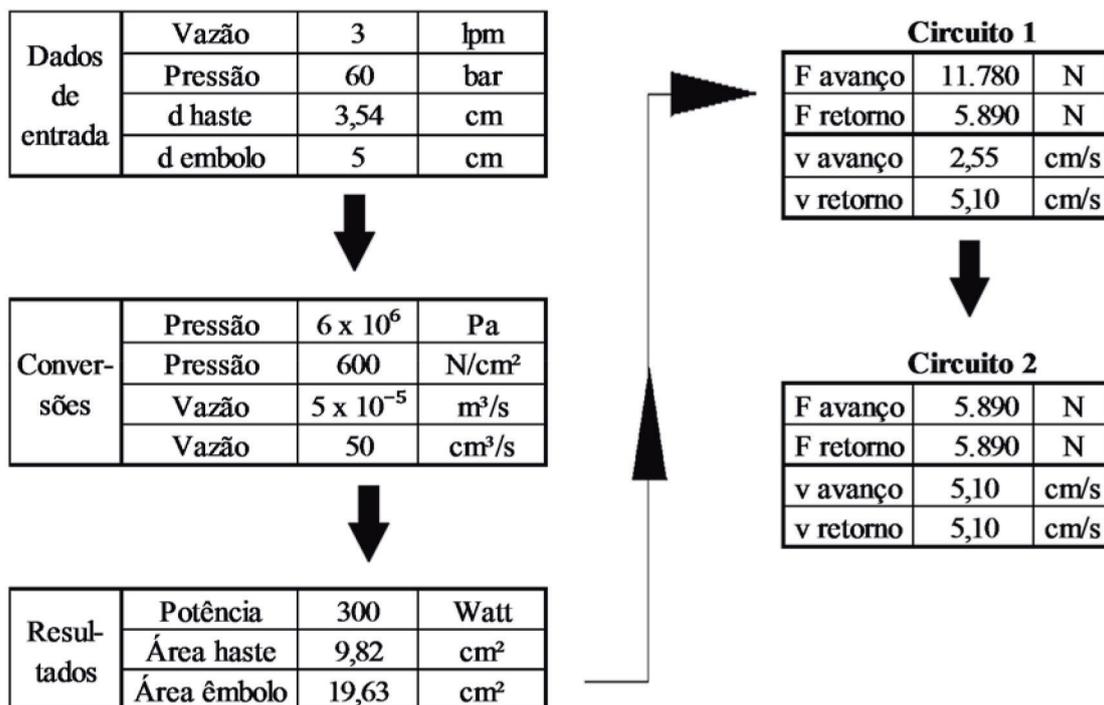


Figura 2 – Modelagem dos circuitos 1 e 2, gerada pelos alunos

deve ser observado que o atuador formado por d1 e d2 é um corpo rígido em equilíbrio dinâmico possuindo, portanto, forças e velocidade iguais. A seguir deve-se verificar que as sessões 2 e 3 compartilham o mesmo fluido, portanto, terão vazão e pressão iguais (MOREIRA, 2012). Com base nessas informações foi possível que os alunos completassem a planilha, que é apresentada na Figura 3.

força de avanço e retorno. No entanto, no momento de modelar a força de avanço do circuito 2 o aluno precisou atentar para o fato de haver pressão no lado direito do cilindro mesmo no momento de avanço, e o movimento é decorrente da diferença de forças, causada pela diferença de áreas, de forma que a força de avanço é modelada por:

$$F_{av} = (P \times A_{\text{embolo}}) - (P \times A_{\text{haste}}) \quad (6)$$

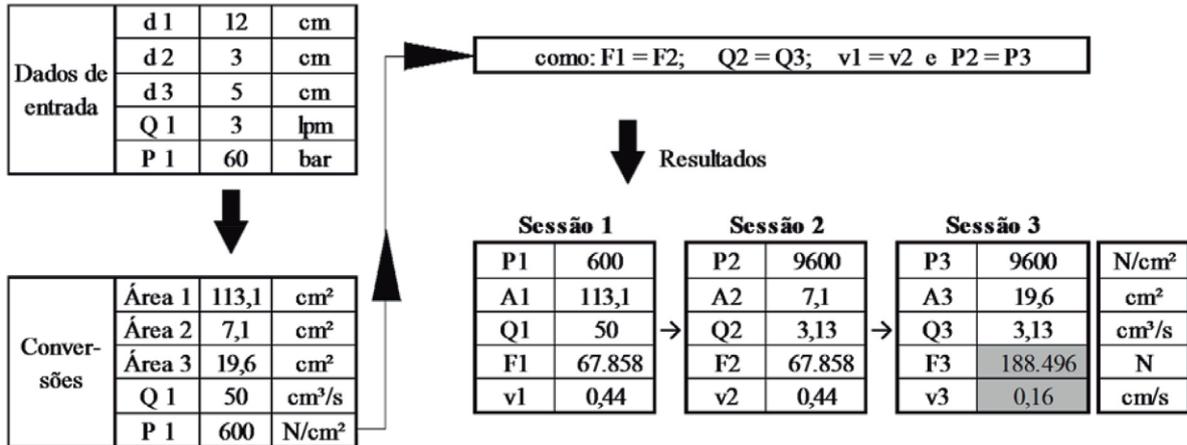


Figura 3 - Modelagem do multiplicador de pressão, gerada pelos alunos

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os circuitos 1 e 2 os primeiros dados coletados são os valores de força para avanço e retorno do cilindro que são apresentados no gráfico da figura 4.

Para o circuito regenerativo, também verifica-se que a velocidade de avanço e retorno são iguais, sendo este o principal diferencial do circuito regenerativo: conseguir dobrar a vazão do lado esquerdo no momento de avanço do cilindro utilizando o óleo proveniente do lado direito.

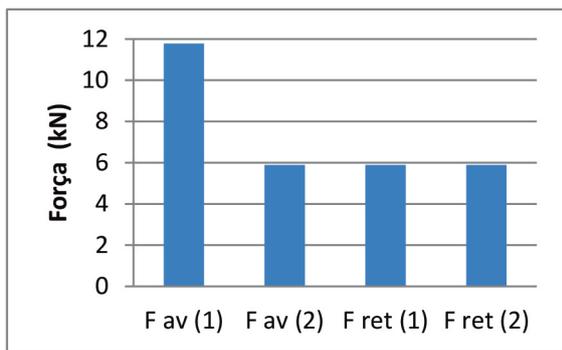


Figura 4 – Valores de força para os circuitos 1 e 2

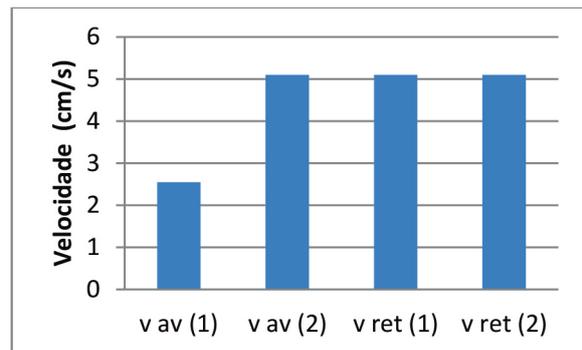


Figura 5 - Valores de velocidade para os circuitos 1 e 2

Já a Figura 5 apresenta os valores de velocidade de avanço e retorno para os circuitos 1 e 2.

A velocidade de avanço é calculada levando-se em consideração o aumento de vazão, e é dada por:

Uma análise das Figuras 4 e 5 permite-nos tirar conclusões a respeito do circuito regenerativo, uma vez que é difícil perceber alguma vantagem na sua utilização.

$$v_{\text{avanço}} = \frac{2 \times Q}{A_{\text{embolo}}} \quad (7)$$

Nos circuitos 1 e 2 são utilizados cilindros com as mesmas dimensões e valores iguais de pressão e vazão de forma que é esperado que tenham a mesma

Com esta modelagem é possível que os alunos percebam mais claramente a vantagem do circuito regenerativo, que é de aumentar a velocidade de avanço do cilindro, uma vez que a principal limitação de circuitos hidráulicos são as baixas velocidades de operação (NEGRI, 1996).

4.1 Multiplicador de pressão

Para o multiplicador de pressão (circuito 3, Figura 1) verifica-se que a pressão de entrada (P1) foi multiplicada por 16, resultando em P2 = 9.600 N/cm², este valor pode ser demonstrado pelas características geométricas do equipamento, lembrando que F₂ = F₁:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{F_2/A_2}{F_1/A_1} = \frac{1/A_2}{1/A_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{\pi \times (d_1)^2/4}{\pi \times (d_2)^2/4} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad (8)$$

Para comprovar a equação 8 podemos utilizar os valores da Figura 3 que foram utilizados na modelagem do circuito 3:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \rightarrow \frac{9600}{600} = \frac{12^2}{3^2} = 16 \quad (9)$$

A amplificação da pressão conseguida no circuito 3 é dada em função da relação dos diâmetros 1 e 2 dada pela equação 8. A Figura 6 apresenta a influência da variação do diâmetro 2 sobre a força de saída 3 para este circuito. A diminuição da força pode ser explicada pela redução da relação entre os diâmetros (equação 9).

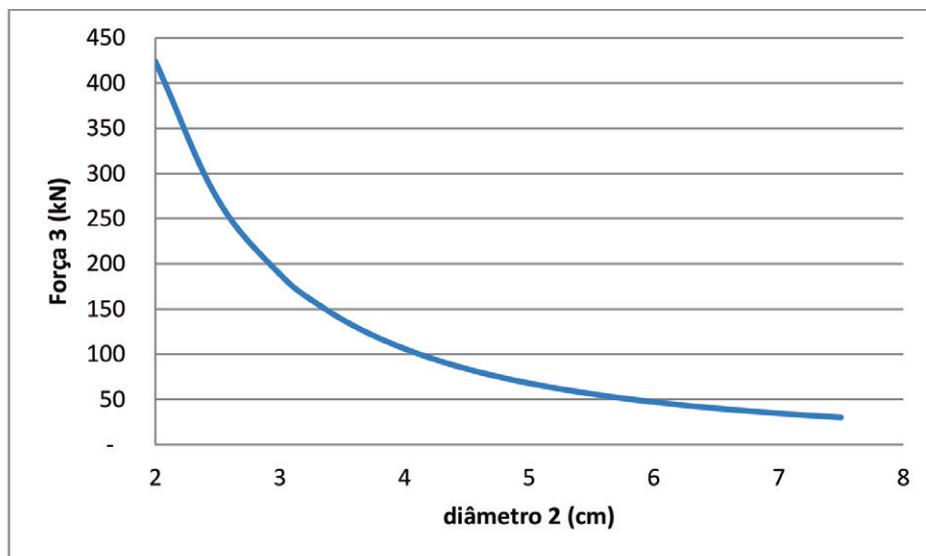


Figura 6 - Força de saída (F3) em função do diâmetro 2, para o circuito 3

4.2 Comparação entre os 3 circuitos

Utilizando-se os mesmos valores de pressão e vazão, e cilindros iguais verifica-se inicialmente uma diferença nos valores de força de avanço, que pode ser verificado na figura 7, quando simula-se a variação da pressão de entrada (P1).

Outra comparação é apresentada na Figura 8, onde variando-se apenas os valores de vazão entre 0,5 e 6 litros por minuto obtém-se uma variação na velocidade de avanço nos 3 circuitos. Uma observação importante ocorre com o circuito 3, que possui velocidade de avanço muito menor que os demais.

Conclui-se que o multiplicador de pressão funciona como um redutor hidráulico, que reduzindo a velocidade de atuação de um cilindro aumenta proporcionalmente sua força.

4.3 Valores de potência

O cálculo de potência é dado pelo produto entre a vazão e pressão de entrada (equação 4) e ao efetuar este cálculo para os valores de entrada (Tabela 3) obtivemos 300 W, conforme apresentado na figura 2, que apresenta os dados dos circuitos 1 e 2.

No entanto, outra forma de obter esse valor seria pela equação 5, que multiplica a força de avanço do cilindro por sua velocidade. Estes cálculos são apresentados na Tabela 4.

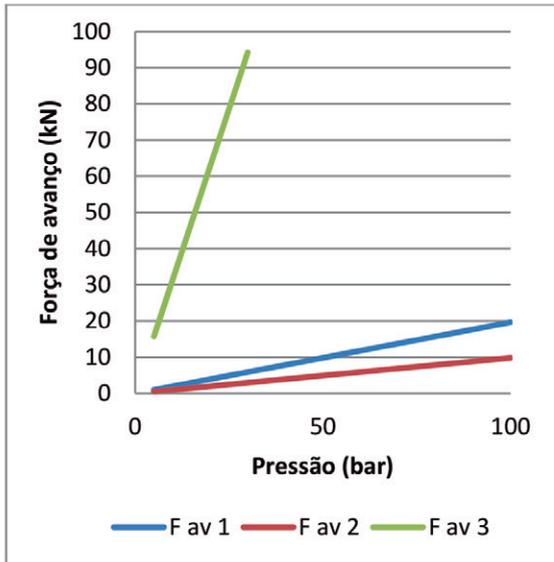


Figura 7 – Valores da força de avanço para os 3 circuitos

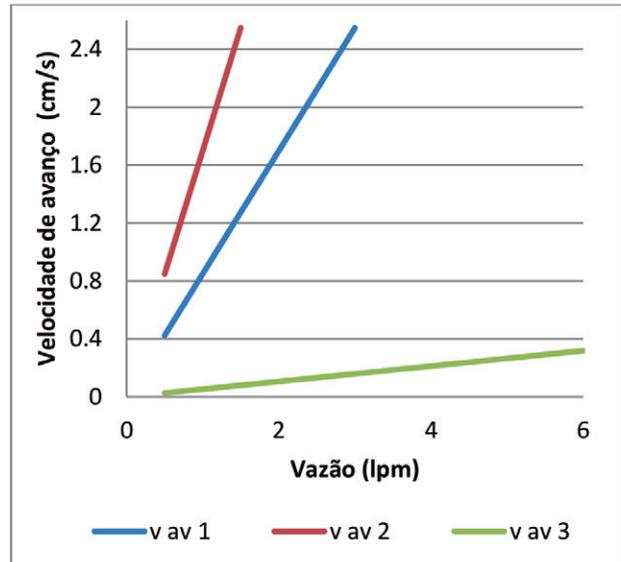


Figura 8 – Velocidades de avanço em função da vazão de entrada no circuito

Tabela 4 – Cálculo dos valores de potência

	A v a n ç o			R e t o r n o	
	Circuito 1	Circuito 2	Circuito 3	Circuito 1	Circuito 2
F (N)	11.780	5.890	188.496	5.890	5.890
v (cm/s)	2,55	5,10	0,16	5,10	5,10
Potência (W)	300	300	300	300	300

Para a obtenção do valor de potência no SI, como a velocidade estava em cm/s, foi necessário multiplicá-la por 0,01, passando-a para m/s.

Caso algum valor resultasse diferente de 300, seria um indicador de erro na MM, pois a potência de entrada é mantida constante em todo circuito que foi modelado como ideal (rendimento 100 %). Este também foi um momento para discutir conservação de energia com os alunos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da sequência didática com o uso de MM apresenta-se como alternativa viável e eficiente para o ensino de hidráulica industrial. Uma vez que esta resultou em uma melhora significativa no ritmo da aula, já que ao receber a tarefa os alunos puseram-se a trabalhar sem esperar pelo pedido do professor, e todos os grupos deram resultados além do que foi pedido: gráficos comparativos, análises de circuitos diferentes, inclusão de variáveis, criação de novas figuras, simulações etc.

Importantes questões puderam ser compreendidas: conversão de unidades, aplicação de conceitos de mecânica dos fluidos, introdução

a MM, análise de dados, conservação de energia etc. Também foram estimuladas importantes características dos alunos: trabalho em equipe, capacidade de inovar, motivação e entusiasmo na apresentação de resultados.

REFERÊNCIAS

- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002. 389 p.
- BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. Modelling in Engineering: advantages and difficulties. In: **International conference on the teaching of mathematical modelling and applications**, 12., 2007, Londres, p. 415 - 423.
- FIALHO, Arivelto Bustamente. Automação Hidráulica - Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos. 6. ed. São Paulo: Erica, 2011. 284 p.
- LEITE, K. G. . Modelagem matemática “para” sala de aula: uma experiência com professores do Ensino Médio. In: III Fórum de Educação e Diversidade, 2008, Tangará da Serra-MT. **Anais**, 2008.

MOREIRA, Ilo da Silva. **Sistemas Hidráulicos Industriais**. 2. ed. São Paulo: Senai, 2012.

NEGRI, Victor Juliano de. **Estruturação da modelagem de sistemas automáticos e sua aplicação a um banco**

de testes para sistemas hidráulicos. 1996. 180 p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM CONTROLADOR PARA SECAGEM DE GRÃOS DE FEIJÃO

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DRIVER FOR DRY BEAN GRAINS

Data de entrega dos originais à redação em: 14/11/2014
e recebido para diagramação em: 07/01/2015.

Gedeane Gomes da Silva Kenshima ¹
Maurício Meira Martins ²
Nádia Nicoli ³
Francisco Manoel Filho ⁴

Este trabalho tem como objetivo apresentar o projeto e construção de um controlador para um sistema de secagem de grãos. O feijão foi escolhido por ser um dos principais grãos consumidos pelos brasileiros e com menor probabilidade de dano durante o processo de secagem. A modelagem matemática do sistema foi baseada em uma equação da física clássica. Para obter melhor desempenho do sistema foi projetado um controlador, que acelerou o processo, diminuindo a constante de tempo e mantendo a integridade das amostras. Na implementação, foi utilizada a plataforma Arduino, que funcionou com um controlador digital, reduzindo o teor de umidade do grão, ajustando a entrada do sistema (massa) através do sinal de saída (potência do secador). O controlador reduziu o tempo de secagem, conforme previsto em cálculos teóricos.

Palavras-chave: Controlador Automático. Secagem de grãos.

This work has how to present the design and construction of a controller for a grain drying system. Beans were chosen in this work as one of the major grains consumed by Brazilians, with less chance of damage during the drying process. The mathematical modeling of the system was based on a classical physics equation. For best performance of the system was designed a controller, which accelerated the process, reducing the time constant and maintaining the integrity of the samples. In practice, Arduino platform, which work with a digital controller, which reduces the grain moisture content, setting the system input via the output signal is used. The controller reduced the drying time, as provided in theoretical calculations.

Keywords: Grain. Controller. Drying.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores e consumidores de feijão, segundo dados do ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária que, em 2013, indica a produção mensal de 184,2 milhões de toneladas (IBGE, 2013).

A produção agrícola do feijão envolve diversas etapas até a embalagem e distribuição do produto (Figura 1). Dentre essas etapas, destaca-se a secagem, que é crítica para integridade e durabilidade do produto.

No caso do feijão, os grãos colhidos têm teor de umidade por volta de 30% a 44%. Após a colheita manual os grãos são deixados expostos ao sol até chegarem ao teor de umidade de, aproximadamente, 18%, assim sendo transportados com qualidade para o secador (SILVA; FONSECA; COBUCCI, 2005).

A finalidade de um secador de grãos é retirar a umidade excedente, aumentando a durabilidade, evitando perdas. O ideal é que o teor de umidade seja 13% (FONSECA; SILVA, 2005), porém 15% é o limite para o consumo, segundo Instrução Normativa N°12 do Ministério da Agricultura, Pecuária e



Figura 1 – Processo agrícola de produção do feijão

1 Engenharia de Controle e Automação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

2 Engenharia de Controle e Automação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

3 Engenharia de Controle e Automação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – E-mail: <nadianicoli@gmail.com >.

4 Doutor em Maquinas Agrícolas - Feagri/Unicamp. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Paulo.

Abastecimento (MAPA), instituída em 28 de março de 2008.

As etapas do projeto consistiram em projetar e construir um controlador automático de umidade para um secador de grãos, utilizando a medição da massa da amostra como medida indireta da variável de processo e atuando no processo através da variação de potência elétrica (variável de controle).

2 DESENVOLVIMENTO

O diagrama de funcionamento pode ser visto na Figura 2:

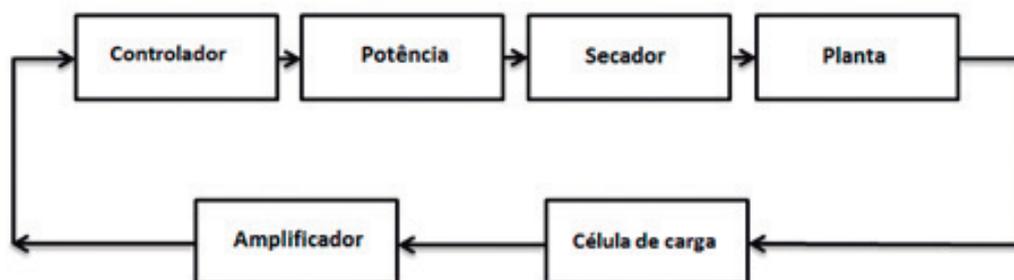


Figura 2 – Diagrama de funcionamento do sistema

Através da Figura 2, observam-se os elementos de funcionamento do sistema:

- Controlador: responsável pela captação de dados de saída e ativação do circuito de potência;
- Potência: responsável por ativar o secador;
- Secador: responsável por fornecer o fluxo de ar quente para secagem;
- Planta: protótipo onde as amostras para secagem foram submetidas;
- Célula de carga: realiza a captação da variação de massa da planta;
- Amplificador: circuito responsável por amplificar a tensão advinda da célula de carga para valores compatíveis de leitura pelo controlador.

2.1 Materiais utilizados

Para confecção do protótipo foram utilizados: Arduino Uno; resistência elétrica de 300 wats; 3 Circuitos Integrados Amp-Op 741; Resistores 470kΩ, 10kΩ, 220Ω, 2,7kΩ, 33kΩ; 3 trimpots 10kΩ; jumpers de conexão; protoboard; 2 fontes de tensão AC/DC 9V; fonte de tensão 5V; 2 Balanças digitais de uso doméstico; Circuito integrado MOC3020; Circuito integrado H11AA1; 1 TRIAC BTA12; 1 Capacitor poliéster 100nF; 2 segmentos de canos de PVC, com 50mm de diâmetro; 2 válvulas de esfera em PVC; 2 peneiras em aço inox, com 10cm de diâmetro; 1 caixa de acrílico, com dimensões 190 mm x 190 mm x 250 mm.

2.2 Modelagem matemática

Foi realizada a modelagem matemática da planta do processo, em especial dos grãos de feijão, material biológico constituinte da mesma, como se segue.

A umidade é definida pela quantidade de água que um grão possui em seu interior. Em termos de massa pode ser representada pela equação 1:

$$U = \frac{ma}{mt} \quad (1)$$

Sendo U a umidade do grão, ma a massa de água do grão e mt a massa total do grão.

Conforme Monte (2006), os teores de água do grão, em um instante t , $U(t)$, são determinados com base na equação de conservação de massa (2), na qual mi é a massa do grão no instante inicial (g), mf é a massa do produto no instante final (g), Ui é o teor de água do grão no instante inicial e Uf é o teor de água do produto no instante final.

$$mi(1 - Ui) = mf(1 - Uf) \quad (2)$$

Para controle do processo de evaporação de massa de água no grão, é necessário um modelo matemático que determina a quantidade de água vaporizada com a potência fornecida. O modelo adotado desconsidera as características biológicas do grão, as possíveis perdas de energia durante o processo e a variação de temperatura.

O modelo matemático se baseia na equação (3), onde a variável P é a potência fornecida ao sistema (W), L_v é o calor latente de vaporização da água (J/g) e dm/dt é a variação da massa pelo tempo (g), (HALLIDAY, 2011).

$$P = \frac{dm}{dt} \cdot L_v \quad (3)$$

O sistema funciona de forma simples, os grãos tem sua massa reduzida pelo ar aquecido que

evapora parte da água contida neles. A massa final dos grãos será igual à massa inicial deles menos a massa de água que foi evaporada durante o processo de secagem. Que pode ser traduzido por:

$$M_i - M_f = Mv(s) \quad (4)$$

Onde, M_f é a massa final dos grãos, M_i é a massa inicial dos grãos e $Mv(s)$ é a massa de água vaporizada dos grãos.

Para encontrar a função transferência do sistema (5) foi aplicada a transformada de Laplace, na equação de potência (3). De acordo com Silva *et al.* (2006) o calor latente de vaporização da água no grão de feijão é de aproximadamente 2714,11 J/g, substituindo esse valor na função (5), é obtida a função transferência do sistema em malha fechada (6), sendo que $C(s)$ é o sinal de saída e $R(s)$ o sinal de entrada.

$$\frac{Mv(s)}{P(s)} = \frac{1}{Lv.s} \quad (5)$$

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{1}{2714,11.s+1} \quad (6)$$

Através da função de transferência em malha fechada (6) notou-se que o sistema é estável, pois o polo se encontra no semi-plano esquerdo do lugar das raízes. O erro em regime permanente foi calculado e é igual a zero.

2.3 Projeto do controlador

O sistema é lento por possuir a constante de tempo relativamente alta. Para reduzir a constante de tempo, um controlador do tipo proporcional (P) é suficiente. Adicionando o controlador, encontra-se uma nova função transferência:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{k}{2714,11.s+k} \quad (7)$$

A constante de tempo do sistema em malha fechada sem o controlador é de 2714,11 segundos. Para reduzi-la em 20%, ou seja, 2171,288 segundos, encontra-se a constante do controlador k que é 1,25. Assim a função de transferência fica:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{1,25}{2714,11.s+1,25} \quad (8)$$

Para implementação do controlador no sistema, é preciso aplicar a transformada z na função

de transferência no domínio da frequência (em s), após isso é necessário transformar essa função z em uma equação de diferenças. A equação de diferenças torna possível a implementação do controlador em um dispositivo digital.

Aplica a transformada z com a aproximação *Backward*, que transforma uma função de transferência do domínio s para o domínio z utilizando o período das amostras. Considerando o período entre amostras igual a 1 segundo e utilizando a aproximação *Backward*, temos a função transferência (9). Transformando a função de transferência em z para uma equação de diferenças em k , temos a equação (10):

$$\frac{C(z)}{R(z)} = \frac{1,25.z}{2715,36.z-2714,11} \quad (9)$$

$$r(k) = 2172,288.c(k) - 2171,288.c(k-1) \quad (10)$$

2.4 Construção do protótipo

O protótipo construído neste trabalho foi baseado em um modelo tubular simplificado. Foi construído com tubos de PVC e placas de acrílico, que suportam temperaturas acima da temperatura ambiente. O atuador utilizado foi uma resistência elétrica, obtida de um secador de cabelos.

O secador fornece o fluxo de ar quente direcionado através da tubulação até o recipiente de acrílico, onde são acomodados os grãos submetidos à secagem. Para acomodar os grãos foi construído um suporte com peneiras de telas de aço inox. O fluxo de ar sai por outro extremo do protótipo, conforme pode ser visto na Figura 3.



Figura 3 – Protótipo do secador

O sinal de atuação (variável manipulada) deste projeto é a potência na resistência, onde também é possível aumentar e diminuir a velocidade da vazão de ar. Para atuação foi desenvolvido um circuito de

potência composto por dois optoacopladores, sendo um responsável por detectar a passagem da onda senoidal da rede (127V AC) e outro que dispara o TRIAC, dispositivo de potência.

Para o cálculo da relação de potência média conforme ângulo de disparo e média máxima, chegou-se ao seguinte resultado que é similar ao encontrado em Almeida (2013):

$$\frac{P_{m\acute{e}dia}(\theta d)}{P_{m\acute{e}dia\ m\acute{a}x}} = \frac{\pi - \theta d + \frac{\text{sen}(2\theta d)}{2}}{\pi} \quad (11)$$

Para obter a relação entre ângulo de disparo e fração de potências, foi criado um programa em Matlab, para aquisição do sinal e através destes obteve-se um polinômio (12) para aproximação dos valores de ângulo de disparo com os valores de fração de potência média máxima.

$$-6,6367x^3 + 9,9117x^2 - 5,9310x + 2,8909 \quad (12)$$

2.5 Controlador e aquisição de sinais

O sinal de entrada (variável de processo) do sistema é a massa dos grãos, onde, ocorrendo a diminuição desta, reconhece-se que o sistema realizou a redução do teor de umidade do grão. A secagem é concluída quando não há mais variação da massa.

O controlador de um sistema pode ser analógico (com circuito fixo, mais difícil de modificação) ou digital (através de computador PC ou sistema programável). Para uso de um controlador que fosse embarcado, portátil, implementação simplificada, baixo custo e baixo consumo de energia, optou-se pelo uso da plataforma Arduino.

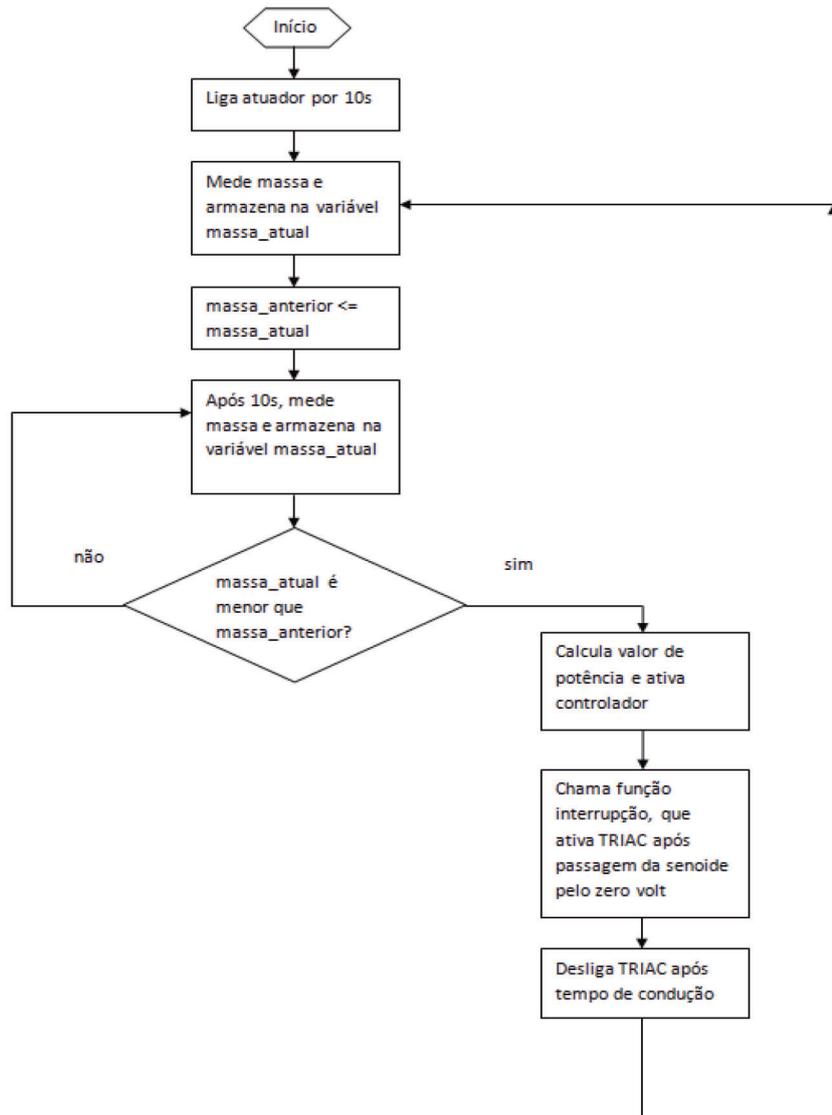
O Arduino utilizado neste trabalho é o Arduino Uno, que possui 14 entradas/saídas digitais, e seis entradas analógicas. Foram utilizadas somente uma entrada analógica, responsável por captação do sinal de saída; uma entrada digital para uso de interrupção e uma saída digital para ativação do circuito de potência.

Para o sinal de saída foi desenvolvido um circuito com três estágios de amplificação interligados, tendo como amplificador o circuito integrado 741. O primeiro estágio garante o ajuste do valor de saída em aproximadamente zero sem carga na célula de carga. Como a saída da célula possui valores pequenos necessitou do segundo e terceiro estágio idênticos.

Para a medição de massa é utilizada uma célula de carga, que foi retirada de uma balança digital, que pode medir até 10kg. A célula de carga desempenhou a função de captar a variação de massa do sistema, com isso enviando uma pequena tensão para um circuito de amplificação e depois para o controlador.

2.6 Algoritmo para programação

O fluxograma a seguir representa o programa instalado no Arduino:



Fluxograma 1 – Algoritmo do controlador

Inicialmente, o programa faz com que se aplique uma entrada degrau no sistema durante 10s, ou seja, o secador é ligado em sua potência máxima. Há duas variáveis, massa_atual e massa_anterior, que possuem uma diferença de 10s entre suas medições.

Estas são constantemente comparadas, e se a massa_atual for menor que massa_anterior, significa que houve redução de massa, ou seja, redução do teor de umidade do grão. Então é calculada a nova potência necessária para secagem e o ângulo de disparo do secador (Equações 10 e 12). A condição de parada do loop é não ocorrer redução de massa.

3 RESULTADOS

Os ensaios foram baseados em separar amostras com massa seca de 50g e com teor de umidade de 13%, umedece-las individualmente e colocá-las no protótipo, verificando a ocorrência de diminuição de massa das mesmas, ou seja, do teor de umidade. Como as amostras foram retiradas de grãos já prontos para o consumidor final, um novo teor de umidade inicial é conhecido, através de cálculos realizados com ajuda da equação (2).

O tempo utilizado para secagem de todas as amostras foram de 20 min, com intervalo na metade do tempo para medição parcial de massa. Este tempo não é o total para secagem completa, porém suficiente para verificação das amostras. A diminuição do teor de umidade ocorre de forma maior no período inicial, e no restante do tempo há uma estabilidade na secagem.

O primeiro ensaio consistiu em acionar o atuador sem nenhum tipo de controle, apenas temporizando por 20 minutos. Foi observada a diminuição da massa em 3g. Sua massa inicial era de 96g e a massa final foi de 93g. Também observou-se que, após o processo de secagem, foi comprometida a integridade da amostra, ou seja, a potência do secador no nível máximo acarretou em danos aos grãos.

No ensaio seguinte, foi implantado o controlador, e quatro amostras submetidas aos testes. Na Tabela 1 pode ser observado os valores obtidos para cada amostra.

Em função do fundo de escala, não foi utilizado um sensor que medisse os teores de umidade de forma instantânea, por isso os teores de umidade foram encontrados através da equação (2).

O teor de umidade das amostras 1, 2, 3 e 4 eram, respectivamente, de 34%, 32%, 32% e 31%. Após a secagem estes índices foram reduzidos para, respectivamente, 26%, 25%, 26% e 25%. No primeiro ensaio (sem o controlador) esse índice com o mesmo tempo de secagem a diferença foi de 3,8%. A média de redução de teor de umidade das amostras foi de 6,75%.

Através da Tabela 1, é observado que os valores de redução de umidade são diferentes, porém próximos. Isto ocorre pelas características do grão, por exemplo, capacidade de armazenar água. Por tratar-se de um sistema orgânico, não há garantia que uma amostra seja idêntica à outra, nem os resultados obtidos.

Admitindo-se que a secagem ocorra de forma linear, a partir dos dados apresentados foi possível verificar que o sistema com controlador teria um tempo limite de secagem de 57 minutos, enquanto que, sem o controlador esse tempo seria aproximadamente de 76 minutos. Ou seja, o controlador tornou o sistema mais rápido em 25%, 5% a mais do que o proposto. Desta forma, foi possível verificar que o controlador fez com que o sistema fosse mais rápido, como previsto em deduções teóricas.

4 CONCLUSÃO

Durante o projeto, pode-se verificar o efeito do controlador sobre o processo de secagem de grãos. O controlador projetado deixou o sistema mais rápido assim como era previsto em cálculos teóricos.

Também se verificou que o controle de potência fornecida ao sistema fez com que as perdas das amostras fossem reduzidas, ou seja, somente a secagem com potência máxima danifica os grãos.

Uma das dificuldades referentes à modelagem do sistema foi determinar a função de transferência do mesmo, devido a falta de material bibliográfico que tratasse do assunto. Algumas características não foram consideradas no modelo, por questões de simplificação.

Outra dificuldade foi determinar teor de umidade instantaneamente, pois os sistemas de medição existentes no mercado possuem custo elevado. O custo menor de uma célula de carga para medição de massa e uso da equação (2) foram decisivos para escolha do método deste trabalho.

Tabela 1 – Valores obtidos para as quatro amostras no ensaio

Amostra	Massa Inicial (g)	Massa após 10 min (g)	Massa após 20 min (g)	Redução de Teor de umidade (%)
1	65	60	58	8
2	63	59	57	7
3	63	60	59	6
4	62	59	57	6

Como a variação de massa não foi armazenada para geração de gráficos, não pode ser realizada a validação do sistema, mas verificado o uso do controlador proporcional, que reduziu o teor de umidade e acelerou a velocidade de secagem.

Para trabalhos futuros, propõe-se a validação do sistema, o uso de outros tipos de controladores, bem como aprimoramento do protótipo, para secar maior volume de grãos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, José L.A. **Dispositivos semicondutores:** tiristores: controle de potência em CC e CA. 13 ed. São Paulo: Érica, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 28 de março de 2008. Regulamento Técnico do Feijão, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da União**, 31 de março de 2008, Seção 1, p. 11.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE). Levantamento Sistemático da produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. **Levantamento Sistemático da produção Agrícola**, Rio de Janeiro, v.26, n.6, p.1-81, jun. 2013.

FONSECA, Jaime R.; SILVA, José G. Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais: Pós-Colheita. **EMBRAPA Arroz e Feijão-Sistemas de Produção**, versão eletrônica, Brasília, Dezembro de 2005. Brasil. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/pos_colheita.htm>. Acesso em: 30 out. 2014.

MONTE, José E.C. **Sistema de Controle e Automação Aplicável a Secadores em Camada Fina Utilizando-se Instrumentos Digitais Endereçáveis**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

SILVA, José G.; FONSECA, Jaime R.; COBUCCI, Tarcísio. Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais: Colheita. **EMBRAPA Arroz e Feijão-Sistemas de Produção**, versão eletrônica, Brasília, Dezembro de 2005. Brasil. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/colheita.htm>>. Acesso em: 30 out. 2014.

SILVA, Wilton P.; PRECKER Jurgen W.; SILVA, Cleide M.D.P.S.; SILVA, Diogo D.P.S.; SILVA, Cleiton D.P.S. Medida de calor específico e lei de resfriamento de Newton: um refinamento nas análises de dados experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Dezembro de 2006.

Data de entrega dos originais à redação em: 05/08/2014
e recebido para diagramação em: 27/01/2015.

Graziela Marchi Tiago ¹
Paulo Roberto Barbosa ²

Este trabalho apresenta uma descrição da aplicação do sistema p-fuzzy em situações reais, articulando as vantagens de se modelar por meio de sistemas fuzzy. Comparado aos modelos determinísticos, o sistema p-fuzzy é útil na modelagem de fenômenos cujo comportamento sejam parcialmente conhecidos, já que incorporam informações subjetivas tanto nas variáveis quanto nas variações e suas relações com as variáveis. Assim, considerando que em muitas situações reais existe a dificuldade em se determinar a equação diferencial envolvida, a principal vantagem desta metodologia está na modelagem do problema sem a necessidade de determinação da referida equação diferencial. Para possibilitar a comparação com métodos tradicionais é utilizada neste artigo uma situação real envolvendo a modelagem de um corpo em queda livre. Nesta situação são conhecidas algumas informações sobre a velocidade experimental e o fato do corpo atingir uma velocidade estável depois de um certo intervalo de tempo, chamada velocidade terminal. Simulações computacionais feitas com o auxílio do Fuzzy Logic Toolbox do software Matlab foram realizadas e comparadas com a solução de um modelo determinístico e com dados experimentais. Os resultados mostraram um comportamento muito semelhante entre as três abordagens, prevendo, inclusive, a mesma velocidade terminal.

Palavras-chave: Modelagem Fuzzy. Sistema p-fuzzy. Equações Diferenciais Ordinárias.

This paper presents the application of p-fuzzy system in real situations, highlighting the advantages of modeling using fuzzy systems. The p-fuzzy system is useful in modeling phenomena whose behavior is partially known, since they incorporate subjective information described by the variables and its variations. Thus, considering that in many situations there is a relevant difficulty in determining the differential equation involved, the main advantage of this methodology is that there is no need to find this differential equation. To make possible the comparison with classical method is used in this article a real situation involving the modeling of a freely falling body. In this situation some information are known about the experimental speed and the fact that the body reaches a steady speed after a certain time interval, called terminal velocity. Computer simulations developed with the aid of Matlab software were performed and compared with the solution of a deterministic model and experimental data. Results show a very similar behavior among the three approaches, presenting, for example the same terminal velocity.

Keywords: Fuzzy Modeling. P-fuzzy System. Ordinary Differential Equations.

1 INTRODUÇÃO

Em diversas áreas como engenharia, matemática, física, entre outras, a resolução de um problema começa com a modelagem matemática, não tão simples dependendo da aplicação, a construção do modelo determinístico e com a solução do problema modelado. Porém, existem muitos modelos matemáticos que

não podem ser resolvidos exatamente. Além disto, modelagem matemática de fenômenos naturais através de modelos determinísticos, os quais englobam condições físicas do problema, podem estar sujeita a incertezas inerentes aos parâmetros das equações que descrevem tais fenômenos.

Uma das alternativas para modelagem que apresenta grande eficiência e robustez em diversas

1 Docente do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP/ Campus São José dos Campos. Rodovia Presidente Dutra, s/nº, km 145 -12220-840 – São Paulo – SP, Brasil. E-mail: < graziela@ifsp.edu.br >.

2 Docente do Mestrado Profissional em Automação e Controle de Processos - Professor da área de matemática do Campus São José dos Campos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP/Campus São José dos Campos. Rodovia Presidente Dutra, s/nº, km 145 -12220-840 – São Paulo – SP, Brasil. E-mail: < paulorb@ifsp.edu.br >.

aplicações é a modelagem através de sistemas fuzzy ou p-fuzzy. Podemos citar como exemplos de aplicações: um estudo de caso de dinâmica populacional para a cidade de Sorocaba [1], modelagem da dinâmica populacional de uma espécie com condição ambiental [2], modelo de tomada de decisão para distribuição de leite em diversos canais de distribuição [3], modelagem fuzzy para avaliação discente em cursos presenciais [4] e um novo índice para monitoramento da qualidade do ar [5].

O processo de modelagem fuzzy permite expressar incertezas e subjetividades, já que podem ser usadas informações qualitativas (linguísticas) e quantitativas. É caracterizado como um procedimento de fácil compreensão, apropriado para descrever sistemas com razoáveis quantidades de conhecimento, além de ser baseado em linguagem natural, o que permite maior facilidade na comunicação dos modelos [6]. Assim, para modelagem de fenômenos cujo comportamento é parcialmente conhecido, uma ferramenta muito útil são os sistemas p-fuzzy [7].

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é demonstrar a aplicabilidade, eficiência e facilidade de compreensão do uso de modelagem por meio de sistemas p-fuzzy. De forma a facilitar a compreensão do leitor será utilizada neste artigo, uma situação real, definida como a modelagem de um corpo em queda livre, para se obter as velocidades ao longo do tempo e estimar a velocidade atingida após um longo período de tempo, i.e., velocidade terminal. A escolha deste problema se deu por sua simplicidade de compreensão e número de variáveis envolvidas, de forma a exemplificar as etapas necessárias para a modelagem com sistema p-fuzzy.

2 SISTEMAS FUZZY E P-FUZZY

Nesta seção serão apresentados alguns conceitos da teoria de conjuntos fuzzy, necessários para a compreensão do texto, sendo que uma descrição mais aprofundada pode ser encontrada em [8] e [9].

O termo "fuzzy" foi pela primeira vez citado por Dr. Lotfi Zadeh considerado o pai da lógica fuzzy, em um jornal sobre engenharia chamado "Proceedings of the IRE" em 1962 [10].

Um conjunto fuzzy pode ser visto como uma generalização dos conjuntos clássicos. Ele pode ser entendido como um conjunto que permite que elementos tenham graus de pertencimento a este conjunto. Além da função de pertinência, um conjunto fuzzy deve ser associado a um conceito linguístico, como por exemplo, "Excelente". Esta associação é utilizada para facilitar a construção das regras pelo especialista, sendo assim compreensível.

As regras que definem o grau de pertencimento de um elemento a um conjunto são chamadas de regras de inferência e são utilizadas para inferir informações desconhecidas a partir de um conjunto fuzzy, que é resultado de uma função de pertinência [11].

Os conjuntos fuzzy, as funções de pertinência e as regras de inferência são obtidas a partir do problema proposto, sendo necessário um conhecimento parcial do especialista para a modelagem do sistema. No caso do problema proposto neste artigo para determinar a velocidade de um corpo em queda livre e sua velocidade terminal, este conhecimento prévio do especialista baseia-se nos conhecimentos físicos do problema, também o conhecimento do comportamento da velocidade inicial com resultados de dados experimentais e principalmente em conceitos de taxa de variação da velocidade do corpo ao longo da queda.

A estrutura de um sistema baseado em lógica fuzzy possui quatro etapas: fuzzificação, base de regras, inferência e defuzzificação. Na teoria fuzzy valores intermediários, chamados de grau de pertinência, são permitidos e a produção destas funções que definem graus de pertinência é chamada de "fuzzificação". A fuzzificação, então, é o processo no qual são definidas as variáveis de entrada e saída, para as quais são atribuídos termos linguísticos que descrevem seu estado. É nessa etapa do processo que são construídas as funções de pertinência.

Todos os conjuntos fuzzy representando as variáveis relacionadas por funções de pertinência são chamadas de base de conhecimento. Um conjunto de regras de inferência é adotado para manipular a base de conhecimento. O método mais utilizado para representar o conhecimento humano é por meio de expressões de linguagem natural como: SE (antecedente) ENTÃO (consequente).

A base de conhecimento possui informações incertas, porém significativas para a modelagem do sistema. Esta incerteza é completamente resolvida com a entrada e saída dos conjuntos fuzzy e com a estratégia de manipulação da base de conhecimento pré-definidas. A base de conhecimento utilizada neste trabalho foi modelada com informações significativas para o sistema, de acordo com informações qualitativas do problema modelado.

Em seguida é definido o método de inferência utilizado. Os tipos de sistemas de inferência fuzzy são diferenciados pela habilidade em representar diferentes tipos de informação, ou seja, na forma que se representa a base de regras. O método de inferência utilizado neste trabalho é o Mamdani [12], [13], que é o mais utilizado na literatura e que inclui os modelos linguísticos baseados em coleções de regras SE-ENTÃO.

Após definidas as regras e o método utilizado, ocorre a inferência. Na defuzzificação é necessário um processo de tradução do conjunto fuzzy resultante do método de inferência para um número real. Na literatura existem alguns métodos de defuzzificação, dentre eles: centróide, centro dos máximos, média dos máximos, princípio da máxima associação - também conhecido como método da altura, e bissector.

A escolha da estratégia de defuzzificação utilizada no sistema deste trabalho foi realizada de forma empírica através do desempenho na simulação para o caso em análise. O método de defuzzificação escolhido foi método centróide, bastante utilizado na literatura e que retorna o centro da área sob a curva resultante do processo de inferência.

Todos estes controladores fuzzy são responsáveis pela dinâmica dos sistemas p-fuzzy. Denominamos de sistemas parcialmente fuzzy ou p-fuzzy ao sistema iterativo a seguir.

$$\begin{cases} x_{k+1} = F(x_k) \\ x_0 \in \mathfrak{R}^n \end{cases} \quad (1)$$

em que $F(x_k) = x_k + \Delta(x_k)$. Aqui $\Delta(x_k) \in \mathfrak{R}^n$ é chamado de variação e é obtido pela saída defuzzificada de um sistema baseado em regras fuzzy [6]. Sua arquitetura pode ser visualizada na Figura 1.

Os sistemas p-fuzzy incorporam informações subjetivas tanto nas variáveis de entrada quanto nas variações e suas relações com as variáveis, sendo assim uma ferramenta muito útil para modelar fenômenos cujo comportamento seja parcialmente conhecido. Conhecidas as condições físicas do problema pode-se modelar a solução através de sistemas p-fuzzy sem que se identifique a equação diferencial, apenas conhecendo o comportamento do problema e a variação de tempos em tempos da variável envolvida.

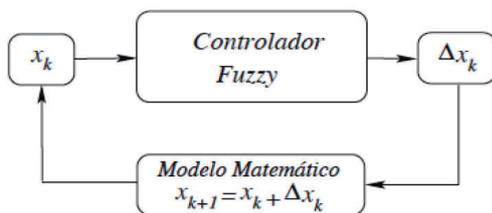


Figura 1 - Arquitetura de um sistema p-fuzzy
 Fonte: Extraído de [2].

3 MODELAGEM DO CORPO EM QUEDA LIVRE COM SISTEMA P-FUZZY

A ênfase dada neste artigo é na comparação da aplicação do sistema p-fuzzy com a resolução

por meio de Equação Diferencial Ordinária e dados experimentais, e não na resolução de um problema complexo. Por isto, um problema clássico e simples foi escolhido. O problema a ser considerado para a modelagem por meio de sistema p-fuzzy foi descobrir uma função que melhor represente a velocidade de um corpo em queda livre estimando sua velocidade terminal, ou seja, perto da superfície da Terra. Maiores detalhes deste problema podem ser obtidos em [14] e [15]. Sua formulação matemática mais simplificada, a qual não faz uma descrição mais completa da força de arrasto causada pela resistência do ar, recai na equação:

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{c}{m} v \quad (2)$$

onde g é a aceleração devido à gravidade, que é aproximadamente igual a $9,8 \text{ m/s}^2$, v é a velocidade (m/s), t é o tempo (s) e m é a massa do objeto (kg) e c é uma constante de proporcionalidade chamada coeficiente de arrasto (kg/s). Esta é uma equação diferencial ordinária escrita em termos da taxa de variação diferencial da variável velocidade que estamos interessados em prever. Para se obter a solução analítica deste modelo determinístico, vamos considerar que o corpo esteja inicialmente em repouso, ou seja, $v = 0$ em $t = 0$, fornecendo um Problema de Valor Inicial (PVI) cuja solução é:

$$v(t) = \frac{gm}{c} (1 - e^{-(c/m)t}) \quad (3)$$

Observe também que após um tempo suficientemente longo, é atingida uma velocidade constante, chamada de velocidade terminal $v_t = \frac{gm}{c}$. Esta velocidade é constante porque eventualmente a força da gravidade estará em equilíbrio com a resistência do ar. Portanto, a força resultante é nula e a aceleração deixa de existir.

Para a modelagem do sistema p-fuzzy foram utilizados também dados experimentais (Tabela 1) obtidos em [14], principalmente para verificarmos o comportamento da variação da velocidade com o tempo, e para definir uma velocidade inicial para o sistema fuzzy. O problema em estudo considera para os cálculos $c=12,5 \text{ kg/s}$ e $m=68,1 \text{ kg}$, constantes importantes para estimar qual a velocidade terminal seria atingida pelo corpo em queda livre na modelagem p-fuzzy, ou seja, $v_t \cong 53,39 \text{ m/s}$.

O modelo fuzzy foi desenvolvido com o auxílio do software Matlab, através de seu *toolbox* fuzzy. Para o sistema p-fuzzy e para o sistema iterativo foi construído um sistema baseado em regras fuzzy, que têm como variáveis de entrada "velocidades" (V) e de saída "variação" (ΔV).

Para a variável “velocidades” adotou-se o seguinte conjunto de termos linguísticos, $V = \{\text{Média (M), Alta (A), Altíssima (AL)}\}$. A “variação vel” com o tempo foi baseada no comportamento da reta, conforme Figura 2.

Em virtude disto, e sabendo-se da alta variação das velocidades no conjunto Média (M), utilizou-se para a “variação vel” o seguinte conjunto de termos linguísticos $(\Delta V) = \{\text{Baixa negativa (BN), Média Alta positiva (MAP), Alta positiva (AP)}\}$. Pela Figura 2, percebe-se que a relação entre as “velocidades” e a “variação vel” com o tempo é inversamente proporcional, sendo que a base composta de três regras foi escolhida a partir destas informações obtidas pela Figura 2.

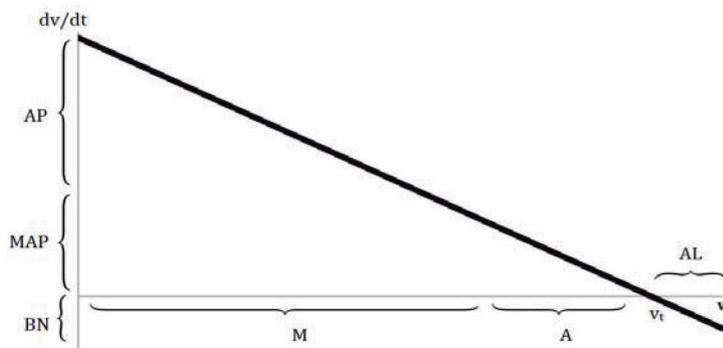


Figura 2 - Reta usada para definição da base de regras

As funções de pertinência para as variáveis “velocidades” e “variação vel” são apresentadas nas Figura 3 e 4, respectivamente. Pelos testes analisados verificou-se que a função gaussiana escolhida suavizava os “bicos” formados na transição da velocidade de uma faixa a outra, em comparação com os testes com a função trapezoidal. O método de inferência utilizado foi o Mamdani e o método de defuzzificação escolhido foi o centróide, já que produziram os melhores resultados. No futuro podem ser feitos testes com outros métodos de inferência e outros métodos de defuzzificação.

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

A modelagem por meio de sistemas p-fuzzy tem o objetivo de mostrar que o sistema é robusto e vantajoso quando comparado ao modelo determinístico e auxiliar no processo de determinação da variação da velocidade de um corpo em queda livre. Neste caso, utilizou-se um sistema baseado em regras fuzzy que não só produza a variação da velocidade com o tempo, mas também estime a velocidade terminal deste corpo.

Na Tabela 1, lista-se a comparação entre as velocidades experimentais, velocidades da solução do modelo determinístico (Equação 3) e velocidades do modelo p-fuzzy.

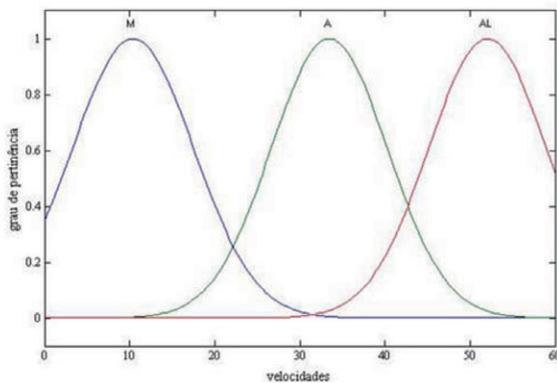


Figura 3 - Funções de pertinência para a variável de entrada “velocidades”

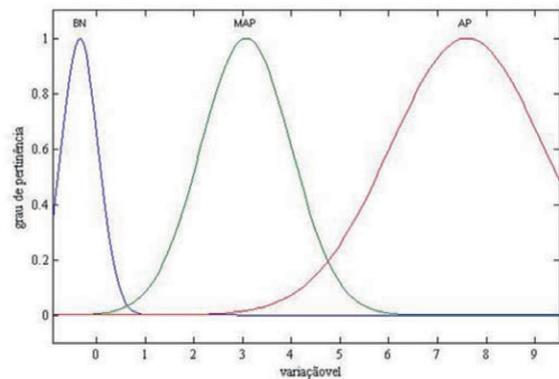


Figura 4 - Funções de pertinência para a variável de saída “variação vel”

Tabela 1 - Velocidades de um corpo em queda livre

(continua)

Tempo(s)	Velocidades Experimentais (m/s)	Velocidades (Eq. 3) (m/s)	Velocidades P-fuzzy (m/s)
1	10,00	8,953	10,00
2	16,30	16,405	17,262
3	23,00	22,607	24,157
4	27,50	27,769	28,621
5	31,00	32,065	31,979
6	35,60	35,641	35,098
7	39,00	38,617	38,089
8	41,50	41,095	40,902

Tabela 1 - Velocidades de um corpo em queda livre (conclusão)

9	42,90	43,156	43,395
10	45,00	44,872	45,430
11	46,00	46,301	46,997
12	45,50	47,490	48,178
13	46,00	48,479	49,076
14	49,00	49,303	49,770
15	50,00	49,988	50,319

Pela Figura 5, percebe-se que os resultados do modelo p-fuzzy estão muito próximos da solução do modelo determinístico e conseguiu prever satisfatoriamente a velocidade do corpo em queda livre.

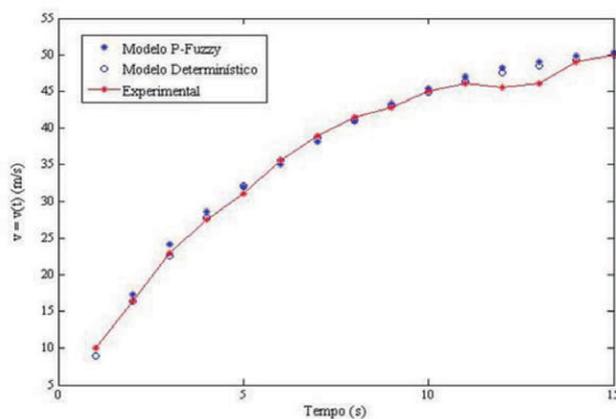


Figura 5 - Comparação com as velocidades experimentais

Se a comparação for feita em relação a velocidade terminal do corpo, o modelo fuzzy também foi muito adequado. Com aproximadamente 80 iterações, o modelo atingiu a velocidade terminal esperada de $v_t \cong 53,3$ m/s (Figura 6).

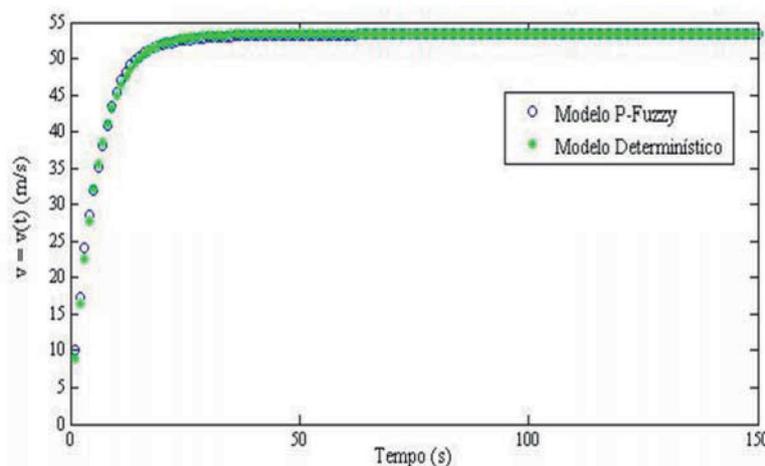


Figura 6 - Simulações das velocidades dos modelos determinísticos e p-fuzzy

Assim, neste trabalho mostrou-se a possibilidade de utilizar uma Sistema baseado em regras fuzzy para modelar o comportamento da velocidade de um corpo em queda livre, quando se quer levar em conta apenas o conhecimento de resultados experimentais e da variação desta velocidade com o tempo. Desse modo, pode-se concluir que comportamentos específicos da função modelada são facilmente traduzidos com pequenas variações na elaboração da base de regras.

Além disto, ao se comparar a modelagem p-fuzzy considerada subjetiva com a modelagem determinística da EDO, ambas apresentam resultados semelhantes, inclusive prevendo a mesma velocidade terminal para o corpo em queda livre. No entanto, cabe salientar que a modelagem subjetiva é mais simples do ponto de vista matemático, já que parâmetros intrínsecos de serem determinados para o modelo determinístico podem ser facilmente modelados pelo sistema fuzzy e o modelo pode ser melhorado aumentando o conjunto de base de regras.

REFERÊNCIAS

- [1] Roveda, J. A. F., Roveda, S. R. M. M., Martins, A. C. G.: Dinâmica populacional com sistemas p-fuzzy: um estudo de caso para a cidade de Sorocaba. **Biomatemática**, vol. 19, p. 69—80, 2009.
- [2] Santos, L. R., Bassanezi, R. C.: Sistemas p-fuzzy unidimensionais com condição ambiental. **Biomatemática**, v. 19, p. 11—24, 2009.
- [3] Peixoto, M. S., Freitas, M. C., Vidal, J. G. V.: Logística de distribuição física de leite A: um estudo de caso utilizando Lógica Fuzzy. **Anais do II Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy**. Natal-RN, 2012.
- [4] Barrantes, A. C., Fonseca, R. F., Tiago, G. M.: Sistema de Inferência Fuzzy Aplicado na Avaliação Discente. In: **Anais do I Consistec**, Bragança Paulista-SP, 2011.

- [5] Tiago, G. M., Bueno, E.I., Barbosa, P. R.: Air quality monitoring using fuzzy logic. **Proceedings of 21st International Congress of Mechanical Engineering**, 2011, Natal – RN, 2011.
- [6] Gomide, F. A. C., Gudwin, R. R.: Modelagem, Controle, Sistemas e Lógica Fuzzy. **SBA Controle & Automação**, v. 4, p. 97—115, 1994.
- [7] Cecconelo, M. S.: **Modelagem alternativa para dinâmica populacional: Sistemas Dinâmicos Fuzzy**. Dissertação de Mestrado, IMECC – Unicamp, 2006.
- [8] Barros, L. C., Bassanezzi, R. C.: **Tópicos de lógica fuzzy e bio-matemática**. Coleção IMECC -Textos Didáticos. v. 5, IMECC - Unicamp, Campinas-SP, 2006.
- [9] Yenikomochian, B. C.: **Implementação em linguagem gráfica de algoritmo para lógica fuzzy adaptativa**. Dissertação de Mestrado Profissional em Automação e Controle de Processos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2011.
- [10] Zadeh, L. A.: From Circuit Theory to System Theory. **Proceedings of the IRE**, v. 50, n. 5, p. 856—865, 1962.
- [11] Yen, J.: Fuzzy Logic: A Modern Perspective. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v.11, n. 1, p. 153—165, 1999.
- [12] Mamdani, E. H., Assilian, S.: An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 7, n. 1, p. 1—13, 1975.
- [13] Mamdani, E. H.: Advances in the linguistic synthesis of fuzzy controllers. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 8, n. 6, p. 669—678, 1976.
- [14] Chapra, S. C., Canale, R. P.: **Métodos Numéricos para Engenharia**. McGraw-Hill, São Paulo-SP, 2008.
- [15] Kozama, T. T., Tiago, G. M.: Aplicação do método dos mínimos quadrados: problema do paraquedista em queda livre. **Sinergia**, v. 12, n. 1, p. 93—98, 2011.

JOGOS DE EMPRESAS: EXPLORANDO AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MÉTODO NO ENSINO DA ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

BUSINESS GAMES : EXPLORING THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THIS METHOD IN TEACHING OF BUSINESS ADMINISTRATION

Data de entrega dos originais à redação em: 16/01/2015
e recebido para diagramação em: 28/01/2015.

Cleber Roberto Souza ¹

O cerne deste trabalho é a utilização da modalidade de ensino jogos de empresas no processo de ensino-aprendizagem. O objetivo principal foi apresentar as vantagens e as desvantagens dessa ferramenta tão evidenciada nos últimos anos. Para atingir esse objetivo, utilizou-se da pesquisa bibliográfica de autores como Motta, Melo e Paixão (2012), Bernard (2006) e Versiani e Fachin (2007), entre outros. Para melhor entendimento, as principais vantagens foram agrupadas sob os quesitos de aprendizagem, de aluno e de ambiente do jogo. E as principais desvantagens agrupadas sob os quesitos de ferramenta didática, de software, de instituição de ensino e de professor/mediador. Conclui-se que os jogos de empresas contribuem significativamente para o processo de ensino-aprendizagem, porém, não deve ser utilizada como único meio de ensino.

Palavras-chave: Jogos de Empresa. Simulação. Ensino. Administração.

The core of this work is the use of business games teaching modality in the process of teaching-learning. The main objective was to present the advantages and disadvantages of this tool as evidenced in recent years. To achieve this goal, we used the bibliographic review of authors such as Motta, Melo and Paixão (2012), Bernard (2006) and Versiani and Fachin (2007), among others. For better understanding, the main advantages were grouped under the criteria of learning, student and game environment. And the main disadvantages grouped under the criteria of teaching tool, software, educational institution and teacher/mediator. We conclude that the business game contribute significantly to the process of teaching-learning, however, it's not should be used as the sole means of teaching.

Keywords: Business Games. Simulation. Teaching. Management.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema os jogos de empresas na aprendizagem. Nota-se uma crescente utilização da modalidade jogos de empresas nos cursos de administração bacharelado e pós-graduação nas últimas décadas (MOTTA; MELO; PAIXÃO, 2012; SANTOS; LOVATO, 2007). Eles figuram como alternativa didática ao método tradicional de aulas expositivas e se apresentam como integrador da teoria e prática.

Dessa forma, a questão que norteia este trabalho é: quais são as vantagens e as desvantagens dos jogos de empresas como ferramenta de aprendizagem em administração?

Os jogos de empresas podem receber diversas designações como jogos empresariais, simulação de

empresas, jogo simulado, dentre outros. Entretanto, o importante é sua capacidade de expor os alunos a situações que requerem a tomada de decisão em um ambiente simulado, em geral virtual, com variáveis que eles encontram na prática da atividade empresarial.

O interesse em pesquisar o tema surge da necessidade de encontrar metodologias capazes de eliminar as barreiras entre o ensino teórico e a vida prática que o aluno encontra após a conclusão dos cursos de administração. Este projeto contribui com a comunidade acadêmica, uma vez que servirá para aumentar o conhecimento na área de jogos empresariais, tanto do ponto de vista da administração, quanto do ensino.

É notório que os jogos de empresas não são capazes de abarcar todas as variáveis presentes no

¹ Mestrando em Administração Pública pela Universidade Federal de Viçosa. Professor de Administração no IFNMG. Rod. BR 367, KM 7, s/nº, Zona Rural, Almenara – MG. Fone: (33) 3508-1106. E-mail: < cleber.souza@ifnmg.edu.br >.

ambiente real de uma organização, porém, aproxima os alunos do uso prático de ferramentas e conceitos que eles só viram em sala de aula.

A simulação de empresa em formato de jogo auxilia no processo de integração do conhecimento repassado de forma compartimentada nas grades curriculares, exercendo, nesse caso, o papel de interdisciplinaridade entre conteúdos.

O método baseia-se na abordagem vivencial, que pressupõe o envolvimento dos alunos no processo, no caso, na simulação, permitindo a aplicação de conhecimentos adquiridos anteriormente através do comprometimento e da experimentação de um sentimento pessoal real de sucesso ou fracasso pelos resultados obtidos. (BERNARD, 2006, p. 83).

Assim, o principal objetivo deste estudo é apresentar as vantagens e desvantagens da modalidade jogos de empresas como forma de melhorar a prática de ensino no curso de administração.

Este trabalho utiliza o método de pesquisa bibliográfica para atingir seu objetivo e apresenta ideias de autores como Motta, Melo e Paixão (2012), Bernard (2006) e Versiani e Fachin (2007).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Conceito de Jogos de Empresas

Surgidos da adequação de jogos estratégicos de guerra utilizados há milhares de anos, os jogos de empresa estão presentes no meio acadêmico desde a década de 1950. (ROSAS; AZUAYA, 2006).

O jogo de empresa pode ser entendido como a representação seletiva de uma realidade, utilizando apenas os elementos necessários para a proposta de ensino que utilizam o lúdico, a vontade competitiva e mediação para alcançar seus objetivos. (RAMOS, 1991).

O aluno, nesse caso, se apropria da cadeira de presidente da empresa e enfrenta problemas diários como o quanto produzir, qual o ponto de equilíbrio, quais estratégias de fidelização utilizar, qual a hora de ampliar o empreendimento e quando contratar ou demitir funcionários. Esses pequenos exemplos não esgotam o conteúdo de um curso de administração, mas evidenciam a capacidade de raciocínio dos aprendizes.

As questões com as quais o aluno se defronta nos jogos de empresas dificilmente seriam possíveis em um estágio curricular com base nos modelos atuais, onde o estagiário é designado a fazer atividades triviais e não o permite desenvolver suas competências.

Os jogos de empresas, aliados ao estudo de caso, seminários e consultorias, podem ser utilizados

como ferramenta para estimular o autoconhecimento de forma ativa pelo educando.

Na aplicação do jogo de empresas, Rosas e Azuaya (2006, p. 4) defendem o uso do simulador como a “ferramenta (...) que permite o processo de gestão simulada, em que os participantes da dinâmica possuem papel ativo na tomada de decisões”.

A informática é o principal fator que proporciona a crescente utilização dos jogos, uma vez que automatiza o processo: o jogador pode focar mais na tomada de decisão do que na construção de balanços e relatórios diversos. Alguns jogos rodam direto na internet, dispensando a instalação de software.

2.2 Jogos de Empresas como Metodologia de Ensino

De acordo com Santos e Lovato (2007), o Ministério da Educação (MEC) vem aconselhando às instituições de ensino a integração da teoria e prática como meio de formar alunos mais capacitados. Contudo, pode-se encontrar professores que rejeitam a metodologia e outros que a apóiam (LARRÉCHÉ, 1987 apud SANTOS; LOVATO, 2007), fazendo-se necessário focar os pontos fortes da ferramenta e minimizar seus pontos fracos.

O ideal é entender que os jogos de empresas permitem melhorar a compreensão do mundo dos negócios, pois contribui para que se perceba a dinâmica do mundo e também atenua a monotonia das aulas convencionais, tornando o processo mais prazeroso. (VICENTE, 2001).

Observa-se que as competências de um indivíduo, através das quais o sujeito parte da inércia para a tomada de decisão, são medidas em termos do (1) conhecimento adquirido, das (2) habilidades práticas de realização de tarefa e das (3) atitudes necessárias para a ação. Parte-se do pressuposto que essas competências podem ser desenvolvidas pelo aluno ao longo da vida e reforçadas durante a escola.

Espera-se que o ensino seja capaz de potencializar a capacidade cognitiva do aluno nas três áreas citadas. Entretanto, o uso de jogos de empresas se mostrou insuficiente para que o aluno adquira novo conhecimento (VERSIANI; FACHIN, 2007).

Estudo realizado pelos autores citados em estudantes de pós-graduação avaliados no uso de jogos de empresas demonstrou que aqueles estudantes que tinham bagagem em administração (e áreas afins) conseguiram usar o arcabouço de conhecimento durante a realização do jogo. Já os alunos de outras áreas não conseguiram adquirir novos conceitos, restando observar como os colegas de grupo desenvolviam suas atividades.

O mesmo estudo demonstrou que a competência: atitudes necessárias para ação foi a mais evidenciada no jogo empresarial. Entretanto, a ferramenta não deve ser utilizada como única forma de ensino.

A avaliação da aprendizagem do aluno não deve considerar exclusivamente seu desempenho no jogo, pois se pode errar e aprender com o erro. O professor deve estar atento ao fato de que alguns alunos buscam somente a vitória no jogo ao invés do aprendizado, o que pode dificultar a avaliação da aprendizagem (STAHL; LOPES, 2004).

Observa-se que os jogos de empresa partem de duas ferramentas didáticas consagradas: o Aprendizado Baseado em Problemas (PBL) e a aprendizagem vivencial. A primeira, parte do deslocamento do sujeito ativo para

o aluno, que ora exposto a um determinado problema, busca a solução mais viável dentro de sua limitação cognitiva e sua origem remonta aos cursos de medicina (RIBEIRO, 2005). A segunda, a aprendizagem vivencial, parte da ideia de que a transformação da experiência gera o conhecimento e, dessa forma, o ensino deve ser processual, continuado, sendo que os alunos apreendem de diferentes formas.

2.3 Vantagens e Desvantagens dos jogos de empresas

Os autores têm apresentado algumas convergências tanto nas vantagens quanto nas desvantagens da ferramenta jogos de empresa. Pode-se agrupar empiricamente as vantagens quanto:

Tabela 1 – Vantagens dos jogos de empresas

Quesitos	Vantagens
À aprendizagem	Melhora o processo de aprendizagem (FREITAS; SANTOS, 2005). Traz conceitos abstratos para a prática (ARBEX et al., 2006). O acertar e o errar fazem parte do aprendizado (LOPES, 2001). Integra disciplinas isoladas (BERNARD, 2006). Estimula o estudo da teoria (PROTIL, 2005). Prepara para a tomada de decisão, aprimora o trabalho em equipe e a aplica conhecimentos adquiridos ao longo do curso (MOTTA; MELO; PAIXÃO, 2012).
Ao aluno	Constrói o conhecimento e não o reproduz, induz à reflexão e ao trabalho em equipe (FREITAS; SANTOS, 2005). Trabalha o raciocínio, planejamento e estratégia (ARBEX et al., 2006). Exige postura ativa e liderança (LOPES, 2001). Capacidade de ação e acompanhamento dos resultados (SAUAIA, 2006).
Ao ambiente do jogo	Enfatiza a realidade empresarial (FREITAS; SANTOS, 2005). Proporciona visão holística, motiva e estimula o aprendizado, permite focar áreas específicas ou geral (ARBEX et al., 2006). A competição favorece a qualidade (LOPES, 2001). Cria familiaridade com as ferramentas de gestão (BERNARD, 2006). Facilidade de adaptação às necessidades do ensino, gera feedback aos participantes (MARTINELLI, 1988).

Fonte: O autor.

Já as desvantagens podem ser agrupadas empiricamente quanto:

Tabela 2 – Desvantagens dos jogos de empresas

Quesitos	Desvantagens
À ferramenta didática	Não deve ser utilizada como única forma de ensino (FREITAS; SANTOS, 2005). A competição elimina o aprendizado (BERNARD, 2006). Dificuldade de avaliar o aprendizado (ROSAS; AZUAYA, 2006). Falta de objetivos claros (MARTINELLI, 1988). Os métodos tradicionais são suficientes (PROTIL, 2005).
Ao software	Ao custo de aquisição ou elaboração, pouco atrativo, limitação de conteúdo (ARBEX et al., 2006). Complexidade em criar o próprio sistema, complexidade do jogo, dificuldade de adaptação às mudanças no ambiente (LOPES, 2001). Realidade simplificada (MARTINELLI, 1988).
À instituição de ensino	Falta de infraestrutura adequada, não encaixa na grade curricular (ARBEX et al., 2006).
Ao professor/mediador	Desconhecimento da ferramenta (ARBEX et al., 2006). Falta perfil adequado (LOPES, 2001). Despreparo (SAUAIA, 2006).

Fonte: O autor.

2.4 Elementos Necessários para os Jogos de Empresas

Conhecida as vantagens e desvantagens é importante conhecer os elementos necessários para os jogos de empresas. A formação da equipe deve ser uma preocupação do professor/mediador do jogo de empresa. Equipes homogêneas não favorecem o embate necessário para promover o crescimento dos jogadores, já que não entram em conflito e seguem uma atitude de passividade frente ao jogo.

Por outro lado, equipes democráticas têm demonstrado melhores resultados no jogo empresarial e na aprendizagem em geral. Essa característica permite que os jogadores aprendam uns com os outros. Jogadores experientes em algumas áreas podem atuar como monitores, repassando seu conhecimento para os demais.

As fases do jogo devem ser estruturadas de forma que o aluno possa observar o cenário, formular conceitos e definir as estratégias para a rodada. Após os resultados desta, os jogadores repetem todo o ciclo até a rodada final. Esse processo permite que os alunos experimentem as estratégias, mantendo ou alterando o curso da ação.

A criação de jogos de empresas requer planejamento sistemático da disciplina, da ideia e de um roteiro bem definido. Deve-se pensar o nível de dificuldade, progressão e jogabilidade.

Para esboçar a ideia, o mapa mental pode ser uma excelente ferramenta (LEÃO, 1999). Com ele, o desenvolvedor cria as interconexões entre as etapas para que não se perca no emaranhado de detalhes que a empreita exige.

O desenvolvimento de um jogo pode se assemelhar a uma produção cinematográfica com várias atividades a serem desenvolvidas. Existe um documento chamado *Game Design Document* ou, Documento de Desenho de Jogo, que possui a estrutura de projeto e facilita no desenvolvimento do Jogo. *Game Design* pode ser entendido como um processo onde se descreve as características de um jogo como jogabilidade, fases e interfaces. (PERUCIA et al., 2005). Esse mesmo autor cita alguns tópicos que devem constar no documento como:

- Conceito: nome do jogo; público-alvo, principais regras.
- Especificações técnicas: hardware, software e sistema operacional.
- Especificação do jogo: número de fases, dificuldade, pontuação, ranqueamento.
- Dispositivos de entrada: mouse, menus, teclas e botões.
- *Design* gráfico e arte: *layout* dos menus e telas, *layout* do jogo.
- Sonorização: músicas de menu e fases, efeitos sonoros menu e fases.

- Desenvolvimento: tempo de desenvolvimento, alocação de pessoal, metas.

Segundo Schuytema (2008), o Documento de Desenho do Jogo pode conter variados elementos gráficos para facilitar o entendimento e incluir elementos de funcionamento e da interface do jogo.

3 CONCLUSÕES

Diante o exposto, o presente estudo atingiu seu objetivo de apresentar as vantagens e desvantagens dos jogos de empresas como modalidade de ensino. Pôde-se também conhecer o conceito de jogos de empresas, sua origem, sua utilidade como ferramenta de ensino e alguns elementos necessários para o jogo de empresa.

Conclui-se que os jogos de empresas se apresentaram como uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem, porém, como toda ferramenta, deve ser usada com atenção. Ao mesmo tempo em que expõe o aluno à realidade prática, o jogo falha no quesito geração de conhecimento. O jogador não consegue adquirir novos conhecimentos (conceitos) durante a realização do jogo.

Dessa forma, sugere-se que a ferramenta não seja utilizada como único meio de ensino pelo professor no curso de administração.

Uma alternativa que minimiza essa deficiência pode ser a inclusão de alguns tópicos avaliativos de conteúdo acadêmico junto ao desafio do jogo empresarial.

Para os estudos futuros propõe-se a avaliação de simuladores, classificando-os quanto suas vantagens e desvantagens, além do nível de aprendizagem do aluno em cada um deles.

REFERÊNCIAS

ARBEX, Marco A. et al. O uso dos Jogos de Empresas em Cursos de Graduação em Administração e seu valor pedagógico: um levantamento no Estado do Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 30, 2006, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2006. CD-ROM.

BERNARD, Ricardo. O método de jogos de empresas/ simulação gerencial. In: MARION, José Carlos; MARION, Arnaldo Luís Costa. **Metodologias de ensino na área de negócios:** para cursos de administração, gestão, contabilidade e MBA. São Paulo: Atlas, 2006.

FREITAS, Sheizi C.; SANTOS, Luís Paulo G. Os Benefícios da Utilização das Simulações Empresariais: Um Estudo Exploratório. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO

NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 29, 2005. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2005. CD-ROM.

LEÃO, Lúcia. **O Labirinto da hipermissão:** arquitetura e navegação no ciberespaço. São Paulo: Iluminuras, 1999.

LOPES, Paulo da Costa. Jogos de Empresas Geral: a perspectiva do animador com a utilização na pós-graduação lato sensu. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 25, 2001, Campinas. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2001. CD-ROM.

MARTINELLI, Dante P. A utilização dos Jogos de Empresas no Ensino de Administração. **RAUSP Revista de Administração**, v. 23, n. 3, p. 24-37, São Paulo: jul./set. 1988.

MOTTA, Gustavo da Silva; MELO, Daniel Reis Armond de; PAIXÃO, Roberto Brasileiro. O jogo de empresas no processo de aprendizagem em Administração: o discurso coletivo de alunos. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 342-359, mai/jun. 2012.

PERUCIA, Alexandre Souza; BERTHÊM, Antônio Córdova de; BERTSCHINGER, Guilherme Lage; MENEZES, Roberto Ribeiro Castro. **Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos:** teoria e prática. São Paulo, Novatec, 2005.

PROTIL, Roberto M. Utilização de Simuladores Empresariais no Ensino de Ciências Sociais aplicadas: Um Estudo na República Federal da Alemanha. Editora UFPR, **Economia**, Curitiba, v. 31, n. 2 (29), p. 113-134, jul./dez. 2005.

RAMOS, Cosete. **Simulações e Jogos para Formação e Treinamento de Administradores.** Brasília: Escola Nacional de Administração Pública, 1991.

RIBEIRO, L. R. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL).** São Carlos: UFSCar, 2005.

ROSAS, André R.; AZUAYA, Antônio Carlos A. Jogos de Empresa na Educação Superior no Brasil: Perspectiva para 2010. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 30, 2006. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2006. CD-ROM.

SANTOS, Magda Raquel Guimarães Ferreira dos; LOVATO, Siusiane. Os Jogos de Empresas como Recurso Didático na Formação de Administradores. **CINTED-UFRGS**. v. 5, n. 2, dez. 2007.

SAUAIA, Antônio Carlos Aidar. Gestão Empreendedora em IES's: Aculturação do Corpo Docente com Jogos de Empresas. In: **Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul**. 6, 2006, Blumenau. Anais eletrônicos... Blumenau: UFSC, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/68052?show=full>>. Acesso em: 28 dez. 2014.

SCHUYTEMA, Paul. **Design de games:** uma abordagem prática. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

STAHL, L. M; LOPES, P. C. Estratégias de avaliação para jogos de empresas gerais: avaliando desempenho ou aprendizagem. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 28, 2004, Curitiba. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2004. CD-ROM.

VICENTE, Paulo. **Jogos de Empresa.** São Paulo: Makron, 2001.

VERSIANI, Ângela; FACHIN, Roberto C. Avaliando aprendizagem em simulações empresariais. **Cadernos EBAPE.BR (FGV)**. v. 5, ed. especial, jan. 2007.

GOVERNANÇA CORPORATIVA APLICADA ÀS ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS, CONTROLE SOCIAL E POLÍTICAS PÚBLICAS – A UNIÃO DOS TRÊS FATORES

CORPORATE GOVERNANCE APPLIED TO PUBLIC ORGANIZATIONS, SOCIAL CONTROL AND PUBLIC POLICY - THE UNION OF THREE FACTORS

Luana Mendes Martini Almeida ¹
Luzia de Oliveira Jesus ²
Marcelo Augusto Moraes Leonardeli ³
Sérgio Hissashi Umeda ⁴

Data de entrega dos originais à redação em: 15/07/2014
e recebido para diagramação em: 28/01/2015.

Este trabalho visou evidenciar a interação entre governança corporativa aplicada às organizações públicas, controle social e políticas públicas praticadas no Brasil. Primeiramente, foram expostos conceitos relativos à governança no setor público e, depois, buscou-se analisar os aspectos relacionados ao controle social e os meios para exercê-lo de forma a influenciar as formulações das agendas de políticas públicas. Também apresentou uma visão acerca do programa de Governo Eletrônico brasileiro (e-Gov) e como suas ações têm contribuído para a modernização do Estado. As considerações finais evidenciam que a aplicação de princípios ligados à governança corporativa nas organizações públicas e a disponibilização de mecanismos de controle social, por si só, não são capazes de influenciar a elaboração de políticas públicas efetivas se não houver expressiva participação da sociedade.

Palavras-chave: Governança Corporativa. Controle Social. Políticas Públicas. e-Gov.

This study aimed to show the interaction between corporate governance applied to public organizations, social control and public policies practiced in Brazil. First, were exposed concepts of governance in the public sector and then sought to analyze aspects related to social control and the means to exercise it in order to influence the formulation of public policy agendas. Also presented a vision about the Brazilian Electronic Government program (e-Gov) and how its actions have contributed to the modernization of the state. The final considerations suggest that application of principles related to corporate governance in public organizations and the provision of social control mechanisms alone are not able to influence the development of effective public policies if there is no significant participation.

Keywords: Corporate Governance. Social Control. Public Policy. e-Gov.

1 INTRODUÇÃO

Os frequentes escândalos envolvendo a Administração Pública e a preocupação com a qualidade e com o controle dos gastos públicos têm motivado o monitoramento dos atos dos governantes e da aplicação dos recursos públicos pela sociedade brasileira.

Assim, torna-se evidente a necessidade de se disponibilizar instrumentos de controle social que sejam úteis e de fácil compreensão e interpretação pelos cidadãos. Além disso, o uso de práticas de governança corporativa merece destaque, uma vez que possibilita maior transparência e, conseqüentemente, pode resultar em maior controle social. As últimas décadas têm registrado

1 Mestranda em Gestão de Políticas e Organizações Públicas - UNIFESP - Graduação em Ciências Contábeis - USP.

2 Mestranda em Gestão de Políticas e Organizações Públicas - UNIFESP - Graduação em Ciências Contábeis - USP.

3 Mestrando em Gestão de Políticas e Organizações Públicas - UNIFESP - Graduação em Tecnologia em Redes de Telecomunicações - UNICID.

4 Mestrando em Gestão de Políticas e Organizações Públicas - UNIFESP - Graduação em Ciências Contábeis - UNICAPITAL.

E-mail: < sergio.umed@ifsp.edu.br >.

o ressurgimento e crescimento do campo de conhecimento das políticas públicas, em especial no Brasil. Essa nova estratégia de governança deve-se em grande parte a alterações históricas, políticas e econômicas vivenciadas pela sociedade e encaradas pelos governos como desafios, que se traduziram em modificações sobre a forma de compreender, formular e avaliar as próprias políticas públicas.

A ampliação do gasto social no Brasil e a grande diversificação dos programas voltados a atender às diversas demandas públicas, principalmente no âmbito social, vêm pressionando o setor público a aprimorar suas práticas de gestão. A Administração Pública está se preocupando cada vez mais com o controle e a qualidade de seus dispêndios, o que tem motivado a agenda e os atos dos governantes no que tange a sua monitoração e, principalmente, quanto à aplicação dos recursos públicos em prol de toda a sociedade brasileira.

Diante disso, há a necessidade de se disponibilizar instrumentos de controle social que sejam úteis e de fácil compreensão e interpretação para todos os cidadãos. Além disso, o uso de práticas de governança corporativa merece destaque, uma vez que possibilita maior transparência dos atos dos gestores públicos e, conseqüentemente, pode resultar em maior controle social.

O Governo Federal brasileiro também vem implementando, ao longo dos últimos anos, um conjunto de projetos e iniciativas envolvendo a Administração Pública, a sociedade e o setor privado, buscando novas concepções, tecnologias e práticas de gestão. Pode-se destacar, a título exemplificativo, a política de Governo Eletrônico como parte da agenda prioritária do Governo, em que se acumulam diversas realizações em conjunto com as diretrizes que visam a melhoria dos serviços prestados ao cidadão, voltados à ampliação do acesso a serviços, à melhoria da gestão interna e à transparência e controle das ações de Governo.

Neste cenário, a oferta de serviços públicos nos portais governamentais tem sido uma constante, ficando mais transparentes as estratégias de Governo, sobretudo através de meios eletrônicos. Entretanto, mais do que ofertar serviços, as políticas em desenvolvimento buscam ampliar o alcance das ações ao considerar um conjunto de questões relacionadas ao necessário alinhamento da implantação de serviços públicos com as necessidades da população. Tais iniciativas devem ser voltadas a aspectos relacionados a usabilidade, acessibilidade, linguagem visual e escrita e arquitetura de conteúdo e ser focadas na interface de interação com toda a sociedade.

Através da realização deste estudo, pretende-se verificar **como o controle social dos atos públicos em conjunto com a aplicação de técnicas de governança corporativa podem aumentar a**

transparência dos atos da Administração Pública e influenciar as políticas públicas no Brasil.

Para isso, será realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, bem como em base de dados disponíveis na internet.

Este texto será desenvolvido em quatro seções: a primeira aborda aspectos relativos ao modelo de Governança Corporativa e sua aplicação ao setor público; a segunda trata do conceito de controle social e sua importância para a Administração; a terceira se preocupa em destacar os meios de controle sociais disponíveis e suas relações com a formulação de políticas públicas e, por fim, a última seção contempla sugestões para o desenvolvimento de meios para o exercício do controle social e implementação das políticas públicas no Brasil.

2 GOVERNANÇA CORPORATIVA

O conceito de governança tem sua origem a partir de processos históricos, entre as quais pode-se destacar as transformações na política mundial, a redefinição do papel do estado e, principalmente, a globalização. Tais elementos conduziram à emergência de novas formas de gestão, nas esferas pública e privada, que considerassem um cenário mais abrangente, não apenas no tocante à economia, mas também em relação a questões sociais e ambientais. Assim, evidencia-se a discussão sobre os novos meios e padrões de articulação entre indivíduos, organizações, empresas e o próprio Estado, deixando clara a importância da governança em todos os níveis, ou seja, nos sistemas sob o qual as principais funções econômicas, tais como os bancos, as indústrias e a mão de obra são organizadas em corporações.

A expressão “*governance*” surgiu diante das reflexões conduzidas, pelo Banco Mundial, com o desígnio de aprofundar o conhecimento das condições que garantem um Estado eficiente conforme Diniz (1995 apud Gonçalves, 2005, p. 1). Ademais, esclarece o autor, “*tal preocupação deslocou o foco da atenção das implicações estritamente econômicas da ação estatal para uma visão mais abrangente, envolvendo as dimensões sociais e políticas da gestão pública*”.

Segundo o IBGC (2009) governança corporativa é o sistema pelo qual as sociedades são dirigidas e monitoradas, envolvendo os relacionamentos entre acionistas/cotistas, conselho de administração, diretoria, auditoria independente e conselho fiscal. A governança corporativa tem como finalidade aumentar o valor da sociedade, facilitar seu acesso ao capital e contribuir para sua perenidade. O código das melhores práticas de governança corporativa tem como princípios básicos a transparência, a

equidade, a prestação de contas, a responsabilidade corporativa e a existência dos Conselhos Fiscal e de Administração.

Agora que já foi conceituada a governança corporativa em seu sentido amplo, passaremos a abordar a governança restrita ao setor público.

3 GOVERNANÇA CORPORATIVA NO SETOR PÚBLICO

No que concerne à governança no setor público, Mello (2006) afirma que não é somente uma questão de aumento de efetividade e eficiência, mas também de legalidade e legitimidade, e pode ser entendida através dos elementos primordiais a serem considerados na boa governança, quais sejam: responsabilidade na prestação de contas, transparência, participação, administração de relacionamentos e, dependendo do contexto, eficiência e/ou equidade (EDWARDS, 2002, apud MELLO, 2006, p.9).

Já Slomski (2005) abordou os princípios definidos pelo Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa, publicado pelo Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC), sob a ótica de suas aplicações na gestão pública governamental.

É possível estabelecer analogias entre os objetivos definidos para as empresas privadas e para as organizações públicas. Enquanto a governança corporativa no setor público trata da aquisição e distribuição de poder na sociedade, a governança corporativa em sentido geral denota a maneira segundo a qual as organizações privadas são governadas e administradas; o contraste é perceptível quando esta última é comparada com a governança corporativa aplicada no setor Público (MELLO, 2006).

Uma boa gestão dos recursos públicos pode, ainda, atrair investimentos da iniciativa privada com baixo custo, bem como propiciar geração de emprego e renda, visto que, a aplicação de medidas corretivas que estimulem o cumprimento das leis fornece maiores garantias às empresas para emprestarem dinheiro ao poder público (SLOMSKI, 2005).

A governança no setor público é a proteção ao inter-relacionamento entre a administração, o controle e a supervisão, realizada através da organização governamental, pela situação organizacional e pelas autoridades do governo. Salienta-se que a finalidade é relacionar os objetivos políticos de forma eficiente e eficaz, assim como comunicar publicamente e ainda providenciar uma prestação de contas (*accountability*) para benefício da sociedade em geral (TIMMERS, 2000, apud MELLO, 2006, p.12).

Aplicaremos, a seguir, os princípios da governança corporativa anteriormente citados (transparência, equidade, prestação de contas, responsabilidade corporativa e existência dos Conselhos Fiscal e de Administração) à Administração Pública, escopo deste estudo.

Consoante o princípio da transparência, temos que no setor público a comunicação deve ser espontânea, franca e rápida, de forma a estimular a confiança e diminuir a assimetria de informações entre Estado e sociedade. A comunicação não deve abranger somente o desempenho econômico-financeiro, mas também deve abordar fatores intangíveis. A Lei de Responsabilidade Fiscal e a Lei de Acesso à Informação, sobre as quais discorreremos ao longo deste trabalho, fornecem os parâmetros para que se tenha a transparência necessária dos atos dos gestores públicos.

De acordo com a Controladoria Geral da União - CGU (2011) *“a criação desta Lei representa uma mudança de paradigma em matéria de transparência pública, pois estabelece que o acesso é a regra e o sigilo, a exceção”*.

Quanto à equidade, o Código de Melhores Práticas de Governança Corporativa preconiza que todos os *stakeholders* (partes interessadas) devem ser tratados de maneira justa e igualitária, com atenção especial aos grupos minoritários. A aplicação deste princípio na gestão pública tem a finalidade de alcançar o bem-estar comum da coletividade de maneira equânime.

A prestação de contas (*accountability*) é um dos pilares da governança corporativa e, embora não possua uma tradução única na língua brasileira, tem sido comumente explicada como sendo a prestação de contas, implícita nesse conceito a transparência nas ações dos gestores públicos.

Na terminologia “prestação de contas” verifica-se uma maior amplitude do que simplesmente prestar contas à sociedade, tendo em vista que engloba tanto a parte externa, quanto interna da instituição, bem como as atitudes do próprio gestor público.

De acordo com Araújo (2002), *accountability* é a obrigação de responder pelos resultados e, conforme Campos (1990), não trata apenas de um tema de magnitude organizacional ou de reforma administrativa, uma vez que a simples geração de controles burocráticos não parece suficiente para tornar efetiva a responsabilidade dos servidores públicos. O autor menciona que *“o grau de accountability de uma burocracia é explicado pelas dimensões contextuais da administração pública, por meio da textura política e institucional da sociedade, dos valores e costumes tradicionais partilhados na cultura e da própria história”*.

Convém ressaltar, ainda, que os agentes públicos devem prestar contas de sua atuação e

se responsabilizar integralmente por todos os atos que praticarem no exercício de seus mandatos. Os relatórios e demonstrativos devem permitir ao cidadão saber como e onde os recursos públicos são aplicados, bem como fazer comparações e verificar a qualidade dos serviços ofertados.

Levy (1999, p.390), define *accountability* como a obrigação de prestar contas e assumir responsabilidades perante os cidadãos imposta àqueles que detêm o poder de Estado, objetivando criar transparências e, conseqüentemente, maiores condições de confiança entre governantes e governados.

O'Donnel (1998) apresenta a obrigação do governante e do funcionário de sujeitar seus atos à lei e a obrigação do governante de prestar contas dos seus atos como fatores essenciais para o exercício da *accountability*.

De acordo com outro pilar da governança, a responsabilidade corporativa, as ações dos governos precisam levar em consideração não só resultados econômicos como também aspectos sociais e ambientais. Como exemplo, citamos a contratação preferencial de recursos oferecidos pela própria comunidade, o estímulo ao desenvolvimento científico, criação de oportunidades de emprego e a melhoria da qualidade de vida através de ações educativas, culturais e assistenciais.

Quanto à existência dos Conselhos Fiscal e de Administração, em se tratando de setor público, temos que as entidades públicas governamentais contam com diversos conselhos, que os substituem em suas funções relativas à governança. Nos municípios, por exemplo, o conselho fiscal equivale à Câmara de Vereadores, composto por representantes da sociedade, eleitos para legislar e fiscalizar os atos do gestor público, com o apoio do Tribunal de Contas do Estado e/ou do Município, que realiza a fiscalização externa e emite um parecer sobre a aprovação e/ou rejeição das contas referentes ao exercício financeiro.

Principalmente no nível municipal, existem também diversos Conselhos de Administração, de Saúde, de Educação, entre outros, que têm a função de acompanhar e orientar a gestão para garantir o oferecimento de serviços públicos de qualidade à sociedade. Apesar disso, Fontes (2003) defende que os Conselhos de Administração na esfera pública não têm a mesma independência do setor privado, uma vez que nas entidades públicas o Conselho de Administração fica subordinado aos grupos políticos que estão no poder, podendo, inclusive, haver indicações de gestores para fazerem parte de conselhos, prejudicando sua atuação e independência.

Para dar respaldo aos princípios de governança, necessário se faz que haja previsão legal, conforme preconiza o princípio da legalidade,

disposto no artigo 37, caput, da Constituição Federal. A gestão no setor público, conforme salienta Mello (2006), tem por alicerce o princípio da legalidade, de acordo com o qual o gestor pode tão somente fazer o que está previsto em lei, sendo tudo o que não é permitido pela lei, proibido. Em outras palavras, a vontade da Administração Pública é a que decorre da lei.

Para levar a efeito a medida, foram elaboradas leis que visam aprimorar e fortalecer os principais eixos das organizações públicas, das quais podemos destacar, para fins desse estudo, algumas específicas, tais como a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF)¹, a Lei de Acesso à informação² e a lei da Transparência³, as quais seguem abaixo descritas.

A Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 101/2000) foi editada com o objetivo de fixar normas de finanças públicas quanto à responsabilidade dos gestores na execução e gestão das receitas e despesas realizadas no âmbito das organizações públicas.

A edição da mencionada Lei foi, pode-se assim dizer, um reconhecimento de práticas tradicionais, mas que de certa forma eram nocivas à Administração Pública. Verifica-se tratar de adoção de novas práticas mais condizentes com os princípios democráticos presentes na Constituição Federal de 1988 (CF/88)⁴.

Cabe informar, ainda, que a referida Lei tem amparo no Capítulo II do título VI da Constituição Federal de 1988, sendo importante ressaltar o parágrafo 1º da Lei Complementar nº 101/2000, cujo texto segue abaixo descrito:

§ 1º A responsabilidade na gestão fiscal pressupõe a ação planejada e transparente, em que se previnem riscos e corrigem desvios capazes de afetar o equilíbrio das contas públicas, mediante o cumprimento de metas de resultados entre receitas e despesas e a obediência a limites e condições no que tange a renúncia de receita, geração de despesas com pessoal, da seguridade social e outras, dívidas consolidada e mobiliária,

- 1 - Lei Complementar nº 101, de 4 de Maio de 2000: Esta Lei Complementar estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal, com amparo no Capítulo II do Título VI da Constituição.
- 2 - Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011: Esta Lei dispõe sobre os procedimentos a serem observados pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com o fim de garantir o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal.
- 3 - Lei complementar nº 131, de 27 de maio de 2009: Acrescenta dispositivos à lei complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, a fim de determinar a disponibilização, em tempo real, de informações pormenorizadas sobre a execução orçamentária e financeira da união, dos estados, do distrito federal e dos municípios.
- 4 - A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, promulgada em 5 de outubro de 1988, é a lei fundamental e suprema do Brasil, servindo de parâmetro de validade a todas as demais espécies normativas, situando-se no topo do ordenamento jurídico.

operações de crédito, inclusive por antecipação de receita, concessão de garantia e inscrição em Restos a Pagar.

A tônica da Lei Complementar nº 101/2000 é assegurar a responsabilidade na gestão fiscal. Todavia, cabe ressaltar que a gestão das finanças públicas não deve considerar tão somente a responsabilidade fiscal, mas também a responsabilidade social. Assim, é conveniente mencionar que haverá em cada ente federativo um embate sobre o assunto, tendo em vista a divergência entre o gerenciamento dos recursos sob a ótica fiscal e sob a ótica da população.

Diante disso, salienta-se que a busca do equilíbrio entre os anseios coletivos e as reais possibilidades econômicas e financeiras deve ser realizada através do planejamento, estabelecendo prioridades, formas de alcançar resultados positivos e mecanismos de controle de eventuais desvios.

A Lei de Acesso à Informação (LAI)⁵, a saber, a Lei nº 12.527, sancionada pela Presidenta da República em 18 de novembro de 2011, tem o escopo de regulamentar o direito constitucional de acesso dos cidadãos às informações públicas, sendo seus dispositivos aplicáveis aos três Poderes da União, Estados, Distrito Federal e Municípios. A LAI foi publicada em 18 de novembro de 2011, mas só entrou em vigor 180 (cento e oitenta) dias após essa data, ou seja, em 16 de maio de 2012. Sua publicação foi um importante passo para a consolidação democrática do Brasil, considerando-se o intuito de prevenção da corrupção no país. Esse mecanismo torna possível uma maior participação dos cidadãos e possibilita, também, o controle social das ações governamentais, permitindo que ocorra melhorias na gestão pública.

O direito de acesso à informação pública foi previsto na CF/88, em seu artigo 5º, inciso XXXIII do Capítulo I - dos Direitos e Deveres Individuais e Coletivos – cujo texto dispõe que “todos têm direito a receber dos órgãos públicos informações de seu interesse particular, ou de interesse coletivo ou geral, que serão prestadas no prazo da lei, sob pena de responsabilidade, ressalvadas aquelas cujo sigilo seja imprescindível à segurança da sociedade e do Estado”.

O assunto também foi tratado no Art. 5º, inciso XIV, Art. 37, § 3º, inciso II e no Art. 216, § 2º (CF/88), conforme segue:

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

5 - A Lei nº 12.527/2011, conhecida como Lei de Acesso à Informação (LAI), regulamenta o direito, previsto na Constituição, de qualquer pessoa solicitar e receber dos órgãos e entidades públicos, de todos os entes e Poderes, informações públicas por eles produzidas ou custodiadas.

XIV - é assegurado a todos o acesso à informação e resguardado o sigilo da fonte, quando necessário ao exercício profissional.

Com a vigência da Lei de Acesso, a publicidade passou a ser a regra e o sigilo a exceção, sendo assim, os cidadãos podem ter acesso às informações públicas produzidas ou custodiadas pelos órgãos e entidades da Administração Pública. Todavia, conforme já mencionado, a LAI prevê algumas exceções, de maneira especial, aquelas cuja divulgação de maneira indiscriminada possa ocasionar riscos à sociedade ou ao Estado.

De acordo com o art. 8º da LAI, é dever das organizações públicas divulgar na internet informações (públicas) que sejam de interesse coletivo ou geral.

É imprescindível destacar que a referida Lei contém dispositivos de aplicação imediata a todos os órgãos e entidades, bem como dispositivos que necessitam de regulamentação específica por cada Poder e Ente da Federação. Diante disso, no âmbito do Poder Executivo Federal, a regulamentação específica da Lei de Acesso à Informação ocorreu com a publicação do Decreto nº 7.724⁶, em 16 de maio de 2012.

Segundo o Decreto nº 7.724/2012, os órgãos e entidades do Poder Executivo Federal deverão publicar o seguinte rol mínimo de informações nos seus sítios eletrônicos:

- a) estrutura organizacional e competências dos órgãos, além dos endereços e telefones de suas unidades e horários de atendimento ao público;
- b) programas, projetos, ações, obras e atividades, indicando a unidade responsável, principais metas e resultados e indicadores (se existirem);
- c) repasses ou transferências de recursos financeiros;
- d) execução orçamentária e financeira detalhada;
- e) procedimentos licitatórios, com os contratos celebrados e notas de empenho emitidas;
- f) remuneração percebida por servidores e empregados públicos de maneira individualizada;
- g) respostas a perguntas mais frequentes da sociedade;
- h) contato da autoridade de monitoramento da LAI na instituição e informações sobre o Serviço de Informações ao Cidadão;

6 - Regulamenta a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, que dispõe sobre o acesso a informações, estabelecendo os procedimentos para a garantia do acesso à informação e para a classificação de informações sob restrição de acesso no Governo Federal.

- i) informações classificadas e desclassificadas, nos termos do art. 45, I e II do Decreto 7.724/2012.

Considerando ainda o Decreto nº 7.724/2012 em seu art. 8º temos que, os sítios na Internet dos órgãos e entidades deverão, em cumprimento às normas estabelecidas pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, atender aos seguintes requisitos, entre outros:

- I - conter formulário para pedido de acesso à informação;
- II - conter ferramenta de pesquisa de conteúdo que permita o acesso à informação de forma objetiva, transparente, clara e em linguagem de fácil compreensão;
- III - possibilitar gravação de relatórios em diversos formatos eletrônicos, inclusive abertos e não proprietários, tais como planilhas e texto, de modo a facilitar a análise das informações;
- IV - possibilitar acesso automatizado por sistemas externos em formatos abertos, estruturados e legíveis por máquina;
- V - divulgar em detalhes os formatos utilizados para estruturação da informação;
- VI - garantir autenticidade e integridade das informações disponíveis para acesso;
- VII - indicar instruções que permitam ao requerente comunicar-se, por via eletrônica ou telefônica, com o órgão ou entidade; e
- VIII - garantir a acessibilidade de conteúdo para pessoas com deficiência.

A Lei da Transparência⁷, a denominada Lei complementar nº 131, de 27 de maio de 2009, acrescenta dispositivos à Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000 (LRF), estabelecendo normas de finanças públicas para a responsabilidade na gestão fiscal e demais providências.

A referida lei alterou a redação da Lei de Responsabilidade Fiscal no que se refere à transparência da gestão fiscal, inovando ao determinar a disponibilização, em tempo real, de informações pormenorizadas sobre a execução orçamentária e financeira da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

7-Conforme definido pela LC 131, todos os entes possuem obrigação em liberar ao pleno conhecimento e acompanhamento da sociedade, em tempo real, informações pormenorizadas sobre a execução orçamentária e financeira, em meios eletrônicos de acesso público. Essas informações precisam estar disponíveis na rede mundial de computadores, não necessariamente em um Portal da Transparência, contudo, considerando as boas práticas, é desejável concentrar as informações em um só local.

O artigo 1º da Lei nº 131, altera o artigo 48 da Lei Complementar nº 101, cujo texto passa a vigorar com a seguinte redação:

A transparência será assegurada também mediante:

- I – incentivo à participação popular e realização de audiências públicas, durante os processos de elaboração e discussão dos planos, lei de diretrizes orçamentárias e orçamentos;
- II – liberação ao pleno conhecimento e acompanhamento da sociedade, em tempo real, de informações pormenorizadas sobre a execução orçamentária e financeira, em meios eletrônicos de acesso público;
- III – adoção de sistema integrado de administração financeira e controle, que atenda a padrão mínimo de qualidade estabelecido pelo Poder Executivo da União e ao disposto no art. 48-A.” (NR)

Conforme determinado pela LC 131, todos os entes deverão divulgar:

- Quanto à despesa: todos os atos praticados pelas unidades gestoras no decorrer da execução da despesa, no momento de sua realização, com a disponibilização mínima dos dados referentes ao número do correspondente processo, ao bem fornecido ou ao serviço prestado, à pessoa física ou jurídica beneficiária do pagamento e, quando for o caso, ao procedimento licitatório realizado;
- Quanto à receita: o lançamento e o recebimento de toda a receita das unidades gestoras, inclusive referente a recursos extraordinários.

Conforme o Manual de Transparência Fiscal do Fundo Monetário Internacional (FMI), a delimitação clara de funções dentro do governo é essencial para a transparência. O manual destaca a existência de quatro eixos indispensáveis à transparência fiscal: definição clara de funções e responsabilidades, abertura dos processos orçamentários, acesso público à informação e garantias de integridade das informações. (FMI, 2007).

A mesma instituição afirma, ainda, que:

O processo orçamentário e as informações apresentadas na documentação orçamentária são cruciais para a transparência fiscal. Salvo raríssimas exceções, o orçamento anual é o principal instrumento usado pelo governo para definir a política fiscal. É nesse momento que o governo apresenta

suas propostas de despesa e os meios que usará para financiá-las, no contexto de uma declaração explícita das intenções das suas políticas. (FMI, 2007, p.47).

A transparência fiscal não se resume ao grau de acesso sobre as informações orçamentárias e financeiras, pois sua efetividade depende não apenas do acesso às informações, mas também dos atributos inerentes a elas. Salienta-se, ainda, que as informações devem ser fidedignas, abrangentes e possibilitar o conhecimento da gestão fiscal mediante comparações e análises.

Por meio de recentes leis, como por exemplo, a Lei da Responsabilidade Fiscal, a Lei do Acesso à Informação e a Lei da Transparência, criou-se a possibilidade de oferecer a cidadãos, parlamentares, órgãos governamentais e organizações não governamentais, informações suficientes e fidedignas a fim de que possam exercer o controle social, o qual será abordado no capítulo que se segue.

4 CONTROLE SOCIAL

Destacamos, nos capítulos anteriores, os pilares da governança corporativa e sua aplicação ao setor público, destacando seu objetivo final, qual seja, a aproximação entre sociedade e Estado. O controle da Administração pública provém da necessidade de se fiscalizar os atos dos gestores públicos a fim de que sejam detectadas e sanadas irregularidades e garantidos os interesses da sociedade.

De acordo com Di Pietro (2006), o controle tem por finalidade assegurar que a Administração atue conforme os princípios que lhe são impostos pelo ordenamento jurídico, tais como os da legalidade, moralidade, finalidade pública, publicidade, motivação e impessoalidade.

Ainda, segundo a autora (2006, p. 693), temos que:

Embora o controle seja atribuição estatal, o administrado participa dele à medida que pode e deve provocar o procedimento de controle, não apenas na defesa de seus interesses individuais, mas também na proteção do interesse coletivo. A Constituição outorga ao particular determinados instrumentos de ação a serem utilizados com essa finalidade. É esse, provavelmente, o mais eficaz meio de controle da Administração Pública: o controle popular.

Parente (2006, p. 210), destaca a importância de se reconhecer a importância do papel complementar do Estado, seja ele na organização das forças sociais ou na busca da garantia do

efetivo exercício dos direitos sociais, bem como de propiciar os instrumentos necessários para o exercício da cidadania, a fim de assegurar que a autoridade governamental atue em consonância com os princípios previstos na Constituição Federal brasileira.

Oliveira (2002, apud RIZZO JÚNIOR, 2009, p. 187) evidencia a necessidade de existência do controle social, mesmo que os Poderes se fiscalizem reciprocamente. Para ele:

O controle do gasto público efetuado pelos três poderes e demais entes e empresas sujeitas à disciplina orçamentária não dispensa a participação social. As estruturas burocráticas são insuficientes para efetuar um adequado e correto controle do gasto público. [...] a democracia moderna não se sustenta na teoria montesquiana de fiscalização recíproca entre os poderes.

Cardona, ao discorrer sobre o controle externo defende que:

Já se trate de um controle técnico ou de uma vigilância meramente política, seu fundamento repousa no fato principal de que corresponde à coletividade, como cidadania ou como contribuinte, não só aprovar, mas também vigiar a execução do pano prospectivo de ingressos e gastos na satisfação das necessidades públicas e regulação econômica e social através da atividade financeira. (CARDONA, 1970, apud Silva, 2005, p. 758);

Ora, a crescente participação dos cidadãos, exercendo efetivamente o controle social, é essencial para que a administração atue de forma mais eficiente e eficaz, espelhando os anseios da sociedade. Porém, para que isso ocorra, faz-se necessária a conscientização da sociedade em relação à importância de se fazer o controle dos atos públicos.

De um lado, temos a necessidade de se criar mecanismos que permitam à sociedade exercer o controle dos atos públicos, os quais, como defendem muitos autores, ainda são escassos.

Para Campos (1990), *“o controle social necessita de dispositivos formais de atuação da sociedade e, ainda, que esses dispositivos sejam ágeis e amplamente conhecidos”*.

Silva (2001) afirma que ainda faltam vias de atuação disponíveis ao cidadão comum que, para ele, *“não sabe como atuar e tem medo de exercer a sua cidadania por falta de informação e receio das repercussões que possam advir de seus atos”*. O autor defende a necessidade de viabilizar canais formais de acolhimento de denúncias, além da disponibilização de informação simples, consistente e por meio de regras claras.

De outro lado, a existência de instrumentos que não são de conhecimento das pessoas ou que produzem informações incompreensíveis ao cidadão comum tornam-nos inúteis do ponto de vista do controle social e um fim em si mesmos.

Di Pietro (1998) defende que apenas a criação de instrumentos de controle social não é suficiente. Conforme dispõe a autora:

Para que o controle social funcione é preciso conscientizar a sociedade de que ela tem o direito de participar desse controle; é preciso criar instrumentos de participação, amplamente divulgados e postos ao alcance de todos. Enquanto o controle social não fizer parte da cultura do povo, ele não pode substituir os controles formais hoje existentes.

De acordo com Rizzo Júnior (2009), a realidade não será transformada apenas com normas positivadas e uma sociedade politizada será um grande avanço em direção à plena participação popular na vida pública. Para o autor:

Direito, política, poder normativo, governo, administração e direitos humanos não sobrevivem e nem recebem o sopro vital da legitimação sem a fertilização diária do consentimento popular (...) Nenhum poder neutral, nenhuma entidade, por mais qualificada que seja, nenhuma técnica poderá suprir a competência única da sociedade na avaliação crítica das políticas públicas. Enfatiza-se, por último, que o controle social não é a panaceia de todos os males, mas é a única forma de tornar eficaz o conjunto de opções empregadas para o controle interno e externo de políticas públicas.

Ao estudar a prestação de contas no setor público, Campos (1990) defende que a organização de cidadãos vigilantes e conscientes de seus direitos é necessária para que haja participação social. De acordo com ele, uma sociedade necessita atingir certo nível de organização de seus interesses públicos e privados, antes de ser capaz de exercer controle sobre o Estado, salientando que o desenvolvimento da consciência popular é pré-condição para uma democracia verdadeiramente participativa e, portanto, para a *accountability* do setor público.

Assim, faz-se necessário que os cidadãos sejam motivados de forma mais prática (uma vez que na Lei de Responsabilidade Fiscal há esse incentivo) a buscar as informações disponíveis e a tentar compreendê-las, o que depende, em grande parte, de esforços dos órgãos públicos para incentivo ao diálogo com a população, além de se tornarem conhecidos e também acessíveis às pessoas, conforme preceitua Dallari (2002 apud SILVA, 2009, p. 8):

[...] o primeiro passo para se chegar à plena proteção dos direitos é informar e conscientizar as pessoas sobre a existência de seus direitos e a necessidade e possibilidade de defendê-los. Afinal, quando alguém não sabe que tem um direito ou dispõe apenas de informações vagas e imprecisas sobre ele, é pouco provável que venha a tomar alguma atitude em defesa desse direito ou que vise à sua aplicação prática.

De acordo com Pinto (1999), é de extrema importância, ainda, que a prestação de contas seja elaborada de forma clara e inteligível e que haja um processo de troca de experiências quanto à gestão pública cidadã, pois tal prestação não deve constituir-se num fim, mas num meio de promover a cidadania.

Figueiredo (2003, p.10) destaca a importância da disponibilização de informações compreensíveis:

A transparência deve ser entendida não só como disponibilização de informações, mas, sobretudo informações disponíveis que sejam compreensíveis pelo cidadão mediano. Deve haver compatibilidade entre a linguagem adotada e o destinatário da informação. Caso contrário não se permitirá o exercício do controle por parte daquele que a recebe. O desafio consiste em traduzir a linguagem técnica e estranha ao cidadão comum para outra que lhe seja acessível, sem o receio da banalização, sobretudo diante da constatação de que ser simples não significa ser desprovido de conteúdo.

Temos, dessa forma, que não basta que o setor público apresente todos os pilares da governança corporativa, nem tampouco que haja leis que lhes dê suporte. É necessário, acima de tudo, que o controle social seja de fato exercido e, para isso, que a Administração proveja instrumentos de informação úteis e compreensíveis pela sociedade.

5 PANORAMA ATUAL

Dentre as iniciativas atuais para democratizar o acesso à informação, destaca-se a do programa de Governo Eletrônico (e-Gov) brasileiro, que prioriza o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC's), visando ampliar o debate e a participação popular na construção das políticas públicas, bem como aprimorar a qualidade dos serviços e informações públicas prestadas.

A política de e-Gov do Estado brasileiro, segue um conjunto de diretrizes baseado em três ideias fundamentais: participação cidadã; melhoria do gerenciamento interno do Estado; e integração com parceiros e fornecedores. A origem do programa de e-Gov remonta ao ano de 2000, quando foi nomeado um Grupo de Trabalho Interministerial com a finalidade de examinar e propor políticas, diretrizes e normas relacionadas às novas tecnologias eletrônicas

de interação, com origem no Decreto Presidencial de 3 de abril de 2000. Por meio da Portaria da Casa Civil nº 23 de 12 de maio de 2000, as ações deste Grupo de Trabalho em Tecnologia da Informação (GTTI) foram formalizadas e incorporadas às metas do programa Sociedade da Informação, coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (e-Gov, 2014).

O conceito de e-Gov pode ser entendido como uma forma de modernização do estado e está fortemente apoiado no emprego das novas TIC's para a prestação de serviços públicos, mudando a maneira como o governo interage com os cidadãos, empresas e outros governos. Os três principais tipos de transação do conceito são:

- › G2B (acrônimo do inglês “*Government to Business*”) caracteriza-se por transações entre governos e fornecedores (integração com a cadeia de valor: Sistemas Estruturadores - Extranet);

- › G2C (acrônimo do inglês “*Government to Citizen*”) envolvendo relações entre governos e cidadãos (interação com cidadão: Portal de atendimento - Internet);

- › G2G (acrônimo do inglês “*Government to Government*”) trata-se de uma relação intra ou inter-governos (Gestão interna: Sistemas Internos - Intranet).

5.1 Exemplos de sistemas oriundos do programa de e-Gov

As transformações iniciadas na década passada, proporcionadas pelo advento do e-Gov, permitiram a criação dos alicerces para os futuros sistemas da administração pública, com padrão/arquitetura integrados e disponibilizados via plataforma *Web*, conforme pode ser observado na Tabela 1. Uma das maiores vantagens auferidas pela administração pública federal por intermédio

Tabela 1- Exemplos de sistemas disponíveis via plataforma Web

Site	Informações disponibilizadas
Portal da Transparência	Disponibiliza pesquisa no Cadastro Nacional de Empresas Inidôneas e Suspensas (CEIS), permite acompanhar detalhadamente as previsões e as receitas realizadas do Governo Federal, oferece acesso à base de convênios (SICONV) do Governo Federal e também ao Cadastro de Entidades Privadas sem Fins Lucrativos (CEPIM), onde estão relacionadas todas as pessoas jurídicas impedidas de celebrar convênios, contratos de repasse ou termos de parceria com a administração pública federal. Outra importante informação disponibilizada é a pesquisa sobre cargo, função, situação funcional e remuneração dos servidores civis e militares, bem como dos agentes públicos do Poder Executivo Federal. Os dados têm origem no Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos (Siape), no sistema próprio do Banco Central e ainda, nos sistemas mantidos pelos Comandos Militares.
Portal Comprasnet	No Comprasnet podem ser encontradas orientações e regras para a aquisição de bens e serviços, além de ampla legislação sobre licitação e contratação por órgãos do Governo Federal. Ademais, todos os processos de compras governamentais, realizados na modalidade pregão eletrônico, são efetuados em tempo real por meio do Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais (Siasg), que permite também acesso ao Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores (Sicaf).
Portal do Banco Central do Brasil	O Sistema de Informações do Banco Central (Sisbacen) é um conjunto de recursos de tecnologia da informação, interligados em rede, utilizado pelo Banco Central na condução de seus processos de trabalho.
Portal Inclusão Digital	O Portal Inclusão Digital reúne notícias e informações sobre diversos programas voltados à facilitação do acesso a computadores e internet por toda a sociedade, especialmente daquelas comunidades mais carentes e distantes dos grandes centros.
Portal da Caixa Econômica Federal	O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI – divulga mensalmente custos e índices da construção civil. A gestão do sistema é compartilhada entre a CAIXA e o IBGE. A Lei de Diretrizes Orçamentárias - LDO, desde sua edição anual de 2003, determina que os custos do SINAPI sejam utilizados como referências para a razoabilidade de preços de obras públicas executadas com recursos federais do Orçamento Geral da União.

Fonte: Baseado em e-Gov (2014).

do programa de e-Gov, foi a disseminação de uma macrocultura comum entre os entes da Administração Pública Federal direta, autárquica, fundacional e até mesmo entre empresas públicas. Este fato possibilitou um aumento exponencial na gestão, sustentabilidade e eficiência no emprego dos recursos públicos, gerando uma grande redução de gastos e o fortalecimento das políticas governamentais de uso estratégico do poder de compra do Estado.

Convém ressaltar que os exemplos de portais acima mencionados, embora de elevada relevância, representam apenas uma pequena parcela de todos os sistemas *Web* existentes e/ou disponibilizados atualmente. A amostra referencia apenas sítios da esfera federal, mas não é possível deixar de citar o Portal da Secretaria de Fazenda do Estado de São Paulo, que permite o acompanhamento e informação sobre as contas públicas e disponibiliza ainda consultas ao IPVA, Nota Fiscal Paulista, Nota Fiscal Eletrônica, ICMS, CADIN, JUCESP, etc.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS: ANÁLISE SOBRE O ATRASO

Considerando o exposto, verifica-se que os princípios da Governança Corporativa devem orientar a nova forma de gestão pública, estimulando os gestores a prestar contas de seus atos e a aplicar eficientemente os recursos finitos, com vistas a aperfeiçoar a administração e oferta dos serviços.

Através das recentes leis, aqui tratadas, estabeleceu a necessidade de oferecer informações suficientes e fidedignas à população, a fim de que esta possa exercer o controle das ações de governo. Diante disso temos o aperfeiçoamento do exercício da cidadania, através do redesenho do sentido e dos direitos dos cidadãos.

Convém mencionar que as leis devem ser utilizadas, por parte dos cidadãos, como ferramentas que permitem uma ação fiscalizadora responsável, mudando-se as relações entre Estado e sociedade. Verifica-se que a própria Carta Magna instituiu o controle social dos poderes e, por conseguinte, o direito de acesso às informações de interesse público.

Todavia, para que isso seja implantado de maneira eficiente, a população deve exigir o cumprimento das leis, se impondo na sociedade, avaliando seus governos e exercendo sua cidadania.

No que tange as medidas governamentais já adotadas, é conveniente ressaltar que se passaram quase 14 anos desde o advento do programa de Governo Eletrônico e, pode-se constatar que a utilização dos modernos recursos de TIC's realmente causou uma ampla transformação na maneira como o Estado se relaciona com o cidadão, com a iniciativa privada, com os entes da própria administração e até mesmo com governos estrangeiros.

Cabe especial destaque ao papel da SLTI do MPOG, a quem compete a atividade "prática" de se comportar como mola propulsora na disseminação das diretrizes do programa de e-Gov, na direção dos entes da Administração Pública Federal direta, autárquica, fundacional, Estados e Municípios.

Analisando criticamente o assunto em questão, verifica-se um gigantesco *gap* entre o governo e a sociedade, visto que a transparência, embora tenha alcançado êxito, é ainda tratada com pouca significância pela gestão pública e, no que se refere ao controle social, convém ressaltar que o mesmo apenas será efetivo na medida em que existam dados, transparência e informações disponíveis e compreensíveis, incluindo ainda a necessidade de canais concretos de participação dos cidadãos.

Salienta-se, ainda, que existe uma preocupação governamental em controlar a aplicação dos recursos, porém a partir de uma perspectiva fiscal, não existindo o mesmo envolvimento no cumprimento das questões sociais. Percebe-se também a utilização de instrumentos de participação da sociedade, porém são apenas meios para atender determinações legais, cujo objetivo é de tão somente ratificar a opinião dos gestores, gerando um distanciamento da sua finalidade primordial, que é ouvir a sociedade e promover a participação social.

Essa perspectiva denota a imprescindibilidade de medidas a serem ainda adotadas, a fim de promover a participação maciça do cidadão, para que este exerça, adequadamente, o controle social. O envolvimento da sociedade por meio da busca pela mudança na educação, pelo acesso à informação e pela mobilização social, entre outros, poderá ter influência expressiva tanto no controle dos gastos públicos, quanto na prevenção e no combate à corrupção.

Em suma, a preservação da informação, bem como o controle social, são temas sempre em pauta, porém são ainda problemas a serem resolvidos, uma vez que esbarram na burocracia, na incipiência do sistema e na questão cultural, fatores estes que norteiam as políticas públicas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, V. C. **A conceituação de governabilidade e governança, da sua relação entre si e com o conjunto da reforma do Estado e do seu aparelho.** Textos para Discussão/ENAP. Brasília, n. 45, 2002. Disponível em: <<http://www.enap.gov.br/setlivroshtml.htm>>. Acesso em: 26 jul. 2014.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 15 ago. 2013.

_____. Decreto nº 7.724 de 16 de maio de 2012. Regulamenta a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, que dispõe sobre o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do caput do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/D7724.htm> Acesso em: 20 mai. 2014

_____. Lei Complementar nº 101, de 04 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 mai. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp101.htm>. Acesso em: 05 mar. 2013.

_____. Lei nº 12.527 de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei no 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei no 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 nov. 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em: 05 mar. 2013.

_____. Lei complementar nº 131, de 27 de maio de 2009. Acrescenta dispositivos à Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, que estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências, a fim de determinar a disponibilização, em tempo real, de informações pormenorizadas sobre a execução orçamentária e financeira da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp131.htm>. Acesso em: 21 nov. 2013.

CAMPOS, A. M. **Accountability: quando poderemos traduzi-la?** Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, FGV, 24 (2), fev/abr, 1990.

CGU, CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. **Acesso à Informação Pública: uma introdução à Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011**. Disponível em: <<http://www.cgu.gov.br/publicacoes/CartilhaAcessoInformacao/CartilhaAcessoInformacao.pdf>>. Acesso em: 15/05/2014.

DI PIETRO, M. S. Z. A defesa do cidadão e da res pública. Revista do Serviço Público. Fundação Escola Nacional de Administração Pública. Ano 49, n 2 (abr-jun 1998). Brasília: ENAP. Fls. 125-130

DI PIETRO, M. S. Z. **Direito Administrativo**. 19 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FIGUEIREDO, C. M. C. A experiência do Tribunal de Contas de Pernambuco no estímulo à participação cidadã. In: **VIII Congresso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública**. Panamá: 28-31 Oct. 2003.

FONTES FILHO, J. R. Governança organizacional aplicada ao setor público. In: **VIII Congresso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública**, Panamá, 28-31 Oct. 2003.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **Manual de Transparência Fiscal 2007**. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/np/fad/trans/por/manualp.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

GONÇALVES, A. O conceito de Governança. In: **CONPED, XIV, 2005 – Encontro Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós Graduação em Direito - CONPEDI**. Fortaleza: Fundação Boiteux, 2005. Disponível em: <<http://www.conpedi.org.br/conteudo.php?id=2>>. Acesso em: 21 nov. 2013.

IBGC, Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. **Código das melhores práticas de governança corporativa**. 4.ed./Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. São Paulo: IBGC, 2009.

LEVY, E. Controle social e controle de resultados: um balanço dos argumentos e da experiência recente. **O público não-estatal na reforma do Estado**. Rio de Janeiro: FGV, 1999.

MELLO, G. R. **Governança Corporativa no Setor Público Federal Brasileiro**. 2006. Tese (Mestrado em Ciências Contábeis) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

O'DONNELL, G. **Accountability horizontal e novas poliarquias**. Lua Nova, São Paulo: n. 44, p. 27-52, 1998.

OLIVEIRA, A. Controle Social: perspectivas para a fiscalização popular da Administração Pública no Brasil. In: TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Prêmio Serzedello Corrêa 2001: Monografias Vencedoras: Perspectivas para o Controle Social e a Transparência da Administração Pública**. Brasília: Tribunal de Contas da União, 2001.

PARENTE, L. B. de M. Participação social como instrumento para a construção da democracia: a intervenção social na administração pública brasileira. In: SOUZA JUNIOR, J. G. (Org.). **Sociedade democrática, direito público e controle externo**. Brasília: Tribunal de Contas da União, 2006. Disponível em: <<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2053230.PDF>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

PINTO, L. P. F. **O papel da publicidade na prestação de contas do governo: a visão dos representantes dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2187/000270163.pdf?sequence=1&locale=pt_BR>. Acesso em: 31 jan. 2013.

e-Gov, PORTAL DO GOVERNO ELETRÔNICO DO BRASIL. Desenvolvido pelo Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: <www.governoeletronico.gov.br>. Acesso em: 22 mai. 2014.

RIZZO JÚNIOR, O. **Controle social efetivo de políticas públicas.** Tese (Doutorado em Direito Econômico e Financeiro) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2133/tde-18112009-094825/pt-br.php>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

SILVA, F. C. C. Controle social: reformando a Administração para a sociedade. In: TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO.

Prêmio Serzedello Corrêa 2001: Monografias Vencedoras: Perspectivas para o Controle Social e a Transparência da Administração Pública. Brasília: Tribunal de Contas da União, 2001.

SILVA, G. E. **Os tribunais de contas e o controle social: a proposta de criação de uma ouvidoria para o tribunal de contas do estado do Rio de Janeiro e sua importância no processo democrático fluminense.** Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/3574/GECILDA.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 fev. 2013.

SILVA, J. A. **Curso de Direito Constitucional Positivo.** 25 ed. São Paulo: Malheiros, 2005.

SLOMSKI, V. Governança corporativa na gestão pública. In: **Controladoria e governança na gestão pública.** São Paulo: Atlas, 2005.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DA APRENDIZAGEM DOCENTE NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

CONSTITUENT ELEMENTS IN LEARNING TEACHING FEDERAL INSTITUTE OF EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGY OF SÃO PAULO

Ester Almeida Helmer¹

Data de entrega dos originais à redação em: 26/06/2014
e recebido para diagramação em: 05/02/2015.

Este artigo centra-se na socialização de alguns resultados de uma investigação de doutorado, em que nos dispusemos a compreender o processo de constituição da profissionalidade docente de professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), com ênfase nos percursos formativos e no processo de aprendizagem da docência – em um contexto político/educacional de construção identitária que a instituição vivencia. No desenvolvimento do trabalho investigativo, trilhamos os pressupostos da abordagem quanti-qualitativa. Dividimos os processos de coleta e análise de dados em três momentos, todavia, apresentamos neste artigo, os dados e análise do primeiro momento que envolveu 93 professores e abarcou a análise sobre o perfil pessoal, acadêmico, formativo e profissional dos professores participantes. Partimos do princípio de que conhecer alguns aspectos sobre quem são os professores do IFSP constitui condição essencial para: iniciar estudos sobre os processos de construção de suas profissionalidades, possibilitar iniciativas voltadas à sua valorização e corresponder às expectativas que a instituição tem com relação ao trabalho docente. Ademais, quanto mais informações e reflexões existirem sobre o docente que atua na Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, melhores serão as condições de viabilizar formação enquanto política pública, fundamental a um processo educativo com qualidade.

Palavras-chave: Formação de Professores. Docência na Educação Profissional e Tecnológica e Docência no Ensino Superior.

This article focuses on the socialization of some results we got when, in a doctoral research, we set out to understand the process of professional structuration of teachers of the Federal Institute of Education, Science and Technology of São Paulo (IFSP), with emphasis on different training paths and the learning process of the teaching - in a political/educational context of identity construction that the institution has been living. In this investigation, we employed the assumptions of quantitative-qualitative. Thus, we divide the process of collecting and analyzing data in three stages: the first involved 93 teachers and it included the analysis of the personal, academic, formative and professional profile. We assume that knowing some aspects about who the IFSP teachers is essential for: initiate studies on the construction processes of their professionalidades, enabling initiatives aimed to value and meet the expectations that the institution has with regard to teaching. Moreover, the more information there and reflections on teachers engaged in the Federal Network of Vocational and Technical Education, the better the ability to enable training as a public policy, essential to an educational process quality.

Keywords: Teaching in Professional and Technology Education and Teaching in Higher Education.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, temos acompanhado o processo de ampliação do acesso ao ensino fomentado principalmente pelo governo federal que amplia significativamente o número de vagas na Educação Superior, contribuindo, assim, para o cumprimento das metas do Plano Nacional de Educação brasileiro.

Entre as inúmeras políticas de expansão do ensino, encontram-se os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, espalhados por todo território nacional, cuja incumbência é ministrar educação profissional técnica de nível médio; cursos de formação profissional inicial e continuada; cursos de graduação (superiores de tecnologia, de licenciatura, de bacharelado e engenharia); cursos

¹ Doutora em Educação pelo PPGE/UFSCar – Técnica em Assuntos Educacionais da UFSCar.

de pós-graduação *lato sensu* (aperfeiçoamento e especialização) e *stricto sensu* (mestrado e doutorado).

Se até a década de 1990, o Ensino Superior foi oferecido no Brasil exclusivamente por universidades e faculdades isoladas, mais recentemente, com a política de expansão do Ensino Superior, instituições voltadas à formação profissional e tecnológica também passaram a oferecer Educação Superior.

Com a promulgação da Lei Nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia foram equiparados às universidades federais, conferindo a eles autonomia em suas gestões e na formulação de suas próprias normas, de modo a melhor desempenhar as atividades de ensino, de pesquisa e de extensão. Trata-se de instituições detentoras de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, pedagógica, didático-científica e disciplinar, que articulam com a Educação Superior, Básica e Profissional de forma pluricurricular e multicampi.

Com base nessa nova realidade, vemos a necessidade de aprofundar estudos e reflexões focados no desenvolvimento profissional da docência de professores na Educação Profissional Tecnológica, uma vez que demanda a contratação maciça de novos professores e fomenta a necessidade de elaborar políticas que visam à formação de um corpo docente que atenda um novo contexto educativo, composto por estudantes cada vez mais heterogêneos quanto ao desenvolvimento acadêmico, rotina de estudo, recurso financeiro, etnia, cultura, perspectiva com relação ao curso, a vida profissional e etc.

Não se pode desconsiderar também que, na nova concepção de Educação Profissional e Tecnológica, ampliam-se as atribuições dos professores, exigindo deles uma atuação mais polivalente, ao transitarem por diferentes níveis e modalidade de ensino: Educação Básica (cursos técnicos), Educação Superior (bacharelado, licenciatura, cursos superiores de tecnologia e pós-graduação), Educação de Jovens e Adultos etc.

Em nosso entendimento, o desenvolvimento profissional da docência é um processo dinâmico que demanda um conjunto de atuações, destrezas, conhecimentos, atitudes e valores que constituem saberes específicos do ser professor (GIMENO SACRISTÁN, 1999). Tais saberes se constroem, no decorrer da trajetória pessoal e profissional, no exercício da docência e, não menos importante, por meio de conhecimentos teóricos da profissão que fundamenta a pesquisa e a prática reflexiva.

Neste artigo, apresentaremos algumas características do corpo docente do IFSP que nos permitem compreender os processos de construção da profissionalidade docente, bem como pensar em propostas de formação continuada de professores da Educação Profissional e Tecnológica.

2 O PROFESSOR DO INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO E O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DA DOCÊNCIA

Ao analisarmos os dados obtidos na pesquisa de cunho *quanti-qualitativo* (SANTOS, 2009), podemos afirmar que os professores do IFSP constituem um grupo selecionado de profissionais que atua no sistema educacional brasileiro. A maioria dos professores investigados (74%) fez sua graduação e pós-graduação em instituições públicas detentoras dos melhores índices de qualidade de ensino, reconhecidas pela qualificação do seu corpo docente e também por ser responsável pela grande parte de pesquisas realizadas no país. Trata-se de jovens professores/pesquisadores, com pouca experiência docente e profissional, que iniciaram suas atividades laborais em uma instituição que passa por um processo de construção de uma nova identidade e, nesse processo, precisa superar o estigma de escola tecnicista e dualista, para, então, assumir o *status* que lhe foi garantido na lei, o de Universidade.

O perfil profissional até então delineado é de um corpo docente relativamente jovem: 66% dos professores encontram-se na faixa etária de 20 a 39 anos; 33% possuem até 5 anos de exercício no magistério e 28% possuem até 10 anos. Estes dados nos sugerem que, nos últimos anos, os professores se dedicaram quase que exclusivamente à formação acadêmica: graduação, mestrado e doutorado. O fenômeno das políticas de expansão do acesso à educação superior e, em mesma proporção, à Educação Profissional e Tecnológica, tem impulsionado o ingresso de pessoas cada vez mais jovens à carreira docente em busca de inserção no mundo do trabalho.

No momento da coleta de dados da pesquisa, 80% dos respondentes não tinham passado pelo período de estágio probatório, ou seja, possuíam menos de três anos de efetivo exercício no IFSP, dado sinalizador de que os professores mais novos da Instituição demonstraram-se bastante receptivos a uma pesquisa que se propôs a discutir questões voltadas à prática pedagógica docente. Dessa maneira, podemos inferir que atividades formativas para o desenvolvimento docente realizadas nos primeiros anos de ingresso na Instituição podem colaborar mais satisfatoriamente para o bom desenvolvimento do ensino.

Verificamos também que uma parcela significativa dos professores do IFSP se encontra em momento de *Entrada na Carreira* e/ou fase de *Estabilização Profissional*, como apontado por Huberman (1992).

A *entrada na carreira* é marcada por três principais momentos: *de sobrevivência* ou *choque com o real*, *de descobertas* e *de exploração* (HUBERMAN, 1992). A sobrevivência ou choque com o real é o

momento de confrontação inicial com a profissão, de reconhecer o ambiente e a distância entre o ideal e o real, de vivenciar problemas e superar desafios. Paralelamente ao período de sobrevivência, o novo profissional vislumbra algumas *descobertas* manifestadas com o entusiasmo tipicamente inicial de quem acaba de ingressar no mundo do trabalho. Tais descobertas são refletidas no sentimento de autonomia e responsabilidade por uma sala ou um grupo de aprendizes e pela elaboração dos seus próprios planos de aula. Aflora também o sentimento de reconhecer-se integrante de uma categoria profissional.

Outra característica de início da carreira é a *exploração* que normalmente é limitada pelas imposições institucionais: permite-se explorar poucas turmas, poucos espaços, poucos papéis de responsabilidade. É por meio da exploração de um ou mais papéis que se chega à escolha profissional, mesmo que esta ainda seja provisória.

Segundo Huberman (1992), se a fase de início de carreira for positiva, passa-se a uma fase de *estabilização*, quando o indivíduo sente que fez a escolha correta e, então, passa a concentrar seus esforços para manter-se nela. É o momento de reconhecer-se como parte de uma cultura que respeita um código de ética e aceita a pirâmide social e de trabalho à qual se está submetido. Nessa fase, a meta é adquirir condições satisfatórias para o desempenho de papéis e responsabilidades cada vez mais importantes e de maior reconhecimento. Para tanto, busca-se pelo domínio técnico e maior especialização na profissão escolhida. O professor vai adquirindo maior segurança e confiança para desenvolver seu trabalho e, em caso de insatisfação com a escolha, algumas mudanças podem ocorrer, até que a vida profissional seja definitivamente assumida.

No que tange a formação do corpo docente investigado, constatamos que 92% dos professores são mestres e/ou doutores, ademais, 24% estão cursando o doutorado, o que os torna habilitados para exercer o magistério em nível superior. Tal dado representa uma nova tendência para Professores de Educação Básica, Técnica e Tecnológica, demonstrando que estes profissionais têm investido em sua formação acadêmica, indo além do bacharelado/licenciatura.

Até então, pesquisas realizadas sobre docentes da Educação Profissional apontavam que a maior parte dos professores teve formação na área técnica, experimentou o trabalho como técnico em empresas e formou-se com o propósito de atender as demandas do mercado de trabalho. Na maioria dos casos, esses professores ingressaram na docência como consequência de seu sucesso profissional, uma vez que ser professor não fazia parte de seus projetos de vida (SHIROMA E FILHO, 2011). Neste novo contexto, vemos surgir um novo perfil de profissionais na Educação Profissional e Tecnológica: os pesquisadores,

mestres e doutores, que nos últimos concursos têm preenchido quase todas as vagas disponíveis pela Rede Federal. Tal dado sinaliza também que, em pouco tempo, o IFSP terá um quadro de professores formado majoritariamente por doutores, o que acarretará o aumento de um corpo docente competente para o desenvolvimento de pesquisa e de inovação tecnológica.

Em contrapartida, o fato de professores terem pouca vivência do mundo do trabalho pode frustrar algumas expectativas de alunos que buscam formação profissional, pois, ao se matricularem em um curso de tecnologia, os aprendizes buscam acesso às inovações e atualidades do mundo do trabalho por meio do ensino dos professores. No entanto, podem deparar-se com professores, ainda que bem preparados academicamente, nem sempre possuem vivências de trabalho aprofundadas em suas áreas profissionais.

Quanto à formação para a docência, importante destacar que a maioria dos professores que realizaram um curso de formação pedagógica reconhece a importância dessa formação, uma vez que, a partir deles, o professor constrói sua *base de conhecimento pedagógico geral* (SHULMAN *apud* MIZUKAMI, 2004), que se refere a habilidades de transformar o conteúdo em propósito de ensino, de refletir sobre a aprendizagem e as diferentes maneiras como os alunos aprendem, bem como de olhar a disciplina na perspectiva de estudante-aprendiz. Enfim, os cursos de formação possibilitam conhecimento sobre os processos de ensinar e aprender que ajudam o professor a compreender e lidar melhor com o contexto de sala de aula, contribuindo essencialmente para a qualidade do ensino. Como escreveu Zabalza (2004, p. 151): *fazer um curso (e, menos ainda, apenas frequentá-lo) não implica um docente melhor, mas dá armas para alcançar isso.*

Por outro lado, não podemos desconsiderar que esses docentes têm uma história de vida, estão inseridos em um meio social e que, no decorrer do período em que estiveram nos bancos escolares, enquanto alunos, construíram uma percepção sobre o que é ministrar aulas e, como pontua Cunha (2007), esta percepção não pode ser desprezada, pois é ela que interfere nas representações sobre o que é ensinar e aprender, representações estas que orientam o processo de docência que eles desenvolvem.

Essas representações constituem o processo formativo pelo qual passaram 54% do quadro docente do IFSP que nunca receberam formação oficial para desempenho da docência. Com base nesses dados, podemos reafirmar o que já foi constatado por diferentes pesquisadores da Pedagogia Universitária (PIMENTA e ANASTASIOU, 2005; CUNHA, 2007; dentre outros), quanto à capacidade autodidata do professorado do ensino superior que se forma a partir de suas próprias experiências como aluno ou por um

processo intuitivo, na observação das manifestações positivas ou negativas de seus estudantes ou na reprodução das práticas de antigos professores ou colegas de trabalho mais experientes.

Outro dado que nos chamou bastante a atenção foi o fato de 70% dos professores terem afirmado que a formação recebida para ser docente apresenta-se suficiente para que se desenvolva um bom ensino. Em virtude de muitos professores do IFSP estarem envolvidos com a carreira investigativa, quer por estarem vinculados a algum programa de pós-graduação, quer pelo vínculo com algum grupo de pesquisa, podemos inferir que a eles cabe a tese levantada por Bairral (2008) de que, na visão do professor, ele é o especialista de sua área, o formador de futuros profissionais, é aquele que lida cotidianamente com a pesquisa científica, que está em constante processo de desenvolvimento profissional e de autoformação, tornando desnecessária sua formação pedagógica.

Sem menosprezar o processo formativo pelo qual passa o professor no decorrer de sua atuação no magistério, que é muito importante para a construção da profissionalidade docente, não podemos esquecer que o atual contexto de ensino tem exigido uma postura mais analítica e reflexiva e uma atuação pedagógica solitária pouco contribui com o bom desempenho do ato de ensinar.

Concordando com o posicionamento de Cunha e Zanchet (2010), mesmo sabendo que cursos de formação pedagógica não trazem receitas prontas sobre métodos de ensino, a inexistência de qualquer teorização sobre a dimensão pedagógica torna os professores profissionalmente frágeis, assumindo um papel profissional para o qual não construíram saberes sistematizados.

É perceptível que a educação tende a uma expansão para todas as classes e níveis sociais. Como consequência, os estudantes se apresentam cada vez mais heterogêneos em seu desenvolvimento acadêmico, quanto ao nível de educação recebida, às motivações para a aprendizagem, às expectativas acadêmicas, aos recursos financeiros, às idades, às perspectivas profissionais, à interação com as novas tecnologias, entre outras.

Desse modo, o contexto de ensino e aprendizagem exige repensar constantemente as estratégias formativas e, por conseguinte, mudanças no fazer docente. Sob tal ponto de vista, julgamos preocupante que 70% dos professores afirmem que a formação que possuem seja suficiente para o bom desempenho da docência.

Esse posicionamento dos professores vai ao encontro de uma discussão realizada por Zabalza (2004) ao questionar de quem é a responsabilidade pela formação do professor. Segundo o autor, existem duas vertentes: uma vertente de defensores da ideia de que cada professor é responsável por sua

própria formação, estando em suas mãos a decisão de buscá-la ou não. A consequência disso é que, quando existe formação, ela é direcionada à resolução de necessidades individuais dos professores ou de interesses particulares: o professor se forma se assim o quiser.

A liberdade para se tomar decisões e organizar o próprio rumo profissional foi se configurando como uma tradição de *direitos adquiridos* na universidade. Individualmente, as pessoas determinam o que é melhor para si, para seus alunos e para a instituição a que pertencem; recorrem a esse princípio para reclamar o direito de não participar de qualquer processo de formação proposto pela instituição. *“Ninguém tem que nos dizer o que temos que fazer ou como devemos fazê-lo”.* Costuma-se dizer quase explicitamente (ZABALZA, 2004, p. 149).

Na segunda vertente, encontram-se aqueles que consideram a formação docente como necessidade institucional. Como instituição, a universidade precisaria que o seu pessoal adquirisse competências que o capacitassem a enfrentar os novos desafios que vão surgindo. Por isso, ela deveria elaborar políticas de formação centradas nas necessidades de seu próprio processo de desenvolvimento.

Diante dessas duas vertentes, Zabalza (2004) questiona se as políticas de formação devem ser orientadas para a resolução das necessidades institucionais ou para deixar que cada um decida por si mesmo que formação deseja receber, caso necessite recebê-la. Para o autor, a solução é encontrar o ponto de equilíbrio entre as necessidades individuais e institucionais, uma vez que o processo de formação de professores não é uma responsabilidade meramente individual, mas um compromisso que deve ser estabelecido a partir de políticas públicas de nível macro (responsabilidade do Estado) e de nível micro (compromisso da instituição e do próprio professor).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Temos consciência de que cursos de formação para a docência não são garantia de qualidade do trabalho docente, ainda mais se considerarmos um modelo de curso focado nas habilidades técnicas da profissão. Não nos parece redundante repetir as palavras de Zabalza (2004, p. 151): *fazer um curso (e, menos ainda, apenas frequentá-lo) não implica um docente melhor, mas dá armas para alcançar isso.* Assim, é inegável que uma formação bem realizada, comprometida com um projeto sério de ensino e educação, com a articulação entre teoria e prática e que prioriza uma postura profissional reflexiva, cria condições e municia os professores para que compreendam os processos cognitivos mobilizados no processo de aprendizagem e tenham maiores possibilidades de transformar suas aulas e, conseqüentemente, melhorar sua atuação docente.

A nosso ver, uma forma de avançar ainda mais na concepção de formação no IFSP é entendendo-a como um processo inacabado e em constante desenvolvimento. A formação pedagógica do professor não termina com a conclusão de um programa formativo, ao contrário, a partir dele, o professor poderá encontrar melhores condições de encaminhar o processo de prática reflexiva e promover mudanças em seu fazer, processo este considerado contínuo, que não acaba nunca, denominado de incompletude docente.

Reforçando este nosso posicionamento, sabemos que uma atuação pedagógica solitária pouco contribui com o bom desempenho do ato de ensinar, portanto, apostamos na concretização do processo de *construção do conhecimento pedagógico compartilhado*, defendido por Isaia e Bolzan (2007). Os dados desta pesquisa mostraram que os professores têm muito a contar sobre sua atuação, seus dilemas, dificuldades, propostas inovadoras e diferenciadas, portanto, em nosso entendimento a criação de grupos de discussão coletiva, ou comunidades de aprendizagem, contribuiriam positivamente com o desenvolvimento profissional para docência desses professores e concretizariam o processo de formação continuada desses profissionais.

Ressaltamos também que a ideia de profissionalidade docente prima pela autonomia do trabalho dos professores, construída em interação, em um processo dinâmico de definição e constituição pessoal de quem são e como são enquanto profissionais, bem como a consciência de que a autonomia se constrói no seio da própria realidade profissional, no encontro com outras pessoas, setores, etc.

Entretanto, para que esses momentos se efetivem é preciso pensar em políticas de incentivo que conduzam à busca por melhorias das atividades de ensino, bem como ao reconhecimento por parte da instituição do professor que prioriza a reflexão e as melhorias em seu fazer pedagógico, tal qual ocorre no desenvolvimento das atividades de pesquisa, tão valorizadas pelas instituições de fomento.

Por fim, acreditamos que os aspectos levantados neste trabalho sobre formação docente não parece ser exclusivos da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, mas abarca a realidade do corpo docente de inúmeras universidades instaladas recentemente em todo território nacional. Universidades que estão recebendo professores recém-doutores com excelente nível de formação para a pesquisa oferecida por renomados programas de pós-graduação do país e do exterior, contudo, com pouco – ou nenhum – preparo para as atividades de ensino. Esperamos, assim, que os achados ora apresentados possam colaborar e fomentar discussões sobre o desenvolvimento profissional da docência realizado em diferentes instituições de ensino no país.

REFERENCIAS

BAIRRAL, Marcelo Almeida. Docência e conhecimento profissional na universidade ante os desafios da sociedade da informação e do conhecimento. In: VASCONCELOS, Helena Corrêa de (org). **Docência no Ensino Superior: singularidades de uma experiência interdisciplinar**. Seropédica (RJ): Ed. Da UFRRJ, 2008. 219p.

BRASIL. LEI Nº 11.892, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2008. Brasília, 2008. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm >. Acesso em: 21/10/2011.

GIMENO-SACRISTÁN, J. Consciência e acção sobre a prática como libertação profissional dos professores. In: NÓVOA. António. **Profissão Professor**. Porto: Porto Editora, Coleção Ciências da Educação, 1999.

CUNHA, Maria Isabel da. O lugar da formação do professor universitário: A condição profissional em questão. In: CUNHA, Maria Isabel (org.). **Reflexões e Práticas em Pedagogia Universitária**. Campinas/SP: Papyrus, 2007.

CUNHA, Maria Isabel da. e ZANCHET, Beatriz Maria Boéssio Atrib. **A problemática dos professores iniciantes: tendência e prática investigativa no espaço universitário**. Educação, Porto Alegre, v. 33, n. 3, p. 189-197, set./dez. 2010

HUBERMAN, Michaël. O ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA. António. **Vidas de Professores**. Porto: Porto Editora, Coleção Ciências da Educação, 1992.

ISAIA, Sílvia Maria de Aguiar; BOLZAN, Dóris Pires Vargas. Construção da profissão docente/professoralidade e debate: desafios para a educação superior. In: CUNHA, Maria Isabel (org). **Reflexões e Práticas em Pedagogia Universitária**. Campinas/SP: Papyrus, 2007.

MIZUKAMI, Maria da Graça. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. **Revista do Centro de Educação da UFSM**. v. 29, n.02, 2004. Disponível em: < www.ufsm.br/ce/revista/ >.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no Ensino Superior**. São Paulo: Cortez, 2005, 2 ed.

SANTOS, Tania Steren dos. Do Artesanato intelectual ao contexto virtual: ferramentas metodológicas para a pesquisa social. In.: **Sociologias**, Porto Alegre, ano 11, n. 21, jan/jun. 2009, p. 120-156.

SHIROMA, Eneida Oto. e FILHO, Domingos Leite Lima. Trabalho docente na Educação Profissional e Tecnológica e no PROEJA. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 32, n. 116, p. 725-743, jul.-set. 2011. Disponível em: < <http://www.cedes.unicamp.br> >.

ZABALZA, Miguel Angel. **O ensino universitário: seu cenário e seus protagonistas**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PROGRAMAÇÃO ORIENTADA À ASPECTOS: UMA PERSPECTIVA ATUAL SOBRE AS VANTAGENS E DESVANTAGENS NO USO DE UM PARADIGMA DIFERENCIADO

ASPECT-ORIENTED PROGRAMMING: A PERSPECTIVE ON THE LATEST ADVANTAGES AND DISADVANTAGES IN THE USE OF A DIFFERENTIATED PARADIGM

Data de entrega dos originais à redação em: 19/09/2014
e recebido para diagramação em: 11/03/2015.

Thiago Elias Rezende Silva ¹
Larissa Lopes ²
Prof. Dr. Marcelo Pereira Bergamaschi ³

O atual mercado de desenvolvimento de software é dominado essencialmente pela Linguagem de Programação Orientada à Objetos, paradigma este, responsável por diversos avanços principalmente na qualidade e complexidade dos sistemas, mas que, entretanto, não consegue endereçar muitos problemas inerentes à esta forma de codificar aplicações. Tendo em vista as dificuldades da Orientação à Objetos, este artigo tem como objetivo apresentar os conceitos do diferenciado paradigma Orientado à Aspectos, detalhando seus fundamentos básicos e aspectos de segurança, identificando suas vantagens e desvantagens através de dois estudos de casos de implementação do sistema RG da XEROX PARC e do clássico exemplo de e-commerce Java Pet Store.

Palavras-chave: Programação Orientada à Aspectos. Segurança. Desenvolvimento de Software. Aspectos.

The current software development market is essentially dominated by the Object Oriented Programming Language, this paradigm, responsible for many advances mainly in quality and complexity of systems, but which, however, fails to address many problems in this form of coding applications. Given the difficulties of Object Orientation, this article aims to present the concepts of the differentiated paradigm of Oriented Aspects, detailing their basic foundations and safety aspects, identifying its advantages and disadvantages through two case studies of implementation of RG system of XEROX PARC and the classic example of e-commerce Java Pet Store.

Keywords: Aspect Oriented Programming. Security. Software Development. Aspects.

1 INTRODUÇÃO

Através dos anos, o desenvolvimento de software foi sofrendo constantes evoluções para melhorar não só a forma com que os problemas são tratados, mas principalmente a organização dos sistemas.

Em outros tempos, o desenvolvimento de software tinha apenas a preocupação em criar um determinado algoritmo que atendesse à uma funcionalidade que fosse necessária a um usuário, realizando uma simples entrada, processamento e saída, entretanto, com o aumento da complexidade no desenvolvimento de software, este cenário fazia com que os sistemas, não só fossem difíceis de serem desenvolvidos, mas principalmente, mantidos. (RESENDE; SILVA, 2005).

Pensando nos problemas citados, a Programação Orientada à Objetos (POO) surgiu em meados dos

anos 70, através da linguagem de programação Smalltalk. Este paradigma permitiu um grande avanço no desenvolvimento de software, possibilitando a análise e construção de sistemas muito mais facilmente que em tempos onde linguagens de programação estruturadas eram largamente utilizadas, melhorando aspectos importantes como reusabilidade de componentes, juntamente com a redução de custos que envolvem a manutenção destes sistemas. Entretanto, ainda que tenha proporcionado muitas melhorias, a Orientação à Objetos não consegue resolver determinados problemas, como tratar adequadamente situações onde certas características não podem ser encapsuladas corretamente às classes, uma vez que podem não pertencer totalmente à natureza das mesmas. (HUGO; GROTT, 2005).

Como forma de tentar endereçar e solucionar estes problemas que continuam existindo com a

1 Pós-graduando em Desenvolvimento e Gestão de Sistemas - Universidade Santa Cecília, UNISANTA. E-mail: < thiagoelias@thiagoelias.org >.

2 Pós-graduanda em Desenvolvimento e Gestão de Sistemas - Universidade Santa Cecília, UNISANTA.

3 Doutor em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Cruzeiro do Sul, UNICSUL - Professor Orientador - Universidade Santa Cecília, UNISANTA.

Orientação à Objetos, foi criado um paradigma, Orientado à Aspectos, que busca tentar separar os níveis de preocupação no desenvolvimento de software, de forma que facilite a implementação de requisitos, principalmente não funcionais, presentes em diversas partes do software, que não podem ser inseridos apenas em um módulo específico.

Este artigo tem como objetivo, definir o conceito de Programação Orientada à Aspectos (POA), apresentando suas vantagens e desvantagens, com comparativos ao paradigma Orientado à Objetos, que é referência em desenvolvimento de software em dias atuais, permitindo também ao leitor, decidir em quais casos a aplicação de Orientação à Aspectos pode ser útil em sua realidade.

2 FUNDAMENTOS BÁSICOS

Conforme a complexidade no desenvolvimento de software foi aumentando, novas metodologias foram surgindo. Atualmente, o paradigma dominante no mercado é o de Orientação à Objetos (POO). Os desenvolvedores passaram a ter a possibilidade de codificar, dividindo o problema em partes menores, chamadas de objetos. (ELRAD et al., 2001).

Conforme foi possível desenvolver aplicações complexas com relativo sucesso utilizando a POO, a complexidade dos sistemas foi se tornando ainda maior, alcançando então as limitações deste paradigma. Segundo Resende e Silva (2005, p.16) algumas limitações da POO são:

- **Entrelaçamento:** Ocorre porque a POO faz com que o mundo seja representado em classes de objetos, que possuem seus atributos e métodos. Em determinados momentos é preciso que em uma determinada classe utilize um método de outra classe.
- **Espalhamento de Código:** Como dito no tópico anterior, as classes possuem métodos. Em alguns casos o entrelaçamento destes métodos precisam ocorrer diversas vezes. Supondo uma rotina de autenticação, para verificar se o usuário está autenticado no sistema, será necessário, por

exemplo, utilizar o método *autenticar(usuario, senha)*, em todos os locais onde é necessário segurança. Caso um dia não seja mais necessária esta verificação, haverá um retrabalho grande para remover todas as chamadas a este método.

- **Manutenção e Reusabilidade de Código:** A Programação Orientada à Objetos melhorou muito a questão da manutenção e reusabilidade, entretanto, ainda existem casos em que não é possível aplicar bem este conceito, principalmente quando se desenvolve módulos que interagem com programas externos de terceiros. Por exemplo, se for implementado um módulo para interagir com a rede social *Twitter* utilizando XML, e futuramente o fornecedor trocar de tecnologia, haverá um grande trabalho envolvido, já que não é possível reutilizar os mesmos métodos.

Em relação ao entrelaçamento, Whittle e Araújo (2004, p.157) afirmam que a melhor forma de resolver este problema, é realizar uma separação dos requisitos, modelando-os de forma independente.

Ainda de acordo com Resende e Silva (2005, p.24), a Orientação à Aspectos consegue preencher estas lacunas, permitindo que o desenvolvimento do software seja feito de forma que haja uma separação dos problemas e preocupações. Estes problemas e preocupações podem ser traduzidos em Requisitos de Software, sendo eles Funcionais ou Não-Funcionais. A organização destes requisitos em funcionalidades, responsabilidades e preocupações, se resume no conceito conhecido como Separação das Preocupações, ou *Separation of Concerns* em inglês.

2.2 JoinPoints (Pontos de Junção)

Um ponto de junção na programação orientada a aspectos são pontos na execução de programas. Para GRADECKI [2003], esses pontos são normalmente utilizados para chamada e execução de métodos ou construtores, referencias a campos e execução de tratamento de exceções, pré-inicialização de objetos, referência a campos, inicialização de objetos e execução de inicialização estática, como pode ser visto na tabela a seguir.

Quadro 1 – Lista de JointPoints do AspectJ

Pontos de Junção	Descrição
Chamada e execução de Métodos	Pode-se interromper um programa na chamada ou execução do método. Palavra reservada para isto: <i>call e execution</i>
Chamada e execução de construtores	Pode-se interromper um programa na chamada ou execução de construtores. Palavra reservada para isto: <i>new</i> .
Métodos de acesso a atributos da classe (<i>get</i> e <i>set</i>)	Pode-se interromper um programa na chamada ou execução de métodos <i>getters</i> e <i>setters</i> (<i>get</i> e <i>set</i>) responsáveis por alterar ou obter o valor de um atributo. Palavra reservada para isto: <i>get e set</i>
Execução de Exceções	Pode-se interromper um programa na chamada ou execução do método. Palavra reservada para isto: <i>handler</i>
Execução de inicialização de classe e objeto	Pode-se interromper um programa na chamada ou execução do método. Palavra reservada para isto: <i>staticinitialization</i>

Fonte: RESENDE; SILVA (2005, p.25).

2.3 PointCuts (Pontos de Atuação)

São elementos definidos como pontos de junção, como uma regra definida a fim de especificar eventos que serão atribuídos aos pontos de junção. Pode-se ser entendido como uma variável que armazena as assinaturas de métodos que tem interesse em interromper o fluxo do programa principal, isto é feito com o objetivo de interromper o fluxo do programa e inserir novas chamadas. (RESENDE; SILVA 2005).

Sua estrutura é composta pela palavra chave “*pointcut*”, seguido do tipo de acesso que irá possuir (público ou privado), o nome do ponto de junção com seus possíveis parâmetros e as assinaturas dos pontos de junções capturados com os seus designadores.

No exemplo abaixo, o ponto de atuação chama-se registrar, será executado quando o método *public String getNome()*, da classe Aluno, for chamado (*call*)

```
pointcut registrar(): call(public String Aluno.getNome());
```

2.4 Advices

Quando um *PointCuts* une o aspecto ao ponto de junção um *advice* entra em ação, sendo códigos que devem ser executados quando determinado ponto de junção for alcançado. Um *advice* pode mudar conforme o momento da sua execução, podendo ser *before*, *after* ou *around*.

Advice Before é executado antes da ocorrência do ponto de junção e não possui nenhum critério ou possibilidade de seu contexto ser alterado.

Advice After é executado no fim do ponto de junção e é dividido em três em subtipos de acordo com sua ocorrência, se o objetivo for usar o *advice* após um sucesso do ponto de junção deve-se então utilizar o *advice after returning*. Caso seja necessário a utilização ao final de um ponto de junção sem sucesso, deve-se utilizar o *advice after throwing*. E caso o resultado não influenciar pode-se usar então apenas o *advice after*.

Advice Around é executado durante a execução do ponto de junção.

3 SEGURANÇA E A POA

De maneira geral, rotinas de segurança são necessárias em diversos tipos de sistemas. De acordo com Francisco, et al. (2012), determinados tipos de implementações relacionadas à segurança do usuário, como acesso multinível, controle de sessão e ações, são complicadas de serem desenvolvidas, sendo bastante suscetíveis à falhas. Isto acontece, porque a forma com que o código é desenvolvido nos paradigmas convencionais, cria uma necessidade de

revisões e ou alterações à cada mudança, por menor que ela seja.

Ainda de acordo com Francisco, et al (2012), as rotinas de segurança normalmente fazem com que o código seja de difícil entendimento, pois são requisitos que não se misturam à regra de negócio do sistema, ao contrário da orientação à aspectos, que consegue trabalhar estas regras de forma separada, permitindo uma abstração maior entre requisitos funcionais e não funcionais.

Desta forma, a POA tem muitas aplicações relacionadas à segurança. Dentre elas, podemos, por exemplo, armazenar automaticamente registros de *log* relevantes para a segurança, manipular requisições de sessão e, um determinado aplicativo, respondendo ou solicitando permissões, ou mesmo inserir automaticamente um determinado código na inicialização, capaz de realizar diversas rotinas de segurança. (VIEGA; BLOCH; CHANDRA, 2001, p.35).

Entre as vantagens de aplicar a POA à segurança de um sistema, é possível citar, segundo De Win, Joosen e Piessens (2002), a separação entre aplicação e segurança, fazendo com que um determinado programador não precise estar envolvido nos processos de segurança, ou seja, ele não teria que se preocupar em fazer as chamadas de métodos relativos à este processo, permitindo que esta atribuição seja realizada exclusivamente por um profissional específico de segurança.

4 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Este tópico aborda as vantagens e desvantagens da programação orientada à aspectos. Por mais que ela nos ofereça ferramentas poderosas para gerenciar as preocupações adversas ela também pode produzir alguns resultados não desejados no desenvolvimento do software.

4.1 Vantagens

Tendo em vista a programação orientada a objetos, um dos problemas verificados foi a comunicação entre os protocolos de distribuição que tendem a gerar o retrabalho e dificultam o entendimento do código fonte na troca de tecnologias. Com isso são gerados os espelhamentos de códigos (*spread code*). Segundo Resende e Silva (2005), este problema pode ser resolvido com a utilização da programação orientada à aspectos, separando a lógica de negociação com a da distribuição, facilitando assim o entendimento e manutenção do mesmo.

Além de separar toda a lógica, outra vantagem é que sua funcionalidade é acoplável, ou seja, se for necessário suprimir uma funcionalidade do sistema, basta remover o aspecto responsável por ela. A POA possui elementos que identificam os nomes

dos métodos em cada classe que está envolvida, podendo assim retirar facilmente parte do código após a chamada do método caso necessário. (ROYCHOUDHURY, 2003).

Como citado anteriormente, a POA ajuda a gerenciar as funcionalidades do sistema encapsulando sua lógica, tornando assim o sistema modular, naturalmente diminuindo a probabilidade de erros e reduzindo a quantidade de códigos duplicados. (ROGER, 2004).

4.1 Desvantagens

Programação orientada à aspectos é uma forte técnica de implementação, podendo ser utilizada para alterar parâmetros, valores de retorno de métodos e até mesmo valores de atributos das classes, porém, com estas grandes possibilidades há a probabilidade de aumentar a complexidade e até levar a problemas difíceis de serem resolvidos. Pode parecer divergente, mas é preciso entender a funcionalidade básica e os aspectos para entender todo o sistema. (ROGER, 2004)

Como visto anteriormente, a POA tem como base a ideia de um desenvolvimento modular, permitindo a separação dos interesses, sendo assim uma boa maneira de implementar os requisitos não funcionais, entretanto, ao mesmo tempo cria-se uma desvantagem, pois há possibilidade da redução de eficiência, uma vez que é necessário a inclusão de vários aspectos para o desenvolvimento de cada módulo, aumentando então o tamanho do código e o processamento do mesmo. Outro ponto negativo a ser levantado, é o fato que, por ser uma técnica recente e pouco utilizada, existe uma limitação em relação a fontes de pesquisas, principalmente em relação a processos, precisando serem mais aperfeiçoadas. (BANIASSAD et al. 2006)

5 ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso a seguir, ajudam a entender melhor o contexto de implementação da Programação Orientada à Aspectos.

5.1 RG – Reverse Graphics – XEROX PARC

O RG, também conhecido como Reverse Graphics, é um sistema de processamento de imagens desenvolvido pela XEROX PARC, inicialmente desenvolvido utilizando o paradigma Orientado à Objetos, onde as imagens eram representadas por filtros e objetos. A implementação foi relativamente fácil, entretanto havia uma perda de performance considerável.

A adoção da POO foi feita, principalmente, em decorrência da facilidade em representar

formatos alternativos de imagens sem necessidade de alteração no código fonte da aplicação, de forma que era possível, por exemplo, criar representações de imagens por índices, onde pixels de iguais tamanhos eram divididos em regiões e representadas por um mapa de pixels. Este tipo de implementação pode trazer significativos ganhos em matéria de armazenamento. (MENDHEKAR; KICZALES; LAMPING, 1997, p.21).

Apesar das vantagens obtidas com a implementação realizada com a OOP, esta abordagem trouxe grandes problemas de performance para o RG, sendo possível citar por exemplo:

- **Redundância:** Ocorre devido às inúmeras chamadas redundantes na aplicação
- **Excesso de memória:** Uma vez que a cada nova operação, uma nova imagem era gerada, forçando uma frequente atividade do *Garbage Collector*, e por último.
- **Uso de cache ineficiente:** Uma vez que os resultados são grandes imagens, mesmo em resultados intermediários, estas preenchem o espaço do cache rapidamente, fazendo com que estes dados jamais sejam reutilizados novamente.

Mendhekar, Kiczales e Lamping (1997) dizem que os problemas de performance não podem ser adequadamente resolvidos utilizando-se apenas da Orientação à Objetos, sendo que linguagens de programação estruturadas e procedurais também não são melhores que a POO para endereçar estes problemas, sendo assim, a justificativa para a implementação da POA no sistema do RG, se baseia principalmente no fato que os programas podem ser desenvolvidos em sua estrutura natural, enquanto que, problemas que venham a interferir nesta estrutura, também conhecida como a lógica de negócio, possam ser endereçados por outro código. Estes problemas são endereçados então pela Programação Orientada à Aspectos.

Ao final da implementação da POA, Mendhekar, Kiczales e Lamping (1997) demonstraram que a complexidade de código foi consideravelmente reduzida sem prejudicar os requisitos de performance, sendo que esta abordagem resultou em um código com apenas 12% do tamanho de uma implementação manual otimizada do sistema.

5.2 Aplicação de E-Commerce – Java Pet Store

Kiryakov e Galletly (2003) desenvolveram uma aplicação de e-commerce baseada no exemplo do Java Pet Store [aplicação de demonstração do Java] para apresentar as vantagens e desvantagens da POA utilizando o Aspect-J [Ambiente de desenvolvimento

específico para POA]. Este sistema possui uma lista personalizável de categorias e itens, para que um determinado cliente possa navegar pelos produtos à venda.

Entre os resultados obtidos pelo estudo, Kiryakov e Galletly (2003) confirmam as vantagens comumente atribuídas à POA, sendo que com a utilização dos aspectos, há de fato uma redução na quantidade de código necessário, sendo que sua reutilização é bem maior que em outros paradigmas, entretanto, após a tentativa de utilizar os conceitos de aspectos, modificando a aplicação original do Java Pet Store, ficou provado que a POA pode ser de difícil implementação em um projeto já finalizado, pois entender e mover todo o código que pertence a um determinado aspecto pode ser difícil para quem não está habituado àquele código.

Desta forma, se a Orientação à Aspectos for utilizada em um projeto, ela deve ser levada em consideração desde o processo de planejamento. (KIRYAKOV; GALLETLY, 2003).

6 CONCLUSÃO

O paradigma orientado à aspectos é uma forma de desenvolvimento de software que tende a facilitar muito não só o processo de criação de um novo sistema, mas também a gestão do mesmo.

Esta linguagem deve ser encarada, não como uma substituta à Programação orientada à Objetos, mas sim como um complemento muito importante. Sua forma de endereçar os problemas comuns na POO, como entrelaçamento, espalhamento de código e reusabilidade de componentes, permite que o programador consiga um nível maior de abstração entre os requisitos funcionais e não funcionais.

Nota-se, que a POA deve ser considerada em projetos que precisem de bom desempenho. O estudo de caso do RG (Reverse Graphics), desenvolvido pela XEROX PARC comprava este fato, uma vez que a POA foi melhor em endereçar problemas como redundância, excesso de memória e uso ineficiente do cache.

Um ponto positivo importante para a Programação Orientada à Aspectos é a segurança. Por permitir um nível maior de abstração do código, elementos cruciais para um sistema, como por exemplo, autenticação de usuário, verificação de sessão, dentre outros, podem ser tratados de forma isolada ao sistema. Isso deve ser considerado em uma implementação de software, pois permite que um profissional especialista em segurança possa criar todas as rotinas sem a necessidade de alterar o código principal. Esta flexibilidade em tratar a segurança isoladamente, permite que alterações no programa não reflitam nas verificações de segurança.

Através do estudo, foi possível identificar também, que a POA pode não ser ideal em sistemas

já prontos, pois este tipo de implementação tende a ser complicada, pois exige um grande trabalho de separação de aspectos que pode ser complicado, principalmente para pessoas que não estão habituadas com o código.

REFERENCIAS

BANIASSAD, Elisa et al. Discovering early aspects. **Software, IEEE**, v. 23, n. 1, p. 61-70, 2006.

DE WIN, Bart; JOOSEN, Wouter; PIESENS, Frank. Developing secure applications through aspect-oriented programming. **Aspect-Oriented Software Development**, p. 633-650, 2005.

FRANCISCO, Maxwell Queiroz et al. Modelo de acesso multinível em sistemas web utilizando programação orientada a aspectos. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 3, n. 2, p. 57-70, 2013.

GRADECKI, J.; LESIEC, N. Mastering AspectJ: aspect-oriented programming in Java. John Wiley & Sons, 2003.

HUGO, Marcel; GROTT, Marcio Carlos. Estudo de caso aplicando programação orientada a aspecto. **Especialização em Tecnologia de Informática na Gestão Integrada de Negócio. Instituto Gene Blumenau**, 2005.

KIRYAKOV, Yuliyani; GALLETLY, John. Aspect-Oriented Programming—Case Study Experiences. In: **Proceedings of the 4th international conference conference on Computer systems and technologies: e-Learning**. ACM, 2003. p. 184-189.

MENDHEKAR, Anurag; KICZALES, Gregor; LAMPING, John. **RG: A case-study for aspect-oriented programming**. Technical Report SPL97-009, 1997.

RESENDE, Antônio M. Pereira; SILVA, Claudiney Calixto. **Programação Orientada a Aspectos em Java: Desenvolvimento de Software Orientado a Aspectos**. Rio de Janeiro – Brasport, 2005. 179 p.

ROYCHOUDHURY, S., GRAY, J., WU, H., ZHANG, J., LIN, Y. A Comparative Analysis of Meta-programming and Aspect-Oriented. In: **Proc. Of the 4 1st Annual ACM SE Conference, Savannah**, GA, March 2003.

VIEGA, J.; BLOCH, J.T.; CHANDRA, P. Applying Aspect-Oriented Programming to Security. **Cutter IT Journal**, v.14, p.31-39, 2001.

WHITTLE, Jon; ARAÚJO, João. Scenario modelling with aspects. In: **Software, IEE Proceedings-**. IET, 2004. p. 157-171.

Leonardo Silvestre Neman ¹

Data de entrega dos originais à redação em: 17/01/2015
e recebido para diagramação em: 30/01/2015.

O escopo deste artigo informativo é apresentar o trabalho de mestrado do autor, intitulado "Sistemas de Equações Lineares e suas Interpretações", onde foi feito um estudo da teoria geral que envolve matrizes, determinantes e, sobretudo, sistemas de equações lineares. Além disso, o trabalho analisou dois artigos da Revista do Professor de Matemática (RPM) bem como quatro possíveis interpretações dos sistemas lineares no ensino médio; presentes em Alocação de recursos limitados, Jogos lineares finitos, Redes e Interpolação polinomial.

Palavras-chave: Sistemas lineares. Interpretações.

The scope of this informative article is to present the author's master's thesis, entitled "Sistemas de Equações Lineares e suas Interpretações", where a study of the general theory was made involving matrices, determinants, and above all systems of linear equations. In addition, the study examined two articles of Mathematics Teacher Magazine (RPM) and four possible interpretations of linear systems in high school; present in allocation of limited resources, finite linear games, networks and polynomial interpolation.

Keywords: Linear Systems. Interpretations.

1 INTRODUÇÃO

O trabalho visou compreender como o tema sistemas de equações lineares é apresentado aos professores da educação básica e apresentar sugestões de como explorar esse tema com mais profundidade nesse nível de ensino. Visando compreender melhor o tema escolhido, foi realizado um estudo pormenorizado de matrizes, determinantes e sistemas lineares; incluindo a proximidade destes conteúdos com o ensino médio. Após este estudo, foram analisados os números publicados até o início do ano 2013 da Revista do Professor de Matemática (RPM) e apresentadas interpretações de como o tema poderia ser explorado no ensino básico. A dissertação está estruturada em quatro capítulos, onde os três primeiros abordam uma teoria geral e o último faz a análise de dois artigos da RPM juntamente com algumas interpretações que podem ser trabalhadas na escola: Alocação de recursos limitados, Jogos lineares finitos, Redes e Interpolação polinomial. A proposta, baseada em Ferreira e Gomes (1996), é a de que a interpretação, associada à resolução algébrica, possa facilitar a compreensão, por parte de estudantes da educação básica, deste tema.

A Revista do Professor de Matemática (RPM) é uma publicação da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) voltada para professores do Ensino Fundamental II e Ensino Médio. De acordo com o Comitê Editorial da Revista, sua proposta é a de discutir temas matemáticos da sala de aula. Para isso a RPM traz sugestões de atividades didáticas; propõe desafios matemáticos; oferece informações de natureza histórica, lógica ou matemática sobre os conteúdos e também os pontos de vista de pessoas ligadas à SBM a respeito do ensino de matemática na educação básica. Dentre as publicações brasileiras voltadas ao professor de matemática, a RPM é a mais longeva. A RPM conta até o início de 2013 com 80 volumes e completa 30 anos de publicação ininterrupta, um feito raro em nosso país para uma revista destinada ao ensino e aperfeiçoamento de professores de Matemática da educação básica. O primeiro volume foi publicado no segundo semestre de 1.982. Nos 14 anos seguintes da criação, a periodicidade da revista era de dois números anuais e, a partir de 1995, passou a ser de três números anuais.

O Editorial da RPM 80 (2013) afirma que a revista oferece leitura agradável e a qualidade dos textos, escritos pelos seus leitores e colaboradores,

¹ IFSP – Campus Guarulhos. E-mail: <lsneman@ifsp.edu.br >.

fazem com que seja usada constantemente por professores dos ensinos fundamental e médio, por alunos e professores dos cursos de licenciatura e apreciada até por profissionais de outras áreas. Os artigos da RPM integram outras publicações da Sociedade Brasileira de Matemática, fazem parte de bibliografias indicadas para concursos de ingresso na carreira docente, são utilizados em disciplinas e em monografias de conclusão de cursos de Licenciatura em Matemática, e são reproduzidos também em Portugal para publicações destinadas a docentes. Ademais, artigos selecionados da revista deram origem à Coleção Explorando o Ensino – Matemática, em três volumes, do Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, e a dois volumes destinados aos alunos do programa de iniciação científica da OBMEP – Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas. A RPM pretende contribuir para a melhoria da educação no Brasil por meio de seus artigos e de suas seções ser um ponto de encontro entre professores do nível básico, do nível superior e pesquisadores. Os organizadores da revista afirmam (RPM 80) que o bom professor quer saber mais conteúdo matemático para ensinar melhor.

Numa busca por artigos sobre sistemas lineares na RPM, constatou-se que apenas 2,5% dos volumes abordam nos temas de seus artigos o assunto. Dai a análise em apenas dois artigos. São eles:

- 1 Sobre o ensino de sistemas lineares (FERREIRA, Maria C. C. & GOMES, Maria L. M., Revista do Professor de Matemática 32, 1996).
- 2 Montando uma dieta alimentar com sistemas lineares (FILHO, Adalberto A. D., Revista do Professor de Matemática 59, 2006).

Tais artigos foram apresentados, na dissertação, em forma de fichas de leitura na análise feita acerca das aplicações de sistemas lineares para o ensino de matemática no nível médio.

OBJETIVOS

Em virtude do exposto acima, os objetivos do trabalho foram:

- Analisar os artigos da RPM referentes aos sistemas lineares.
- Abordar algumas interpretações dos sistemas lineares em Álgebra Linear.

JUSTIFICATIVA

A motivação para a elaboração da dissertação deu-se ao fato da RPM ser, frequentemente, negligenciada em trabalhos acadêmicos, seja

como fonte de pesquisa ou como objeto de estudo. Na dissertação do autor, a RPM é utilizada como fonte de pesquisa, importante pelo fato de ser uma das revistas mais acessíveis ao professor de matemática no Brasil.

O assunto matemático escolhido em si também é bastante interessante, pois, segundo Lima (1993), os sistemas de equações lineares funcionam como uma encruzilhada para a qual convergem, e de onde emergem, várias teorias matemáticas como a Geometria Analítica a várias dimensões, o Cálculo Vetorial, a Teoria das Matrizes e a Teoria dos Determinantes.

Ainda de acordo com Lima (1993), devido a sua importância, utilidade e simplicidade conceitual, os sistemas lineares fazem parte dos currículos das escolas dos Ensinos Fundamental (anos finais) e Médio. Entretanto, nas exposições elementares desse assunto, raramente se mostra que, embora se trate de um problema algébrico, sua resolução contém um forte componente geométrico, indispensável para a sua boa assimilação.

A aprendizagem dos sistemas lineares na educação básica é um requisito indispensável para o estudo de Álgebra Linear no ensino superior. Machado (1996) afirma que um dos entraves que os alunos encontram em Álgebra Linear é a dificuldade perante a passagem do registro algébrico para o gráfico e vice versa. Ela assinala a necessidade de se abordar essas conversões de registros antes do acesso à universidade, caso contrário, os alunos continuarão resolvendo sistemas lineares sem dar sentido algum aos mesmos.

Battaglioli (2008) também realizou uma pesquisa sobre esta temática, em que ressalta a importância de se explorar o registro gráfico na resolução dos sistemas lineares, uma vez que isso poderia contribuir para que os alunos tivessem maior facilidade não só no entendimento do conjunto solução, mas também na classificação e discussão quando necessário.

Podemos perceber que o interesse por sistemas lineares é antigo e já foi abordado de diversas maneiras ao longo do desenvolvimento histórico. A importante obra chinesa *A Arte da Matemática em Nove Capítulos*, de Chuí – Chang Suan – Shu que data possivelmente do século III a.C., é uma reconstrução de um texto anterior que foi queimado durante o reinado do imperador Ch'in Shih Heiang, um controverso tirano que foi o responsável tanto pela unificação da China quanto pela construção da Grande Muralha (VAN DER WAERDEN, 1983). Os problemas dessa obra surgem de contextos como as medidas dos campos (embrião do desenvolvimento da geometria, frações, raízes quadradas e cúbicas) e comércio/impostos (origem das razões, proporções e sistemas de equações).

Segundo Boyer (1974), o capítulo segundo dessa obra dispõe de muitos problemas que recaem em sistemas de duas equações e duas incógnitas. O autor diz também que se trata de um livro bastante significativo, pois apresentam questões que levam a equações lineares com soluções positivas e negativas.

Boyer afirma ainda que os sistemas lineares também aparecem no papiro de Rhind (egípcio) e que os chineses também conheciam um método de resolução que se assemelhava ao escalonamento hoje utilizado.

Só em 1683, num manuscrito do japonês Seki Kowa, que a ideia de determinante veio à tona. Kowa, considerado o maior matemático japonês do século XVII, usou os determinantes para resolver sistemas lineares.

Após uma década, o uso de determinantes apareceu no Ocidente num trabalho de Leibniz, ligado também a sistemas lineares. Leibniz usou determinante e discutiu um sistema com três equações e duas incógnitas e mostrou que se o sistema é compatível (possível), então o determinante 3×3 formado pelas colunas de seus coeficientes e a coluna de seus termos independentes é igual a zero.

Conforme Boyer (1974), a conhecida regra de Cramer utilizada para resolver sistemas de n equações e n incógnitas, por meio de determinantes, foi descoberta pelo escocês Colin Maclaurin (1698 – 1746), datando provavelmente de 1729, tendo sido publicada dois anos após sua morte, em 1748, no seu *Treatise of algebra*. Mas o suíço Gabriel Cramer (1704 – 1752) também chegou à regra (independentemente), e a publicou em 1750. Boyer frisa que eram evitados os casos em que o determinante era nulo. “Mas, até esse momento, ainda faltava uma teoria geral sobre a resolução de sistemas lineares” (FREITAS, 1999, p. 33).

Katz (1995) afirma que a ideia da eliminação Gaussiana, conhecida também como regra do escalonamento, precedeu Gauss por aproximadamente 2000 anos. Ele aponta ainda existir evidências de que os chineses usavam um procedimento análogo para resolver sistemas de equações lineares por volta de 200 a.C.. Gauss desenvolveu o método sem o uso de matrizes (o termo “matriz” foi cunhado cerca de 40 anos após) a fim de encontrar a melhor aproximação para a solução de um sistema de equações que tecnicamente não apresentava solução, dado que havia duas vezes mais equações do que incógnitas. A partir de 1860, sistemas lineares com o número de equações diferentes do número de incógnitas e os de determinantes nulos passaram a ser estudados. Em 1864, o matemático cujo pseudônimo era Lewis Carrol apresenta um estudo sobre a resolução de sistemas com m equações e n incógnitas. Em 1880, o matemático francês Rouché publica um artigo intitulado Notas Sobre Equações Lineares, no qual resume os casos de resolução de sistemas lineares.

2 METODOLOGIA

Durante a pesquisa Teórica, foi realizada uma busca por artigos sobre sistemas lineares na RPM, através da leitura de toda a coleção de revistas impressas de 1981 a 2013. Os artigos encontrados foram analisados e fichados. Ademais, o trabalho visou abordar algumas interpretações contextualizadas dos sistemas de equações lineares através da ilustração de exemplos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatado que 2,5% dos 80 volumes da RPM abordam o assunto nos temas de seus artigos, todo o restante é dedicado às três grandes áreas da matemática, isto é, Geometria, Análise e Álgebra. Dai a análise em apenas dois artigos.

A forma didático-pedagógica de apresentação do conteúdo do trabalho é mais vantajosa que a abordagem tradicional, pois apresenta os conceitos matemáticos de forma contextualizada em situações reais, além de proporcionar oportunidades de estudos interdisciplinares. E isso está de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (1999).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação, apresentada neste artigo, procurou ampliar os conhecimentos acerca dos sistemas de equações lineares, uma vez que é necessário aprender a ver (e não apenas olhar) os conteúdos matemáticos em seu âmago. A compreensão transcende a mera busca por soluções. As diferentes interpretações conectam o ensino à aprendizagem, visto que dão significado à álgebra na educação básica. Os sistemas lineares contêm interfaces extrínsecas à própria Matemática, permeando também outros campos do conhecimento humano.

A análise do primeiro artigo do trabalho nos mostra como a geometria auxilia o entendimento do assunto, pois os alunos têm a possibilidade de visualizar o que está acontecendo nos sistemas lineares e com isso distinguir suas diferentes soluções. Já o segundo artigo evidencia, através de uma dieta alimentar, uma interpretação dos sistemas lineares presente na vida cotidiana das pessoas, despertando talvez um maior interesse por parte dos alunos. A RPM pode ser mais explorada pelos professores como objeto de estudo. Foram abordados apenas dois artigos porque a pesquisa foi feita por título e não pela incidência dos sistemas lineares no corpo de todos os textos lidos. A RPM representa um importante instrumento para o

professor de matemática capacitar-se e, com isso, lapidar sua forma de abordar os assuntos na sala de aula.

As quatro interpretações trabalhadas na dissertação (alocação de recursos limitados, jogos lineares finitos, redes e interpolação polinomial) ampliam o leque de possibilidades quanto ao tratamento dos sistemas lineares, pois assuntos como jogos de computador e redes de comunicação, por exemplo, são bastante atrativos para o público juvenil, em particular. A existência de inúmeras interpretações, nas diferentes áreas do saber, abre caminho para pesquisas futuras, já que novos trabalhos podem ser desenvolvidos sobre balanceamento de equações químicas, circuitos elétricos, cadeias de Markov, sistemas de equações lineares com coeficientes complexos, dentre outras alternativas.

5 REFERÊNCIAS

- [1] ANTON, H. A. e BUSBY, R. C. **Álgebra Linear Contemporânea**. Bookman, 2006.
- [2] ANTON, H. A. e RORRES, C. **Álgebra Linear com Aplicações**. Bookman, 2002.
- [3] BATTAGLIOLI, C. S. M. Dissertação de Mestrado Profissional: **Sistemas Lineares na segunda série do Ensino Médio: Um olhar sobre os livros didáticos** – PUC-SP: 2008.
- [4] BOYER, C. **História da Matemática**. São Paulo; Edgard Blücher, 1974.
- [5] DAMM, R. F. Registros de Representação. In: **Educação matemática: uma introdução**, pp. 135-154. São Paulo: Educ, 1999.
- [6] FERREIRA, M. C. C. e Gomes, M. L. M. Sobre o Ensino de Sistemas Lineares. In RPM, nº 32. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Matemática**, 1996.
- [7] FREITAS, I. M. Dissertação de Mestrado: **Resolução de Sistemas Lineares Parametrizados e seu Significado para o Aluno**. PUC-SP: 1999.
- [8] KATZ, V. J. **A History of Mathematics**. New York: Harper Collins, 1995.
- [9] LIMA, E. L. Sobre o Ensino de Sistemas Lineares. In RPM, nº 23. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Matemática**, 1993.
- [10] MACHADO, S. D. A. O Universitário principiante X Significado dos Sistemas de Equações in **Anais do IV EPEM** – pp. 241-248. São Paulo: SBEM, 1996. São Paulo. Secretaria de Estado da Educação.
- [11] **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio** (PCNEM, 1999)
- [12] POOLE, D. **Álgebra Linear**. Cengage Learning, 2004.
- [13] SANTOS, R. J. **Um Curso de Geometria Analítica e Álgebra Linear**. Belo Horizonte, MG: Imprensa Universitária, 2007.
- [14] WINSTON, W. L. **Operations Research: Applications and Algorithms**. Brooks/Cole, 2004.

ANÁLISE DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE UTILIZANDO REDES DE PETRI

ANALYSIS OF SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS USING PETRI NETS

Lucas Vinícius Rodrigues Grabert ¹
Rodrigo Palucci Pantoni ²

Data de entrega dos originais à redação em: 26/08/2014
e recebido para diagramação em: 30/03/2015.

Processo de desenvolvimento de software (PDS) é o conjunto de ações e atividades que fazem parte da transformação dos requisitos do sistema em um sistema de software construído. Essas atividades são repletas de procedimentos direcionados que geram entradas e saídas para processos menores a fim de atender ao objetivo proposto. É comum as empresas não documentarem esses processos, o que pode atrapalhar a sua melhoria contínua. Sendo assim, a utilização de técnicas para melhorar o PDS da empresa se torna necessária para identificar e analisar possíveis problemas, na estrutura da organização que prejudiquem ou dificultem o alcance de seus objetivos. Neste contexto, neste trabalho é aplicada a ferramenta de Redes de Petri, que é uma forma de modelagem gráfica, a fim de analisar o PDS de uma empresa localizada na cidade de São João da Boa Vista, estado de São Paulo. Com a modelagem e as análises realizadas, foi possível a criação de um diagnóstico sobre o processo existente, o que permitiu melhorias do processo existente. Como resultado, foram propostas alternativas para a otimização do PDS da empresa, que se mostraram com melhor desempenho se comparadas qualitativamente e quantitativamente ao PDS original. Este trabalho levou a conclusão que o uso de redes de Petri para diagnosticar falhas e melhorias no PDS é válido e pode ser aplicado em outras empresas de pequeno porte.

Palavras-chave: Redes de Petri. Modelagem de Sistemas. Software – Desenvolvimento. Sistema de Gerenciamento de Workflow.

Software Development Process (SDP) is a set of actions and activities that are part of the transformation of the system requirements into software. These activities are full of procedures targeted to generate inputs and outputs for smaller processes in order to achieve the intended target. Companies do not usually document these processes, which can disrupt their continuous improvement. Therefore, the use of techniques to improve the company SDP becomes necessary to identify and analyze potential problems in the structure of the organization. Those problems may jeopardize or make difficult to achieve the company's goals. In this paper, Petri nets tool, a form of graphical modeling, will be applied in order to analyze the SDP of a company located in São João da Boa Vista. After the modeling and reviewing, it was possible to create a diagnosis of the existing process, which allowed improvements to it. Alternatives procedures were proposed to optimize the SDP of the company and they demonstrated an improved performance when compared qualitatively and quantitatively to the original case. This paper led to the conclusion that the use of the Petri Nets as tool to diagnosis fault and improvements in the SDP is valid and can also be applied to other smalls business.

Keywords: Petri Net. Systems Modeling. Software – Development. Workflow Management Systems.

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por sistemas informatizados é imprescindível que as empresas criadoras de software disponibilizem seus produtos com qualidade e confiabilidade. Porém, com a

evolução das tecnologias, os sistemas se tornam mais complexos, tornando o mercado mais competitivo e exigindo cada vez mais controle das técnicas e ferramentas utilizadas para melhorar o processo de desenvolvimento de software (PDS). Tais ferramentas, estudadas pela Engenharia de

1 Tecnologia em Sistemas para Internet. E-mail: < smartzig@gmail.com >.

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, São João da Boa Vista -SP.

Software, garantem que os PDS assegurem a inclusão de todas as características pretendidas pelo cliente final no software criado (DUARTE, 2002).

Uma destas ferramentas é a modelagem de software, com ela é possível a construção de modelos que capturem e documentem a estrutura e o comportamento do sistema (VALE, 2009), ou seja, por meio da modelagem de software é possível construir representações gráficas dos PDS viabilizando o detalhamento do fluxo de atividades e tarefas realizadas pelos envolvidos no processo.

Neste trabalho é realizado um estudo de caso em que será analisado e modelado o processo de desenvolvimento de software (PDS) de uma empresa utilizando redes de Petri (RdP). Com isso, espera-se propor melhorias no PDS existente baseadas na análise e modelagem feita e, finalmente, efetuar uma comparação qualitativa e quantitativa entre o modelo existente e o modelo alternativo com as alterações.

Redes de Petri (RdP), é uma ferramenta de modelagem utilizada para criar representações gráficas de sistemas de software utilizando fundamentos matemáticos (MACIEL, 1996). As RdPs oferecerem características positivas para a modelagem de sistemas entre as quais vale destacar, primeiramente, a linguagem gráfica simples, intuitiva e de fácil aprendizado; além disso, possuem fundamentação matemática que permite verificações importantes, possibilitam também a utilização de diversas técnicas de análises como a análise do comportamento do sistema modelado através de sua dinâmica de funcionamento e, por fim, é uma ferramenta gratuita.

O esboço deste trabalho foi inspirado no já realizado por Passos (2008), onde foram utilizadas RdPs para modelar PDS, focando processos de negócio, em uma empresa de médio porte.

2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

2.1 Processo de Desenvolvimento de Software

O Processo de desenvolvimento de software (PDS) é uma área estudada na Engenharia de Software que trata o processo de transformação dos requisitos do sistema no sistema de software construído, ou seja, as atividades, procedimentos e recursos envolvidos durante a construção dessa solução são chamados de processo de desenvolvimento de software (OLIVEIRA, 2006).

No mesmo enfoque que Oliveira, Pressman (2011) também diz que o processo de desenvolvimento de software é composto por três etapas: definição, desenvolvimento e manutenção. Definição é a etapa em que o projeto é definido e planejado, é estudado

nessa fase a viabilidade do projeto, além da definição do escopo, requisitos e as atividades envolvidas. Na fase de desenvolvimento são realizadas as atividades focadas na fabricação do software, estão inclusas nessa fase as atividades de concepção, especificação, design, prototipagem, codificação e etc. Por sua vez, manutenção é onde ocorre atividades relacionadas a manutenção do software, além da criação e documentos para futuras análises de como foi o processo.

2.2 Modelagem de Sistemas

O processo de desenvolvimento de sistemas pode ser representado de diferentes formas. Uma das principais formas é através da criação de modelos. A modelagem do sistema é uma representação gráfica dos principais aspectos de um PDS onde são listados os recursos do processo e as inter-relações existentes entre eles. Segundo Kellner e Hansen (1988), um dos objetivos desse tipo de representação é facilitar o aperfeiçoamento contínuo do processo de software. Existem diversas técnicas que apoiam a modelagem de processos de negócio e de desenvolvimento de software como UML, BPMN (Business Process Management Notation) e Redes de Petri, como anteriormente já indicado, para o presente trabalho será proposto o uso de redes de Petri.

2.3 Redes de Petri

Rede de Petri (RdP) é uma ferramenta de modelagem inventada por Carl Adam Petri em 1939, que permite a representação gráfica de sistemas, utilizando equações matemáticas como fundamentos (MACIEL, 1996). RdP é uma ferramenta gráfica que possibilita o estudo de sistemas que processam informações, podendo ser utilizada em diversas áreas além de sistemas de informação, como compiladores e linguagens formais (MURATA, 1989). Existem diversos motivos para se utilizar RdPs para a modelagem de processos de desenvolvimento de software, entre estes destacam-se:

- I. Natureza gráfica: RdP possui uma linguagem gráfica intuitiva, simples e de fácil aprendizado;
- II. Propriedade: Possui fundamentação matemática firme que permite conclusões e verificações importantes;
- III. Análise: Disponibilidade de diversas técnicas de análise como:
 - Quanto ao fluxo (presença de *deadlocks*);
 - Métricas de performance (tempo de resposta, espera, taxa de ocupação);
 - *Workflows* alternativos.
- IV. Gratuidade.

Uma rede de Petri simplificada deve ser representada graficamente da seguinte maneira:

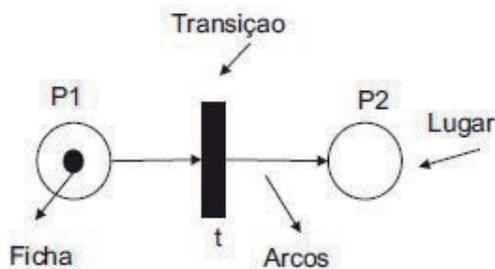


Figura 1 – Rede de Petri Simplificada

- Lugar: representa um estado, um recurso, uma espera, etc.;
- Ficha: indica uma condição associada ao lugar, ou um objeto;
- Transição: representa as ações ou eventos que ocorrem no sistema;
- Arcos orientados: fazem a conexão dos lugares com as transições e estas com os lugares.

2.4 Análise de Processos de Negócio e de Desenvolvimento de Software

As técnicas de análise disponibilizadas pela rede de Petri nos permite uma melhor avaliação dos processos de negócio, possibilitando a proposição de novos cenários (AALST et al., 2002). Por estar relacionado aos processos de negócio acredita-se que estas práticas sirvam também para se analisar processos de desenvolvimento de software. Essas técnicas podem ser classificadas em qualitativas e quantitativas.

As análises qualitativas focam no funcionamento contínuo do processo tratando problemas que travam o processo, como deadlocks e livelocks. Tais análises podem ser subdivididas em dois focos: Análise de acessibilidade que determina a rota do processo, com o fim de corrigir possíveis problemas do fluxo. E, Análise estrutural que foca na correção de possíveis problemas estruturais.

As análises quantitativas por sua vez enfocam a melhora na performance do processo, buscando indicadores de performance. Podem ser subdivididas em análise de performance, que busca melhorias através de simulações e planejamento de capacidade que procura a melhorar a alocação de tarefas para cada recurso.

3 METODOLOGIA

Em momento inicial foi realizado um levantamento de informações de como é o PDS existente na empresa Smart, como quais os recursos e fluxos do processo, foi constatado também que, durante o processo de fabricação de software, o conjunto de atividades relacionadas a um projeto é caracterizado como Solicitação de Cliente (SC) e essas SCs possuem sub classificação: Nova, Corretiva Bug e Corretiva Banco. Com as informações devidamente coletadas, foi possível a realização de uma modelagem em RdP utilizando o software Visual Object Net++. A partir da modelagem foi realizado análises qualitativas e quantitativas que resultaram no diagnóstico do PDS atual. A proposição de novos cenários teve como base as observações apresentadas no diagnóstico. Uma nova análise qualitativa e quantitativa dos cenários propostos foi realizada permitindo por fim, uma análise comparativa entre o cenário existente e o proposto. A figura 2 representa graficamente a metodologia utilizada.

4 RESULTADOS

4.1 Modelagem do Cenário Atual

Com as informações coletadas é possível realizar a representação gráfica do PDS da empresa Smart. A SC, que é o elemento de estudo do trabalho, é representada na rede de Petri por uma ficha. Uma ficha contém várias propriedades e dados relativos à vida da SC no fluxo a qual ela pertence. Tais dados podem ser informados, ou alterados, de acordo com a evolução da SC entre as distintas atividades pertencentes ao fluxo (PASSOS, 2008). As atividades realizadas para alterar o estado da SC são representadas por transições, as transições com mais de uma saída são representadas graficamente pelos retângulos vazios. Os setores representam atividades que possuem refinamento, ou seja, existem outras transições e condições não representados pelo modelo. A condição da SC é representada pelo estado, ou seja, concebe a situação ou resultado no qual a SC encontra-se no momento em questão. Finalmente, o fluxo da rede se dá aos arcos, onde os fluxos alternativos, que podem ser utilizados ou não, são representados pelos arcos pontilhados.

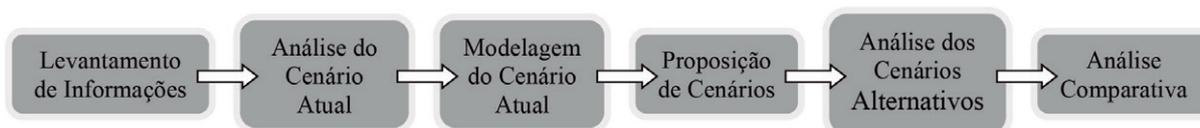


Figura 2 – Etapas do Projeto Proposto

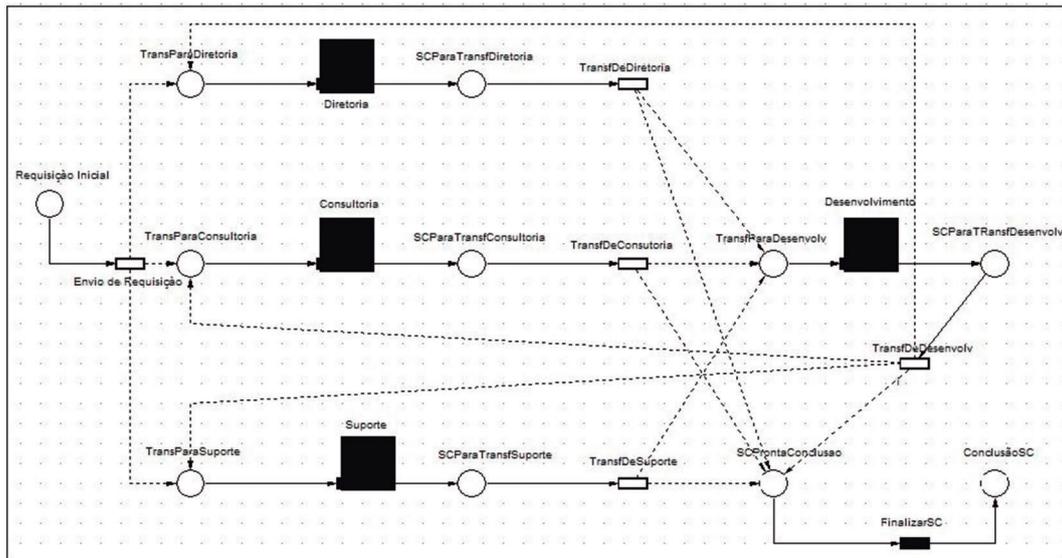


Figura 3 – Modelagem do PDS da Empresa Smart

4.2 Avaliação e Diagnóstico do Cenário Atual

A análise qualitativa do modelo gráfico criado não encontrou a presença de atividades desnecessárias, atividades mortas, Deadlocks ou Livelocks. Também pode ser considerada fortemente modelada por atingir todos os requisitos do conceito Soundness (AALST, 2002).

A análise quantitativa buscou quantificar a performance do processo atual, como a média de tempo de execução nível de serviço e capacidade de utilização. Foi constatado então, que o atual modelo da empresa visa à manutenção de seus sistemas, focando a maior parte de suas atividades nas SCs do tipo de correção de banco, 66% das SCs no período de estudo. A outra grande parte, SCs do tipo corretiva bug, é referente à correção de sistemas já existentes, seja corrigindo bugs ou adicionando funcionalidades e representam 34% do esforço no período. Foi constatado também que muitas vezes as atividades relativas as SCs foram realizadas, porém não foram devidamente documentadas, o que para o fluxo de informações, uma vez que o setor seguinte fica esperando a liberação de entrada de suas atividades que deve ser acionada com a conclusão das atividades do setor antecessor.

Outro fator relevante sobre as SCs do tipo correção de bug é que apenas 10% das SCs deste tipo foram devidamente testadas e documentadas, isso

significa que aproximadamente 90% de SCs que foram entregues ao cliente sem serem devidamente testadas.

4.3 Proposição de Novos Cenários

Os objetivos principais dos cenários propostos são: melhorar o controle de SCs e melhorar o aproveitamento das atividades de testes nas SCs do tipo corretiva Bug. A fim de evitar conflitos e dificuldades na implantação dos novos cenários, manteve-se a estrutura atual do PDS, uma vez que ela é considerada fortemente modelada (soundness), que não existem deficiências em seu fluxo e estrutura (ausência de deadlock e livelocks) e que as atividades de testes funcionais das SCs do tipo corretiva bug já estão presentes no fluxo, apenas não são realizadas.

As principais mudanças destes novos cenários são: garantir que cada atividade executada é devidamente documentada, garantir o maior controle na abertura da SC e a realização das atividades de testes funcionais.

4.4 Análise Comparativa entre os Cenários

A Tabela 1 mostra os resultados sobre o total de horas gastas em SCs, o tempo médio gasto por tipo de SC e a cobertura de SCs do tipo bug testadas.

Tabela 1 – Análise Comparativa entre os Cenários

Cenário Atual		Cenário Proposto	
Quantidade de horas gastas	327778 hrs	Quantidade de horas gastas	2229445 hrs
Tempo médio gasto em SCs do Tipo Corretiva Bug	128:16:18	Tempo médio gasto em SCs do Tipo Corretiva Bug	89:20:48
Tempo médio gasto em SCs do Tipo Corretiva Banco	49:32:59	Tempo médio gasto em SCs do Tipo Corretiva Banco	04:07:00
Cobertura de SCs do tipo Corretiva Bug Testadas	10%	Cobertura de SCs do tipo Corretiva Bug Testadas	100%

No período de estudo, o cenário atual gastou aproximadamente o total de 327778 horas em SC, contrapondo as 229445 horas estimadas com o cenário proposto. A redução do esforço em horas utilizadas no novo cenário é de aproximadamente 30% do utilizado no cenário existente.

Em relação as SCs do tipo corretiva banco, nos cenários propostos, a média de tempo para que a SC se conclua é de aproximadamente 4 horas e 7 minutos, contrapondo o cenário atual que as atividades exigiam aproximadamente 49 horas e 33 minutos. Sendo assim, é possível afirmar que no cenário proposto a SC levaria em média 12% do tempo que é utilizado no cenário existente.

Referente as solicitações de clientes do tipo corretiva *bug*, no cenário proposto, a média de tempo para que a SC se conclua é de aproximadamente 89 horas e 21 minutos, contrapondo o cenário atual que as atividades exigiam aproximadamente 128 horas e 16 minutos. Sendo assim, é possível afirmar que existe uma redução de aproximadamente 31% do tempo gasto no cenário novo em comparação ao atual. É importante ressaltar que o modelo novo já incorpora o esforço necessário para realizar os testes, aumentando assim a cobertura de testes para 100% contra 10% do cenário existente.

5 CONCLUSÕES

Com o resultado deste trabalho analisa-se que é possível realizar melhorias no PDS utilizando redes de Petri. Além da modelagem, o uso de RdP permite a análise do cenário existente, que consequentemente possibilita diagnósticos de mudanças do cenário, permitindo assim a proposição de novos cenários.

Ao avaliarmos os resultados obtidos neste trabalho, é possível ver os impactos positivos alcançados com a proposição dos novos modelos, com o maior controle de SCs é possível que a gerência planeje melhor sua alocação de recursos, como até a implantação de atividades de testes, relatórios de produtividade entre outros.

Os benefícios alcançados com a modelagem de sistemas utilizando redes de Petri, podem ser

considerados como base para futuros projetos. Pelo seu poder de representar graficamente e permitir diversas análises, existe uma grande possibilidade de usos para as RdPs.

REFERENCIAS

AALST, W. M. P. V. D.; HEE, K. M. V.; **Workflow Management: Models, Methods and Systems** (in Dutch). **Academic Service**. Schoonhoven. 2002.

KELLNER, M. I., HANSEN, G. A. **Software Process Modeling**. Software Engineering Institute – Carnegie Mellon University. Pittsburgh, 1988.

DUARTE, F. M. **Engenharia de Software Orientada aos Processos**. 2002. Tese (Mestrado em Informática) – Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Portugal. 2002.

MACIEL, P.R.M.; LINS, R. D.; CUNHA, P.R.F. **Introdução às Redes de Petri e Aplicações**. 1996. Trabalho apresentado na 10. Escola de Computação. Campinas, 1996.

MURATA, T. Petri Nets: Properties, Analysis and Applications. In: IEEE International Conference on Industrial Technology, 1989, Glasgow. **Proceedings of the IEEE**: Vol. 77, n. 4, Glasgow, 1989.

OLIVEIRA, S. R. B. **Processo de Software: Princípios, Ambiente e Mecanismos de Execução**. 2006. Exame de Qualificação do Programa de Doutorado em Informática - Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006.

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering, A Practitioner's Approach**. 7. ed. Nova York: The McGraw-Hill Companies, 2011.

VALE, L. d. N. **Especificação de Testes Funcionais usando Redes de Petri a Objetos para Software Orientados a Objetos**. 2009. Tese (Mestrado em Ciência da Computação) – Faculdade de Computação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2009.

VISUALIZAÇÃO DE TEOREMAS EM ANÁLISE COMPLEXA: EXEMPLOS NO CONTEXTO DA TRANSIÇÃO COMPLEXA DO CÁLCULO - TCC

THEOREMS VIEWING IN COMPLEX ANALYSIS : EXAMPLES IN THE CONTEXT OF THE COMPLEX OF CALCULATION TRANSITION - TCC

Data de entrega dos originais à redação em: 01/09/2014
e recebido para diagramação em: 30/03/2015.

Francisco Regis Vieira Alves ¹

A visualização constitui uma habilidade cognitiva do ser humano que permite o acionamento de capacidades ontológicas do homem, dentre elas, destacamos a intuição e a percepção. Neste escrito, trazemos alguns exemplos que visam explorar, com origem em uma preocupação didático-metodológica, a visualização de conceitos no contexto da Análise Complexa. No locus acadêmico registramos uma abordagem formalista que tende a enfatizar procedimentos e rituais indefectíveis que se mostram naturais e automáticos para o expert. Não obstante, apresentamos alguns exemplos que podem funcionar como elemento impulsionador para uma aprendizagem inicial dos estudantes, o que difere do trato analítico. Indicaremos, ainda, que a tecnologia permite a exploração de elementos diferenciados no contexto do ensino do que chamamos em nossos trabalhos de Análise Visual Complexa – AVC.

Palavras-chave: Visualização. Ensino de Variável Complexa. Software Geogebra. CAS Maple.

Visualization is a cognitive ability of human beings that allows the activation of ontological capacities of man, among them, we highlight the intuition and perception. At this writing, we bring some examples in virtue to explore, originating in a didactic-methodological goal, the visualization of concepts in the complex analysis context. In the academic locus we registered a formalistic approach that tends to emphasize procedures and an unfailing ritual and show to be natural and automatic for the expert. Nevertheless, we present some examples that can act as a guide for an initial student learning, which differs from the analytical tract. We indicate also that the technology allows the exploration of different elements in the context of teaching what we call in our work Visual Complex Analysis - VCA.

Keywords: Visualization. Teaching of Complex Variable. Softwares Geogebra. CAS Maple.

1 INTRODUÇÃO

Um problema que tem sido indicado em vários trabalhos acadêmicos refere-se às possibilidades de uso da tecnologia (ARTIGUE, 2013), no sentido de suavizar determinados entraves acadêmicos recorrentes, sobretudo, no ensino de certas disciplinas específicas em Matemática Avançada. De modo particular, nos interessamos pelo contexto de transição da variável real para a variável complexa. Do ponto de vista notacional grafamos $x + i0 \rightarrow z = x + iy$ o que marca a transição entre os espaços vetoriais uni e bidimensionais que indicamos ainda por $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{C}$.

Em nossos trabalhos (ALVES, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d) temos discutidos certos elementos

vinculados ao âmago da *Transição Complexa do Cálculo – TCC* para contrastar com a *Transição Interna do Cálculo – TINC* (ALVES, 2011; ALVES & BORGES NETO, 2011), que envolve o aumento dimensional $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^n$ e diz respeito também a trajetória acadêmica de estudantes que são submetidos ao contato com as disciplinas de Cálculo em uma e várias variáveis.

Ora, temos apontados inúmeros elementos que podem atuar negativamente no que concerne à aprendizagem dos estudantes, dentre eles, acentuamos: (i) um sistema notacional eminentemente complexo e que dificulta possíveis interpretações geométricas; (ii) teoremas que são verdadeiros em \mathbb{R} e não são verdadeiros em \mathbb{R}^n ou \mathbb{C} e, reciprocamente; (iii) interpretações

¹ Doutor em Educação com ênfase no ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará. E-mail: <fregis@ifce.edu.br >.

geométricas e intuitivas verdadeiras em \mathbb{R}^n que não possuem interpretação equivalente em \mathbb{R}^n ou \mathbb{C} ; (iv) regras e manipulações analíticas verdadeiras em \mathbb{R}^n que não possuem interpretação equivalente em \mathbb{R}^n ou \mathbb{C} ; (v) mudança radical das propriedades topológicas envolvidas no TCC e no TINC.

Vamos assinalar, de modo *en passant*, o último item, com arrimo na ilustração da figura 1. Com efeito, quando falamos da topologia da reta e da topologia do conjunto dos complexos, divisamos mudanças radicais. De fato, as estruturas topológicas em questão são bem diferentes e, no primeiro caso, nossa visualização fica comprometida, uma vez que, lidamos com um espaço vetorial unidimensional (NEEDHAM, 2000, p. 123).

Por outro lado, registramos ainda noções matemáticas topológicas que admitem um trato em qualquer contexto, dentre elas, temos a noção de vizinhança de ponto de aderência de uma função. Na figura 1, designamos vetores na cor azul para indicar pontos complexos do tipo $z = x + iy$ no domínio de determinadas funções. Designamos ainda vetores na cor vermelha que indicam a imagem das respectivas funções. Ora, temos discutido as potencialidades dinâmicas do *software Geogebra* no sentido de significar ação de funções na variável complexa. Por outro lado, divisamos uma grande quantidade de pontos na vizinhança de discos centrados na origem do plano complexo. Pois bem, neste cenário em que permitimos a exploração e inspeção do estudante, conseguimos transmitir a noção intuitiva de pontos de aderência de uma função $f(z)$.

2 TEOREMAS E ALGUMAS PROPRIEDADES

Na seção introdutória, pontuamos alguns elementos que ainda não foram suficientemente

estudados e analisados pelos especialistas da área. Na verdade, ainda retomaremos e pormenorizaremos algumas ilações presentes em nossa introdução. Por outro lado, assinalamos nossas investigações no âmbito do TINC que indicam consequências que necessitam de uma vigilância didática constante (ALVES, 2011; 2013a; 2013b). Destarte, nossa atenção voltar-se-á ao contexto da TCC. E, por essa via, trazemos nesta seção alguns elementos de ordem formal que, do ponto de vista lógico e estruturante, admitem transposições didáticas agradáveis e aparentemente se mostram como as preferidas pelos *experts* (ou matemáticos profissionais).

Não obstante, devemos permanecer atentos ao que parece natural e acessível para o *expert* pode não sê-lo para o aprendiz (isto é, incipiente no assunto). Neste sentido, trazemos em seguida uma séries de teoremas e a referência a determinadas propriedades que manifestam papel imprescindível no estudo de Análise Complexa – AC.

Nosso primeiro exemplo é relativo ao conjunto das homografias ou transformações de Möbius que, sabemos serem definidas pela seguinte expressão

$$f(z) = \frac{az + b}{cz + d}, \text{ aonde contamos com seguinte}$$

condição $ad - bc \neq 0$, em que a, b, c, d são complexos.

Teorema 1: Toda transformação de Möbius transforma círculos em C_∞ em círculos em C_∞ .

Comentários: a demonstração de parte deste teorema pode ser extraída de uma argumentação preliminar, oriunda de uma primeira inspeção das funções do tipo homografia. De fato, podemos observar a seguinte decomposição

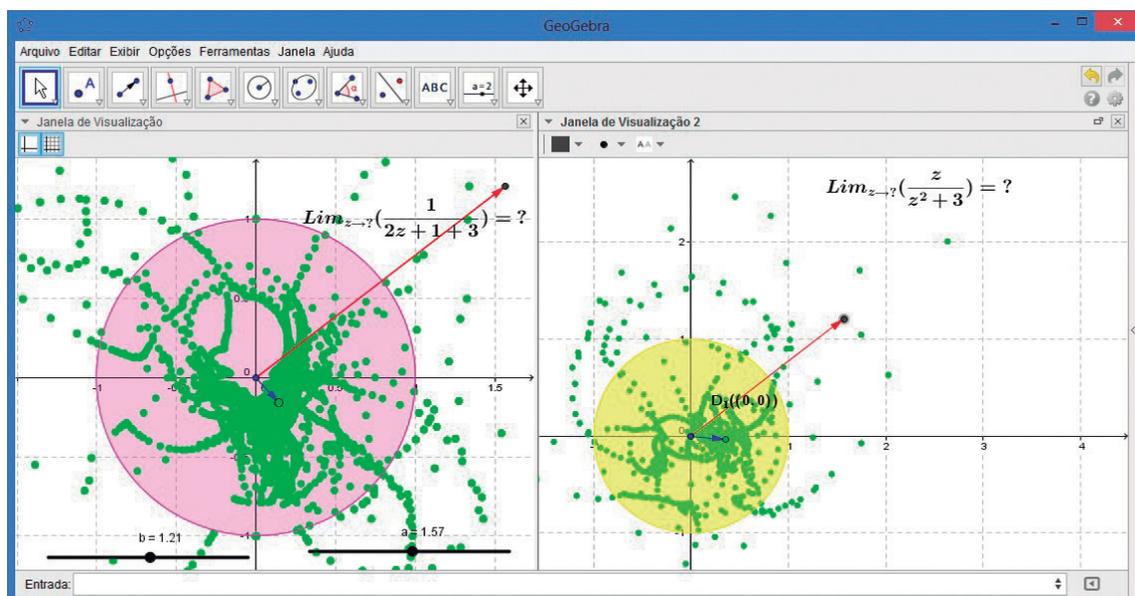


Figura 1 - Visualização da noção de ponto de valor de aderência de uma função com o Geogebra

$$f(z) = \frac{az+b}{cz+d} = \frac{a}{c} + \frac{\left(\frac{bc-ad}{c}\right)}{cz+d} = \frac{a}{c} + \frac{\lambda}{cz+d},$$

onde $\lambda := \left(\frac{bc-ad}{c}\right) \in \mathbb{C}$.

Tal decomposição indica que toda homografia é a composição de transformações do tipo: translações, rotações, homotetias e inversões, conhecidas como transformações de Möbius elementares. Com origem nessa argumentação, Fernandez & Bernardes (2008, p. 75) declaram que “como toda transformação de Möbius é uma composta de transformações de Möbius elementares e como translações, rotações e homotetias obviamente transformam círculos em C_∞ em círculos em C_∞ ”. Por fim, os autores efetuam a análise considerando apenas a transformação inversão descrita por $\frac{1}{z}$.

Ideia do teorema: Fernandez & Bernardes (2008, p. 75) consideram a seguinte expressão $A|z|^2 + Bz + \overline{B}z + C = 0$ (*), com a condição em que $A, C \in \mathbb{R}, B \in \mathbb{C}$ e $|B|^2 - AC > 0$. Os autores declaram que esta expressão constitui um círculo (se $A \neq 0$) e uma reta (se $A = 0$). Ademais, qualquer círculo ou qualquer reta pode ser descrito pela expressão (*). Não apresentaremos este argumento e o leitor pode consultá-lo em Fernandez & Bernardes (2008, p. 205-206). Por outro lado, passamos a convencionar que $z = \infty$ é solução de (*) se, somente se $A = 0$. Um pouco mais adiante, Fernandez & Bernardes (2008, p. 75) acentuam que “podemos olhar (*) como sendo a equação geral de um círculo em C_∞ ”.

Em seguida, fazem a mudança $w = \frac{1}{z}$ e daí, escrevemos $w = \frac{1}{z} \therefore z = \frac{1}{w} = w^{-1}$ e implica que

$$A|w|^{-2} + B\frac{1}{w} + \overline{B}\frac{1}{\overline{w}} + C = 0 \leftrightarrow C|w|^2 + \overline{B}w + B\overline{w} + A = 0 (**).$$

Dai, a expressão (**) é outro círculo em C_∞ . Podemos simplificar observando que $z \notin \{0, \infty\} \leftrightarrow w = \frac{1}{z}$ satisfaz (**). Por outro lado, se $z = 0$ satisfaz (*) se, e somente se, $A \cdot 0 + B \cdot 0 + \overline{B} \cdot 0 + C = 0 \leftrightarrow C = 0$. Todavia, olhando para (**) ocorre exatamente quando $w = \infty = \frac{1}{z}$ pela nossa convenção. Analogamente, teremos que $z = \infty$ satisfaz (*) se, e somente se $w = 0 = \frac{1}{z}$ satisfaz (**). Segue, pois, o resultado do

teorema 1, por intermédio da descrição do comportamento das expressões (*) ou (**).

Teorema 2: As equações de Cauchy-Riemann podem ser escritas das seguintes formas:

(I) $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$ e $\frac{\partial v}{\partial x} = -\frac{\partial u}{\partial y}$ ou

(II) $\frac{\partial u}{\partial \rho} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial v}{\partial \theta}$ e $\frac{\partial v}{\partial \rho} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial u}{\partial \theta}$.

Comentários: O papel fundante do teorema acima reside, sobretudo, nas formas notacionais distintas que representam o mesmo resultado, apesar de que existem outras justificativas. No caso (I), acentuamos as equações de compatibilidade de Cauchy-Riemann - (C-R) em termos de coordenadas cartesianas. Enquanto que, no caso (II), vislumbramos o mesmo resultado em termos de coordenadas polares. Nesses casos perguntamos: como estimular ou oportunizar ao estudante um cenário de aprendizagem para compreender, do ponto de vista geométrico, tais relações?

Ideia da verificação: De modo *standard*, partimos as expressões $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$ e $\frac{\partial v}{\partial x} = -\frac{\partial u}{\partial y}$.

O caráter profícuo dessas equações é pontuado por Shokranian (2001, p. 113) ao pontuar suas conexões com o estudo de funções analíticas e o estudo de funções harmônicas. Ora, com origem na substituição $\begin{cases} x = \rho \cos(\theta) \\ y = \rho \sin(\theta) \end{cases}$, o leitor pode encontrar de modo

detalhado nos compêndios a seguinte relação $\frac{\partial u}{\partial \rho} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial u}{\partial \theta}$. Por fim, Shokranian (2001, p. 122)

assinala que “a terceira forma das equações de Cauchy-Riemann depende do seguinte símbolo

$$\frac{\partial f}{\partial z} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial f}{\partial x} - i \frac{\partial f}{\partial y} \right)$$
. A constatação

final é atinente ao seguinte fato:

Se f satisfaz C-R então $\frac{\partial f}{\partial z} = 0$.

E, reciprocamente, se vale $\partial f / \partial \bar{z} = 0$, então as equações C-R são verdadeiras.

Teorema 3: Para cada número real $\theta \in \mathbb{R}$ e cada número complexo $c \in \mathbb{C}$ de modo que $|c| < 1$ e homografia $f(z) = e^{i\theta} \frac{z+c}{cz+1}$ dá uma aplicação conforme do disco $D(0,1)$ sobre si próprio.

Ideia da verificação: Sabemos que a expressão $w \mapsto e^{i\theta} \cdot w$ é uma função rotação por um ângulo θ .

Sem perda de generalidade, tomamos o ângulo $\theta = 0$ e $|z + c|^2 = |z|^2 + 2 \operatorname{Re}(\bar{c}z) + |c|^2$

e que $|\bar{c}z + 1|^2 = |c|^2 |z|^2 + 2 \operatorname{Re}(\bar{c}z) + 1$ e estabelecemos:

$$\begin{aligned} |z + c|^2 - |\bar{c}z + 1|^2 &= (|z|^2 + 2 \operatorname{Re}(\bar{c}z) + |c|^2) - (|c|^2 |z|^2 + 2 \operatorname{Re}(\bar{c}z) + 1) = |z|^2 - |c|^2 |z|^2 + |c|^2 - 1 = \\ &= (1 - |c|^2)(|z|^2 - 1) < 0 \therefore |z + c|^2 - |\bar{c}z + 1|^2 < 0 \leftrightarrow \frac{|z + c|^2}{|\bar{c}z + 1|^2} - 1 < 0 \end{aligned}$$

Ora, isto mostra que se tomamos

$$|T(z)| = \left| e^{i\theta} \frac{z + c}{\bar{c}z + 1} \right| = \left| e^{i\theta} \right| \left| \frac{z + c}{\bar{c}z + 1} \right| = 1 \cdot \frac{|z + c|}{|\bar{c}z + 1|} \therefore |T(z)|^2 = \left(\frac{|z + c|}{|\bar{c}z + 1|} \right)^2$$

e que $(T(z))^2 - 1 < 0 \therefore |T(z)| < 1$ se $|c| < 1$. Com isto, vimos que $T(D(0,1)) \subset D(0,1)$.

Por outro lado, é fácil ver que $T^{-1}(z) = e^{i\theta} (z - c) / (-\bar{c}z + 1)$ e que é uma expressão análoga a função inicial. De modo semelhante, concluiremos que $T^{-1}(D(0,1)) \subset D(0,1)$. Consequentemente, inferimos que $T(D(0,1)) = D(0,1)$.

Teorema 4: Toda transformação de Möbius diferente da identidade possui no máximo dois pontos fixos no plano estendido C_∞ .

Comentários: O caráter pedagógico relevante refere-se ao fato de que a propriedade principal do teorema 4 refere-se ao fato da aplicação fixar números complexos (em nossa abordagem preferimos a interpretação de “fixar vetores”). A transição da variável real para a variável complexa - TCC pode ser entendida, por parte do estudante, na medida em que, o mesmo vislumbra uma propriedade que continua sendo válida no plano complexo. Vale recordar a menção no enunciado acima do plano estendido $C_\infty = C \cup \{\infty\}$. Registramos nos compêndios especializados algumas maneiras de se efetuar a compactação do plano complexo (LINS NETO, 1993, p. 248). Pelo que se mostra mais vinculado às nossas preocupações, sublinhamos o processo geométrico de compactação do plano complexo que se caracteriza pelo uso da *projeção estereográfica*.

Agora, posto que findamos com a demonstração dos teoremas 1, 2, 3 e 4, perguntamos:

(i) que imagens mentais estimulamos em nossos alunos por intermédio da mobilização de um saber inferencial e estruturado semelhante ao que empregamos há pouco?

(ii) Como assegurar a credibilidade junto ao aluno à respeito das equações

$$A|z|^2 + Bz + \bar{B}z + C = 0 \text{ ou}$$

$$C|w|^2 + \bar{B}w + B\bar{w} + A = 0 ?$$

(iii) Que aspectos qualitativos (visuais) envolvem o teorema 3?

(iv) Que significação geométrica pode ser agregada aos símbolos formais

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} \text{ e } \frac{\partial v}{\partial x} = -\frac{\partial u}{\partial y} ?$$

(v) Que espécie de argumento pode ser adequado no sentido de antecipar uma demonstração formal como a que necessitamos no teorema 4?

De modo propositado, centramos todos os questionamentos relativos aos teoremas anteriores e algumas propriedades relacionadas com a noção de limite. Mas, todavia, outras propriedades podem ser recordadas e discutidas. Para exemplificar, assinalamos a descrição indicada por Needham (1993, p. 152), ao comentar que “interpreta-se uma homotopia de caminhos como uma deformação contínua de caminhos, $s \in [0, 1] \rightarrow F_s$. O caminho F_0 é deformado continuamente até que para $s = 1$, obtemos o caminho F_1 ”. A noção de homotopia desempenha papel fundamental na teoria em AC. Com efeito, determinadas propriedades pode nos proporcionar resultados surpreendentes, como, por exemplo, o fato de que o grupo fundamental é isomorfo ao grupo aditivo dos inteiros, que, do ponto de vista notacional, designamos $\pi_1(C^*, 1) \cong Z$ (LINS NETO, 1993, p. 154).

Neste último excerto, assinalamos que propriedades topológicas fundamentais necessitam de um componente intuitivo e criativo do matemático para imaginar situações e interpretações geométricas sofisticadas. Por outro lado, o fato de que $\pi_1(C^*, 1) \cong Z$

revela ainda um caráter epistemológico profundo relativo ao modo com que vislumbramos/concebemos o conjunto “ingênuo” dos inteiros. Em seguida, trazemos alguns exemplos, ao passo que, retomaremos os questionamentos vinculados ao teoremas, indicados nesta seção.

2.1 Algumas propriedades e o uso de softwares no ensino acadêmico

Vamos considerar os seguintes limites:

$$(i) \lim_{z \rightarrow ?} \frac{\text{sen}(az)}{\text{sen}(z)} = ?;$$

$$(ii) \lim_{z \rightarrow ?} \frac{3z^4 - 2z^3 + 8z^2 - 2z + 5}{z - i} = ?$$

Propositadamente, não explicitamos, de imediato, os valores relativos ao ponto de acumulação, no qual tencionamos avaliar ambos os limites e, além disso, não designamos também o candidato a ser o valor de aderência das respectivas funções

$$f(z) = \frac{\text{sen}(az)}{\text{sen}(z)},$$

com $a \in \mathbb{C}$ e

$$g(z) = (3z^4 - 2z^3 + 8z^2 - 2z + 5)/(z - i).$$

No segundo caso, conhecemos a formalização atinente ao método epislônico que pode ser descrito por: dado $\varepsilon > 0$ conseguimos um delta $\delta > 0$, de modo que

$$\left| 3z^4 - 2z^3 + 8z^2 - 2z + 5/(z - i) - 4 + 4i \right| < \varepsilon$$

sempre que $0 < |z - i| < \delta$. Em nossos trabalhos, temos descrito uma via de complementaridade que permite a exploração, de modo concomitante, de dois softwares. Em nosso caso, temos sistematizado o uso dos softwares *Geogebra* e do CAS *Maple* com o intuito de estruturação de situações didáticas diferentes daquelas que costumamos encontrar nos compêndios especializados (FERNANDEZ & BERNARDES, 2008; GELBALUM, 1992; KRZYŻ, 1971; SHOKRANIAN, 2011; TAUVEL, 2006).

O procedimento que temos sistematizado em nossos escritos apontam as possibilidades de explorarmos a visualização no contexto do ensino de AC. Nossa abordagem pode ser descrita como *Análise Visual Complexa – AVC* o que busca enfatizar a intuição e a percepção de elementos vinculados aos teoremas e propriedades estudadas neste *corpus* teórico.

Por esta via, temos identificado certas limitações relativas aos softwares *Geogebra* e o *CAS Maple*, no que diz respeito à representação e

exploração didático-metodológica de conceitos abstratos em AC (ALVES, 2014d). Não obstante, quando usados em caráter de complementaridade, no caso do emprego do método CT^2M , temos estruturado situações didáticas que orientam a exploração de tópicos específicos, tais como: Teorema Fundamental do Cálculo, Teorema da Taylor/Laurent, Teorema em integração de funções na variável complexa, Teorema do Índice e de Rouché, Teoremas de Resíduo de funções na variável complexa.

O fator de ineditismo em cada caso diz respeito a possibilidade de agregarmos um elemento de ordem não apenas lógico-matemático para a interpretação em cada situação. Ademais, como bem indicamos na seção passada, em nossa abordagem, deslocamos as argumentações formais, inferenciais e estruturantes para um momento didático em que o aprendiz já tenha sido exposto e tenha adquirido um entendimento tácito das ideias preliminares e intuitivas envolvidas.

Para exemplificar, observamos na figura 2 que, com alguns comandos básicos permitem a descrição, por exemplo, das partes real $R(g(z))$ e imaginária $Im(g(z))$ de funções meromorfas do tipo

$$g(z) = \frac{3z^4 - 2z^3 + 8z^2 - 2z + 5}{z - i}.$$

Tal discriminação se mostra inexequível quando em nossa mediação negligenciamos as potencialidades da tecnologia (ver figura 7).

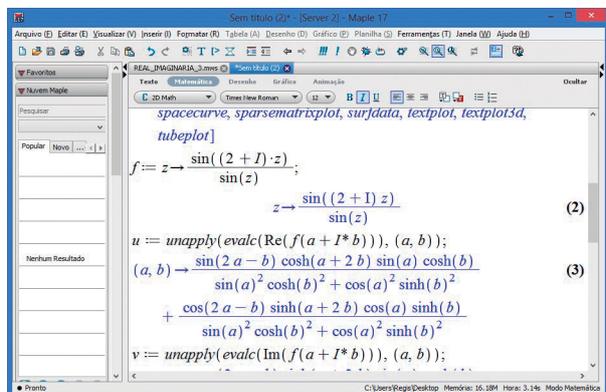


Figura 2 - Emprego do CAS Maple para a obtenção das partes real e imaginária de funções na variável complexa empregadas no cálculo do limite

3 VISUALIZANDO TEOREMAS NO CONTEXTO DA TCC

Nessa seção assinalaremos elementos de ordem intuitiva e que se assentam, prioritariamente, em aspectos qualitativos de ordem visual. Vale assinalar a diferença entre intuição e percepção matemática, dessa maneira, sugerimos ao leitor uma leitura em nossa tese (ALVES, 2011). Em todo

caso, o escopo que pretendemos perseguir nesta seção é afetado pela consideração de Shokranian (2011, p. 84) quando adverte que “em comparação com os estudos sobre funções reais de uma variável real, a geometria dos subconjuntos de \mathbb{C} e suas propriedades topológicas são muito mais usadas do que a geometria de segmentos da reta real, pela simples razão de serem mais elaboradas e abrangentes”.

Com origem nesta perspectiva, trazemos na figura 3 uma construção dinâmica com o Geogebra que permite ao estudante a exploração e a manipulação necessária afim de conjecturar sobre a existência do limite num ponto. No lado esquerdo, o aprendiz poderá elaborar várias conjecturas, com origem na visualização e percepção de propriedades atinentes aos pontos obtidos da relação $f(z) = \frac{\text{sen}(az)}{\text{sen}(z)}$, onde $a \in \mathbb{R}$. No lado direito,

com auxílio de ambos os softwares, indicamos a ação da função meromorfa

$$g(z) = \frac{3z^4 - 2z^3 + 8z^2 - 2z + 5}{z - i} = \text{Re}(g(z)) + i \text{Im}(g(z)).$$

Prevemos que, com o arrimo do rastro indicado abaixo na cor verde de pontos móveis pertencentes ao domínio da função, o estudante perceberá as mudanças no vetor na cor azul e, distinguir/identificar uma grande quantidade de pontos que tendem a se acumular na vizinhança do ponto candidato ao valor limite da expressão

$$\lim_{z \rightarrow ?} \frac{\text{sen}(az)}{\text{sen}(z)} = ?.$$

Do mesmo modo, proporcionamos ao estudante um cenário para a inspeção do comportamento do limite

$$\lim_{z \rightarrow i} \frac{3z^4 - 2z^3 + 8z^2 - 2z + 5}{z - i} = 4 + 4i.$$

Assinalamos, ainda que, dependendo da escolha dos seletores que permitem a dinamicidade da construção, podemos fornecer ao estudante a percepção de uma maior ou menor quantidade de pontos que se acumulam em torno da cada vizinhança deletada dos respectivos pontos. Por exemplo, a quantidade de pontos (na cor vermelha) ao lado direito é menor (mais distantes um do outro) que no primeiro caso. Tais elementos de ordem qualitativo-visual são condicionados pelas características do software Geogebra. Outra vantagem oriunda da dinamicidade desta construção é a possibilidade da escolha, por parte do estudante, atinente ao $\lim_{z \rightarrow ?}$ símbolo. Ou seja, o aluno escolhe o ponto no qual manifestará um possível interesse em avaliar/prever/discriminar o comportamento do limite.

Criticamos em nossos trabalhos abordagens dos compêndios de livros encontrados no locus acadêmico que retira/suprime a preocupação do solucionador de problemas atinente ao problema da existência. O problema é a precipitação manifesta pelos autores em fornecer todos os dados envolvidos no problema. Neste sentido, grafamos o seguinte símbolo

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(i + \left(\frac{4}{5} + i \frac{3}{5} \right)^n \right) = L \in \mathbb{R}.$$

No caso da figura 4, o aluno pode depreender que os vetores correspondentes à sequência

$$a_n = i + \left(\frac{4}{5} + i \frac{3}{5} \right)^n$$

vizinhança de qualquer ponto. Neste caso, o padrão

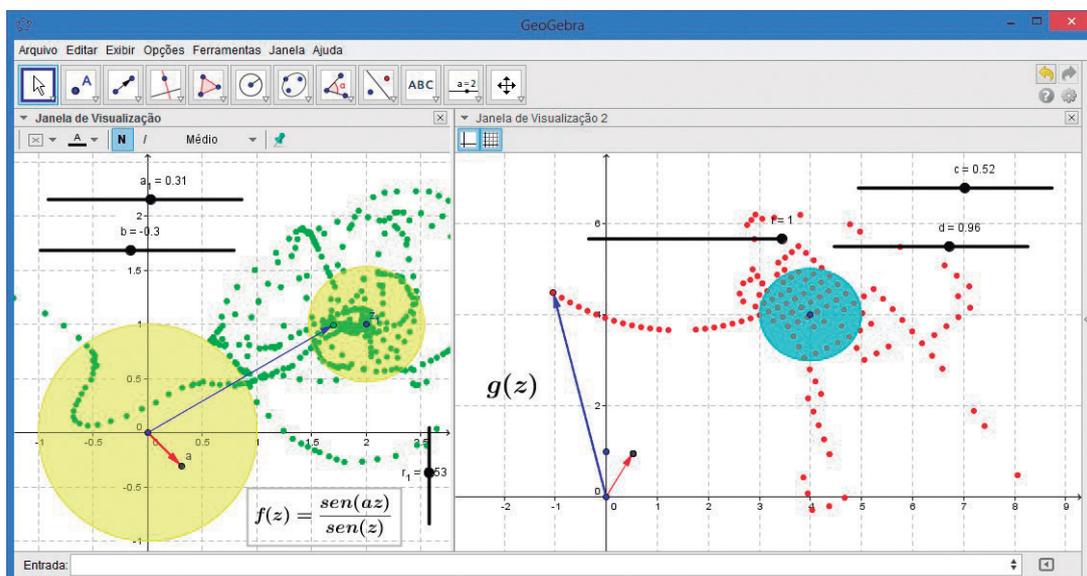


Figura 3 - Visualização da representação dinâmica da noção de limites no contexto do TCC (elaboração do autor)

gráfico geométrico deve ser um indicador para o entendimento da sua não existência (não determinamos um único $L \in \mathbb{R}$), posto que não divisamos algum ponto de acumulação. Fato que pode ser inspecionado analiticamente a partir da constatação $\left| \left(\frac{4}{5} + i \frac{3}{5} \right)^n \right| = 1$, para $n \in \mathbb{N}$.

Ademais, quando empregamos o registro analítico " $\lim_{z \rightarrow ?}$ " e " $= ?$ ", transmitimos a responsabilidade ao aprendiz, no intuito de discriminar/identificar e prever o comportamento das imagens de cada função, descritos no *software Geogebra* por meio de vetores dinâmicos que podem ser alterados por intermédio de pontos móveis no plano $(a, b) \in \mathbb{R}^2$ e identificados por meio de, $(a, b) \mapsto a + ib$ garantida via isomorfismo. Ao lado direito, indicamos a janela com valores numéricos assumidos pela sequência

de números complexos $a_n = i + (4/5 + i 3/5)^n$ e, por intermédio do *Geogebra*, os indicamos/representamos como vetores (na cor vermelha), ao lado esquerdo, sobre o círculo $S^1 = \{u \in \mathbb{R}^2 \mid |u| = 1\}$ deslocado da origem.

Agora, na figura 5, trazemos as possibilidades de comportamento da expressão

$A|z|^2 + Bz + \overline{Bz} + C = 0$, a qual, inspecionamos no teorema 1. Ao lado esquerdo, no caso em que $A = 0$, descrevemos com o *software* uma família de retas, determinadas por um ponto móvel no plano complexo. Por outro lado, no caso em que $A \in \mathbb{R}^*$, conseguimos visualizar uma família de circunferências definidas também por um ponto móvel no plano complexo. Com a construção abaixo, temos a possibilidade didática de antever e significar, do ponto de vista geométrico, algumas ideias relevantes a serem exploradas na demonstração do mesmo. Notamos que o expediente metodológico aqui

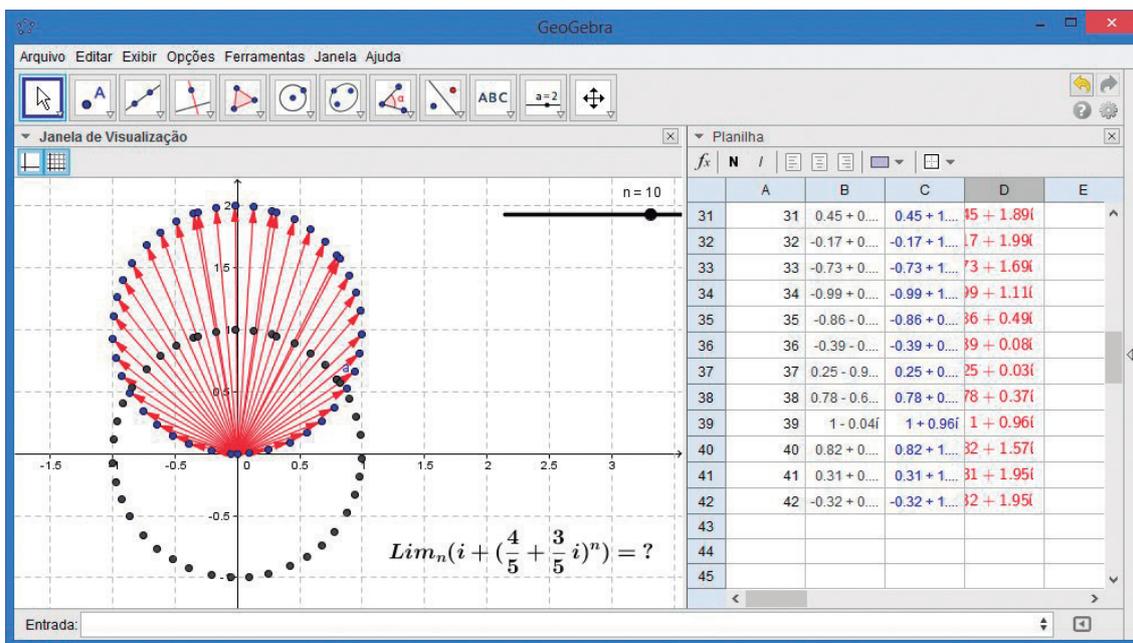


Figura 4 - Visualização e entendimento da noção de inexistência de um limite na variável complexa

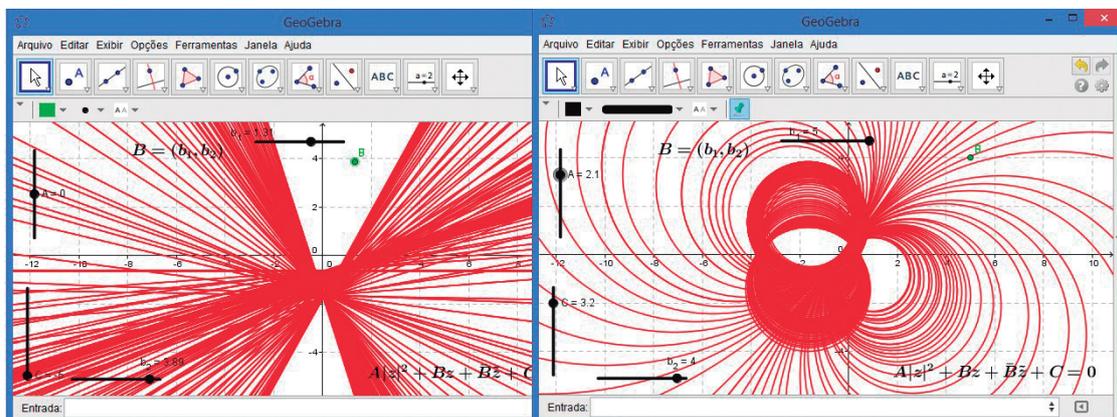


Figura 5 - Visualização de propriedades vinculadas em certos teoremas formais (teorema 1)

consiste em convencer os estudante a partir do que o mesmo visualiza e manipula na tela do computador. Mais uma vez, com a exploração da tecnologia, temos a possibilidade de explorar um tirocínio intuitivo vinculado ao teorema 1.

Para concluir, na figura 6, destacamos ainda ricas ligações conceituais envolvendo propriedades que vinculam a convergência de séries de potências de números complexos com produtos infinitos de números complexos $\left(\prod_{i \geq 1} z_i\right)$. A ideia destacada é a

possibilidade de ver ou enxergar propriedades e teoremas na variável complexa formalmente discutidos em certo compêndios especializados sobre o assunto.

Para concluir, vamos fornecer alguns indicativos para a respostas, ao menos provisórias, dos questionamentos que elaboramos. Sem antes,

entretanto, comentar o esforço didático que observamos na figura 7. Nela, ao lado esquerdo, registramos a aplicação de certos critérios de convergência para série de potências de números complexos, que indicamos por

$$\sum_{n \geq 0} a_n (z - z_0)^n$$

figura estática produzida no quadro negro, o matemático explica certas propriedades atinentes á funções multivalores (como a função logaritmo na variável complexa) e certas condições em que contamos com difeomorfismos locais.

No tocante ao questionamento (i), sublinhamos que determinadas imagens mentais dependem da experiências e situações vivenciadas pelo aprendiz. Por exemplo, não pudemos esperar, logo de início, que um estudante tenha capacidade e um bom domínio relativo ao diagrama que o matemático comenta na figura 7.

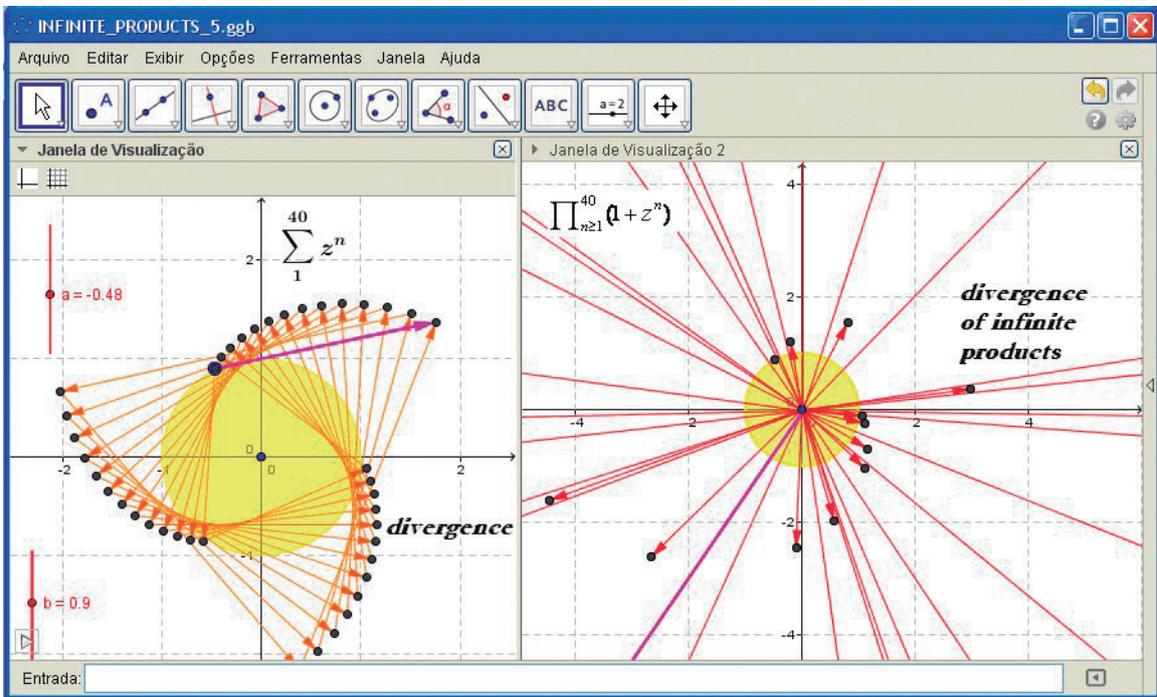


Figura 6 - Visualizando teoremas no contexto da Análise Visual Complexa – AVC com o Geogebra

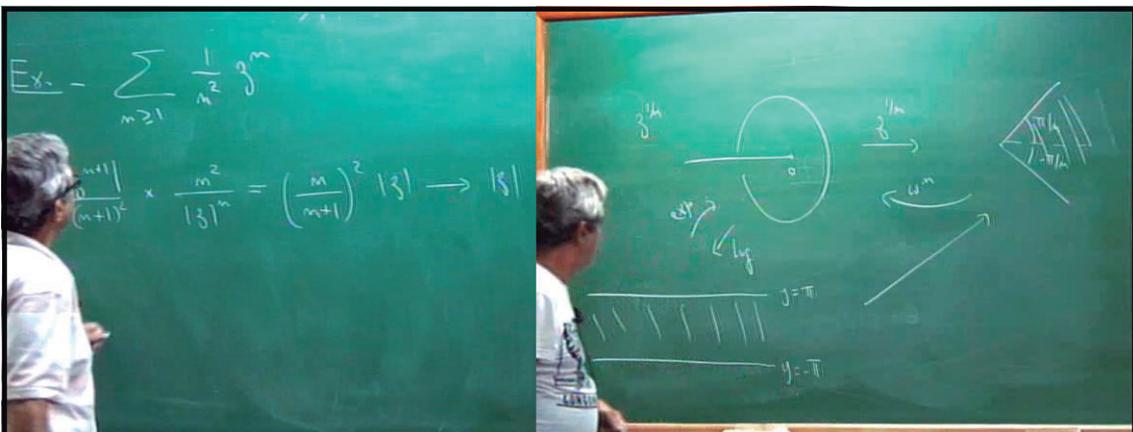


Figura 7 - Transposição didática que desconsidera as possibilidades da tecnologia (LINS NETO, 2011)

Já no questionamento (ii), observamos que um estudante pode simplesmente acreditar nas propriedades vinculadas ao símbolo $A|z|^2 + Bz + \overline{Bz} + C = 0$ pelo simples fato de que o *expert* determina/estabelece tal juízo de valor em sala de aula. Outra via é o não entendimento e a simples aceitação acrítica do fato. No que diz respeito ao item (iii).

Por fim, no item (iv), advertimos que dificilmente, no meio de intrincadas equações e manipulações algébricas, temos a possibilidade de significar, do ponto de vista geométrico, o significado/sentido atrelados às equações de Cauchy-Riemann. Possivelmente, no caso em que explicitamos o link conceitual entre tais condições e a classe de funções harmônicas, deparamos certas possibilidades de acentuar um padrão gráfico-geométrico agregado.

Concluimos nosso artigo fazendo alguns comentários sobre a figura 8. Nela, Needham (2000) discute os padrões gráficos-geométricos esperados sobre a *Esfera de Riemann* (ver figura. 8), na condição em que consideramos transformações oriundas de funções homográficas. Ademais, quando desenvolvemos o estudo da referida esfera, simbologias inesperadas podem ocorrer, tais como $\frac{1}{\infty} = 0$ ou $\frac{1}{0} = \infty$. O ponto ∞ que consideramos

nesta construção deve satisfazer a tais equações. Needham (2000, p. 140) recorda que “a profunda e bela resposta fornecida por Riemann envolveu interpretar os números complexos como pontos sobre a esfera \sum em vez de pontos no plano”.

Assinalamos o pequeno excerto evidenciado por Needham (2000) afim de reforçar uma vigilância didático-metodológica natural, no sentido de proporcionar ao estudante cenários de aprendizagem que envolvam possibilidades de visualização e percepção de propriedades gráfico-geométrica.

Ora, até mesmo a genialidade conferida ao tirocínio riemanniano não se furta de colher e adaptar ideias e argumentos antigos no contexto de novos e intrigantes problemas. Neste sentido, Needham (2000, p. 140) observa ainda que “Ptolomeu foi o primeiro construtor que empregou tal mapa (aplicação), que empregava pontos plotados sobre corpos celestiais sobre a ‘esfera celeste’. Seu método foi chamado de projeção estereográfica”. Este pequeno exemplo nos ensina sobre a relevância de transmitirmos aos nossos estudantes, não apenas conhecimentos ou saberes reconhecidamente solidificados mas, também, àqueles passíveis de serem apreendidos/compreendidos via intuição, semelhantemente ao que nos ensinaram os matemáticos em tempos remotos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Discutimos neste trabalho determinadas situações que possibilitam dois tratamentos distintos. O primeiro e recorrentemente levado a cabo no contexto universitário, é caracterizado por uma viés estrutural, logicizante em que as inferências automática pouco conferem/imprimem em significado cada termo ou propriedade objetivada. Resumidamente, falamos de uma “abordagem dedutiva da Matemática” (KLINE, 1976) cujas raízes são bourbakianas (BOURBAKI, 1984, p. 233). O segundo tratamento envolve o emprego de instrumentos tecnológicos, com o escopo de se extrair possibilidades diferenciadas de interpretação/significação visual e que detém a possibilidade de se explorar o significado heurístico de cada situação. Quando dispensamos, porém, tal expediente, observamos tentativas de uma interpretação intuitiva que exige elevadas operações de pensamento e que, naturalmente, são dominadas apenas pelo *expert* (ver figuras 7 e 9).

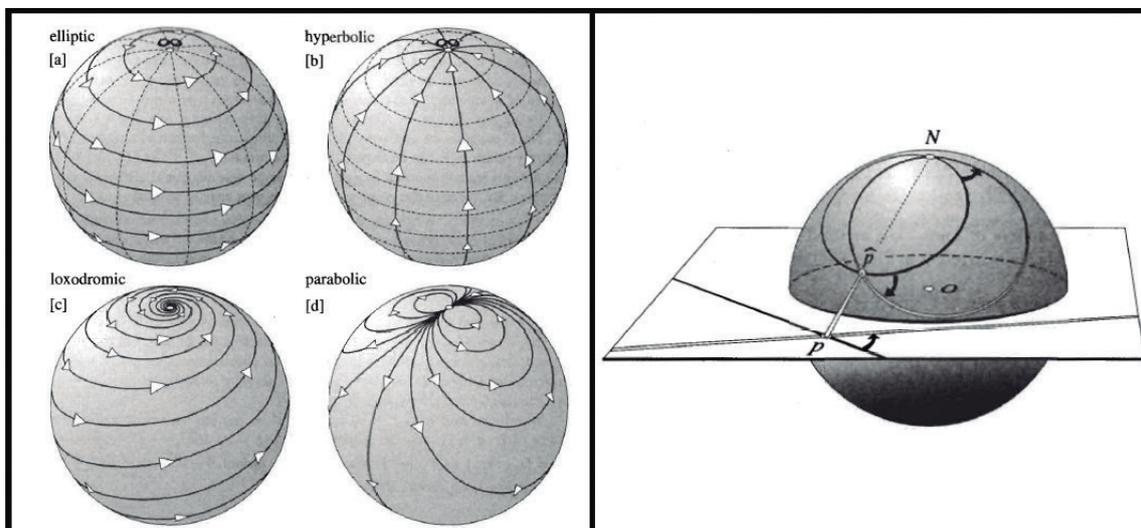


Figura 8 - Needham (2000, p. 153) discute os possíveis padrões gráfico-geométricos relacionados com homografias e a descrição geométrica da esfera de Riemann (2000, p. 141)

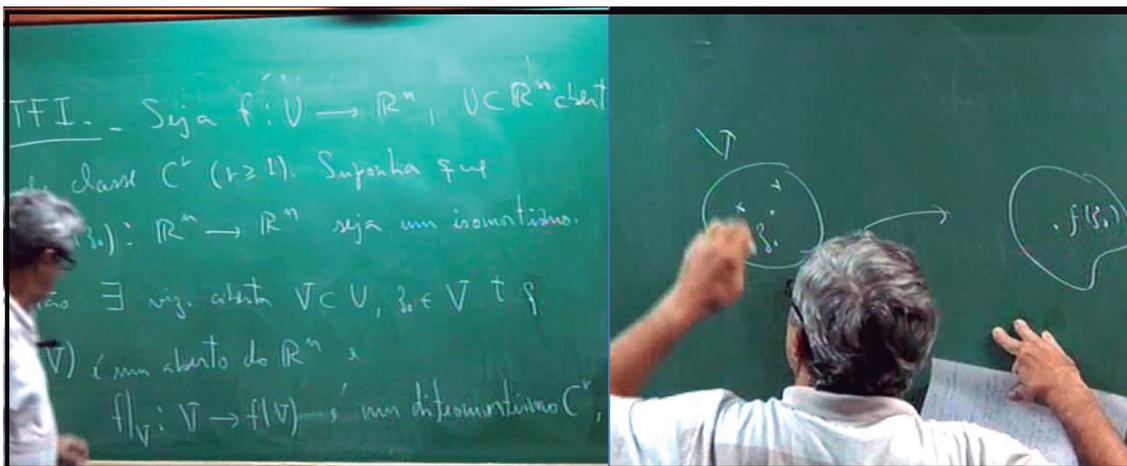


Figura 9 - Descrição estática de desenhos/figuras que significam o pensamento sistemático e a interpretação intuitiva de resultados qualitativos atinentes ao Teorema da Função Implícita (LINS NETO, 2011)

Ora, quando nos atemos ao primeiro tratamento e, devemos recordar, que o mesmo se constitui ser o hegemônico em nossas universidades (ARTIGUE, 2003; 2009; 2013), observamos trajetórias de condução e transposição de um saber matemático de caráter solidificado ou, ainda, tendo em vista seu viés abstrato, finda por determinar/transformar a ação dos estudantes na replicação de regras e teoremas *a priori* estabelecidos de modo triunfal pelo *expert*.

Por outro lado, o segundo tratamento não pode ser pensado de um modo isolado de uma preocupação de ensino e/ou aprendizagem. Nosso *approach* tem indicado possibilidades e barreiras vinculadas ao ensino e a aprendizagem de tópicos específicos em Matemática Avançada e, o caso da AC não podem ser descuidados (ALVES, 2013a; 2013c). Certamente que, quando redimensionamos o papel da tecnologia no ensino de matemática, de modo concomitante, temos que rever/redimensionar nossa ação didático-metodológica no contexto do TCC.

De fato, nas situações aqui apresentadas e, sobretudo, os quatro teoremas formais aqui discutidos, mostramos situações que se tornam exequíveis de serem explorados, na medida em que, no nosso caso, empregamos dois *softwares*, em caráter de complementaridade. Nesse sentido, os questionamentos indicados na 2ª seção admitem, pelo menos, respostas provisórias, na condição em que exploramos os *softwares Geogebra* e *CAS Maple*. Ademais, as limitações e deficiências de cada *software* promovem/estimulam, também, diferenciadas transposições, tendo em vista oportunizar aos estudantes, situações apoiadas na visualização.

Indicamos ao leitor interessado maiores detalhes sobre o método CT^2M (ALVES, 2014d). Neste sentido, as figuras 1 e 2 envolvem a exploração desse *approach* (ALVES, 2013b; 2014d). O resultado consiste em proporcionar ao estudante, cenários de aprendizagem que envolvem ideias complexas e

sofisticadas, atinentes aos principais teoremas estudados em AC no contexto universitário. Por esta via, os teoremas e propriedades discutidas aqui e modelos matemático clássicos, como o caso do *epsilon* e *delta*, são passíveis de serem resinificados a partir de uma construção dinâmica com o *software Geogebra*, diferentemente do caráter estático das figuras 7 e 9 (ao lado direito).

Ora, assumimos posição concorde com alguns pensadores (ATIYAH, 2002; REVUZ, 1968) sobre o ensino de Matemática na universidade que se mostra preocupante há décadas. Destarte, aconselhamos fortemente o uso da tecnologia afim de vislumbramos trajetórias diferenciais de abordagem de tópicos específicos. Em nossa perspectiva, assinalamos sobre as potencialidades da visualização e percepção como elementos condutores de um raciocínio preliminar e local, que evolui, em direção a um pensamento formal e sistemático. De fato, a própria história da Matemática demarca tal evolução epistemológico do pensamento matemático (BOTTAZZINI, 1986; GRABINER, 2005; BOURBAKI, 1984). E, indicamos até mesmo o exemplo devido a B. Riemann que desenvolveu um método em AC que admite forte viés geométrico (figura 8). Por fim, o grande desafio didático-metodológico é conseguirmos aliar o cenário de aprendizagem que referenciamos nas figuras 5 e 6, por exemplo, com o cenário das figuras 7 e 9. Ora, tendo em vista nossa realidade acadêmica, a mensagem de ordem é “buscar ensinar de forma diferente pela qual nós aprendemos”.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. R. V. (2014a). Visualizing the behavior of infinite series and complex power series with the Geogebra. **GGIJRO - Geogebra International Journal of Romania**, p. 41-51. In press.

ALVES, F. R. V. (2014b). La visualization de regiones en coordenadas polares y la determinación de área con el software Geogebra. **Revista Premisa**. Buenos Aires. Argentina. v. 59. nº 16. Available in: < <http://www.soarem.org.ar/publicaciones.html> >.

ALVES, F. R. V. (2014c). Visualizing with dynamic system Geogebra: the Fundamental Theorem of Algebra - TFA and its applications. **GGIJRO - Geogebra International Journal of Romania**, p. 39-50. Available in: < <http://ggijro1.files.wordpress.com/2014/01/art48.pdf> >.

ALVES, Francisco. R. V. (2014d). Computational Technique for Teaching in Mathematics - CT^2M : the quadratic form case. **Geogebra International of Romania**. Romania. v. 3, nº 2, p. 81-92, Available in: < <http://ggijro.wordpress.com/issues/vol-3-no-2/> >.

ALVES, F. R. Vieira. (2013a). Viewing the roots of polynomial functions in complex variable: the use of Geogebra and the CAS Maple. **Acta Didactica Naposcencia**. Romania, v, 6, nº 3, 58-45.

ALVES, Francisco. R. V. Visualizing in Polar Coordinates with Geogebra. In: **Geogebra International of Romania**. p. 21-30. (2013b) Disponível em: < <http://ggijro.wordpress.com/issues/vol-3-no-1/> >.

ALVES, Francisco. R. V. Exploring L'Hospital Rule with the Geogebra. In: **Geogebra International of Romania**. p. 15-20. (2013c). Disponível em: < <http://ggijro.wordpress.com/issues/vol-3-no-1/> >.

ALVES, Francisco, R. V. & LOPES, Marco. A. Métodos de Integração: uma discussão do seu ensino com apoio no software Geogebra, In: **Revista do Geogebra Internacional de São Paulo**, v. 2, nº 2, p. 5-21. (2013). Disponível em: < <http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/12524/12200> >.

ALVES, Vieira Regis; BORGES NETO, Hermínio. (2011). Transição interna do cálculo em uma variável para o cálculo a várias variáveis: uma análise de livros. **Educação Matemática Pesquisa**. v. 13-3, 597-626.

ALVES, Francisco. R. V. **Categorias Intuitivas no ensino do Cálculo em Várias Variáveis** (tese de doutorado). Fortaleza: Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, p. 399. 2011.

ARTIGUE, Michelle. Qué se Puede Aprender de la Investigación Educativa en el Nivel Universitario?, **Boletín de La Asociación Venezolana**, v. 10, nº 2, p. 117-134, 2003.

ARTIGUE, Michelle. Didactical Design in Mathematics Education. In: **Proceedings of NORMA08 – Nordic Research in Mathematics Education**. p. 1-12, 2009.

ARTIGUE, Michelle. L'impact curriculaire des technologies sur l'Éducation Mathématiques. **Revista de Educação Matemática e Tecnológicas**. P. v. 4, nº 1, 1-14. 2013. Disponível em: <<http://www.gente.eti.br/revistas/index.php/emteia/issue/view/8>>. Acesso em: 1 de fev. 2014.

ATIYAH. M. **Mathematics in the 20TH Century**, Bull L. Math, vol. 34, p. 1-15, 2002.

BOTTAZZINI. U. (1986) **The Higher Calculus: a history of Real and Complex Analysis from Euler to Weierstrass**. New York: Springer.

BOURBAKI, Nicolas. **Éléments d'Histoire des Mathématiques**. Paris: Masson. 1984.

BROSSEAU, G. **Théorisation de Phénomènes d'enseignement de Mathématiques** (these D'état des Sciences). Bourdeux: Université des Bourdeaux I. 1986. 905f.

EDWARDS, C. H. (1979). **The Historical development of Calculus**. New York: Springer.

FERNANDEZ, Cecília. S & BERNARDES Jr. Nilson. C. (2008). **Introdução às funções de uma variável complexa**. Rio de Janeiro: Textos Universitários SBM.

GELBALUM, Bernard. R. (1992). **Problems in Real and Complex Analysis**. New York: Springer-Verlag.

GRABINER, Judith. V. **The origins of Cauchy's Rigorous Calculus**. New York: Dover Publications, 2005.

KATZ, Gabriel & NODELMAN, V. Software Tools for Visualizing Multivalued Functions. **The Electronic Journal of Mathematics and Technology**, v. 7, nº 1, 2011.

KLINE, Morris. (1976). **O fracasso da Matemática Moderna**. São Paulo: IBRASA.

KRANTZ. S. G. (2007). **Complex Variable: a physical approach with applications to Matlab Tutorials**, New York: Chapman and Hall/CRC, 2007.

KRZYZ, Jang. G. (1971). **Problems in Complex Variable Theory**. New York: Elsevier.

LIMA, Elon. L. (2009). **Curso de Análise**. v.1 Rio de Janeiro: SBM.

LINS NETO, Alcides. (1993). **Funções de uma variável complexa**. Rio de Janeiro: SBM.

LINS NETO, Alcides. (2011). Vídeo-Aulas de Análise Complexa – mestrado. Rio de Janeiro: SBM.

NEEDHAM, Tristan. (2000). **Visual Complex Analysis**. Oxford: Oxford University Press.

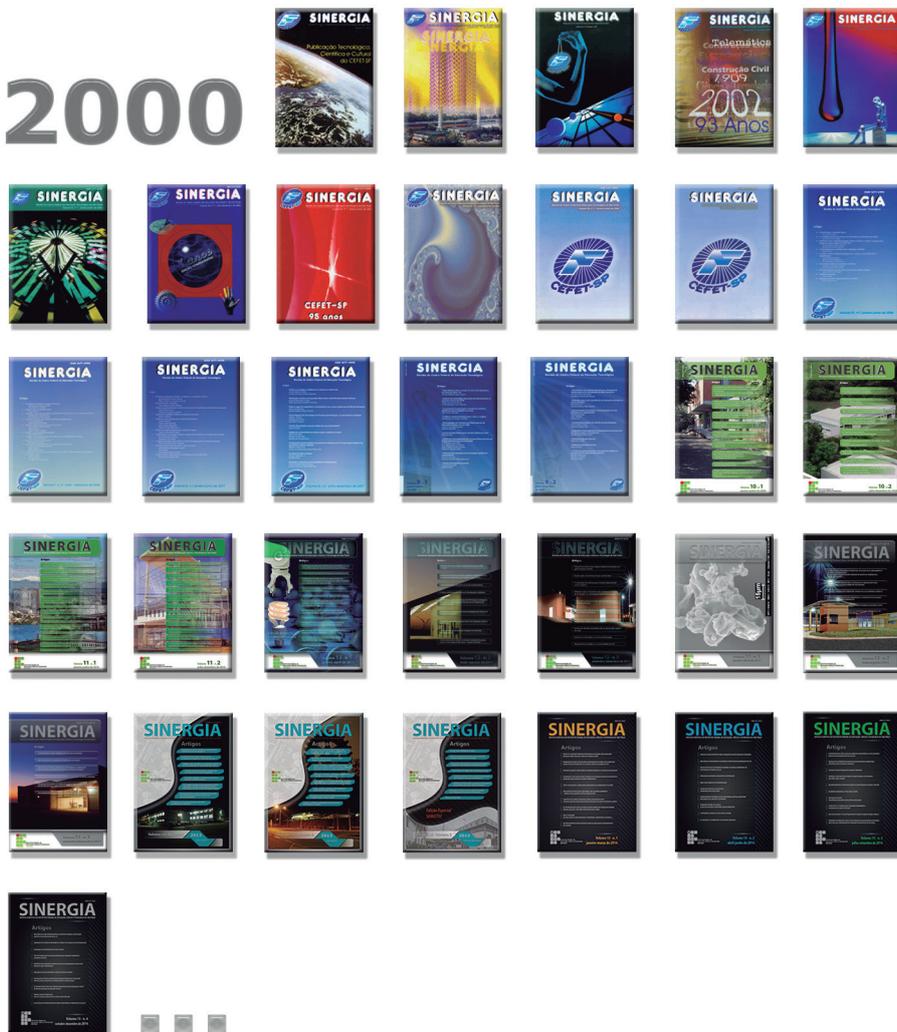
REVUZ, André. Les pièges de l'enseignement des Mathématiques. **Educational Mathematics Studies**, Dordrecht-Holland: Reidel, p. 313-36, 1968.

SHOKRANIAN, Salahoddin. (2011). **Uma introdução à Variável Complexa**. São Paulo: Editora Ciência Moderna.

TAUVEL. P. (2006). **Analyse Complexe pour la Licence**. v. 3, Paris: Dunod.

As edições anteriores podem ser consultadas como ponto de partida para a sua pesquisa científica!

2000

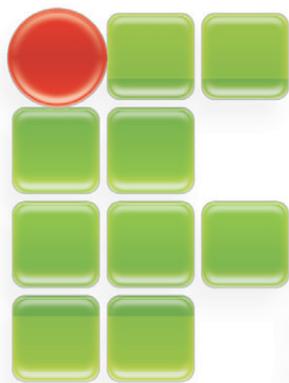


Caros pesquisadores,

Os artigos das revistas impressas do ano de 2000 e posteriores, sob o número de ISSN 1677-499X, estão disponíveis no *site* em formato eletrônico, com o número de ISSN 2177-451X.

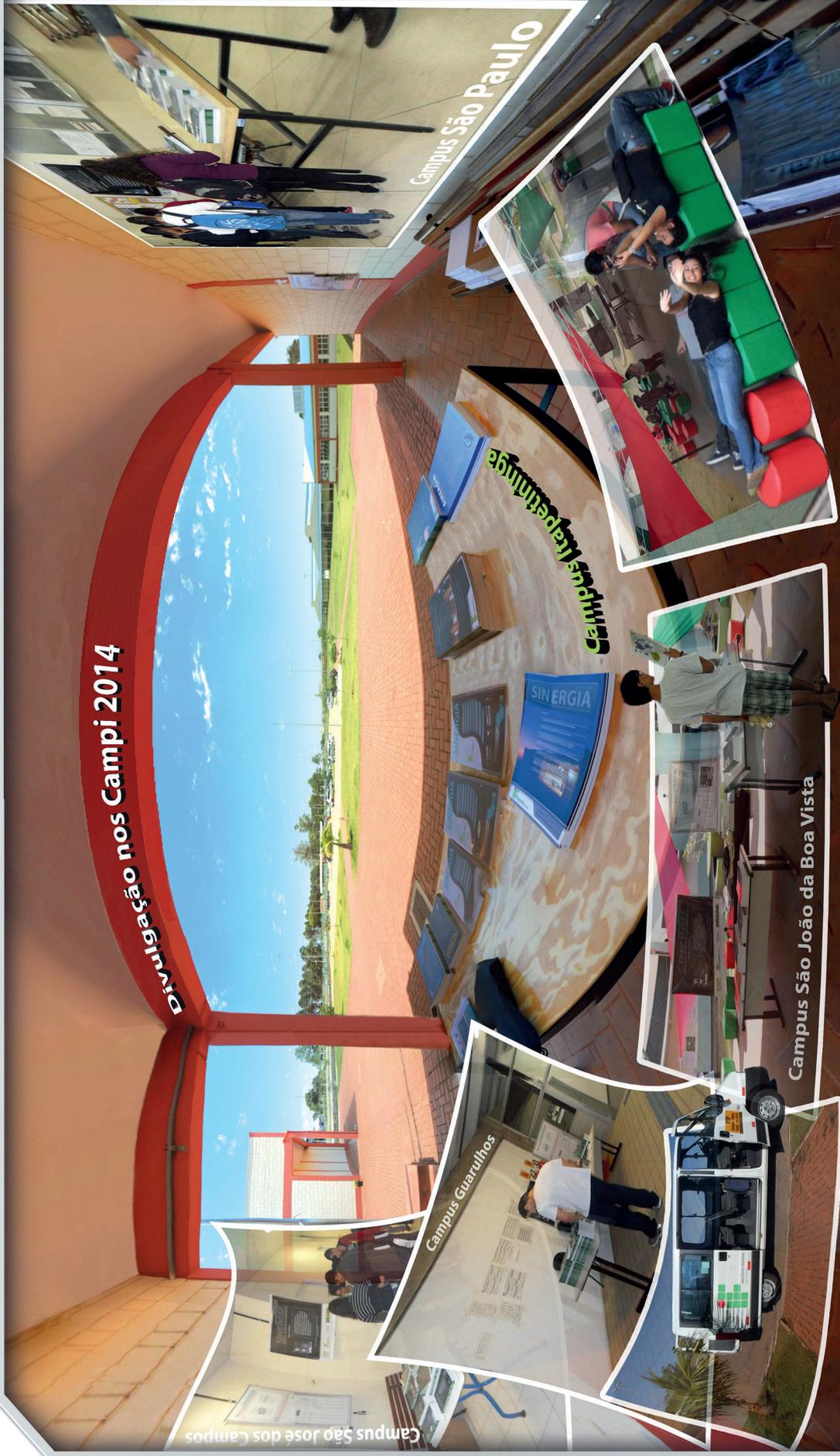
Este formato vem da tecnologia de arquivo pdf pesquisável, o qual facilitará a localização pelos mecanismos de busca da Internet, a pesquisa do conteúdo dos trabalhos e as citações em novos artigos científicos.

e-mail para submissão de artigos, sugestões: sinergia@ifsp.edu.br



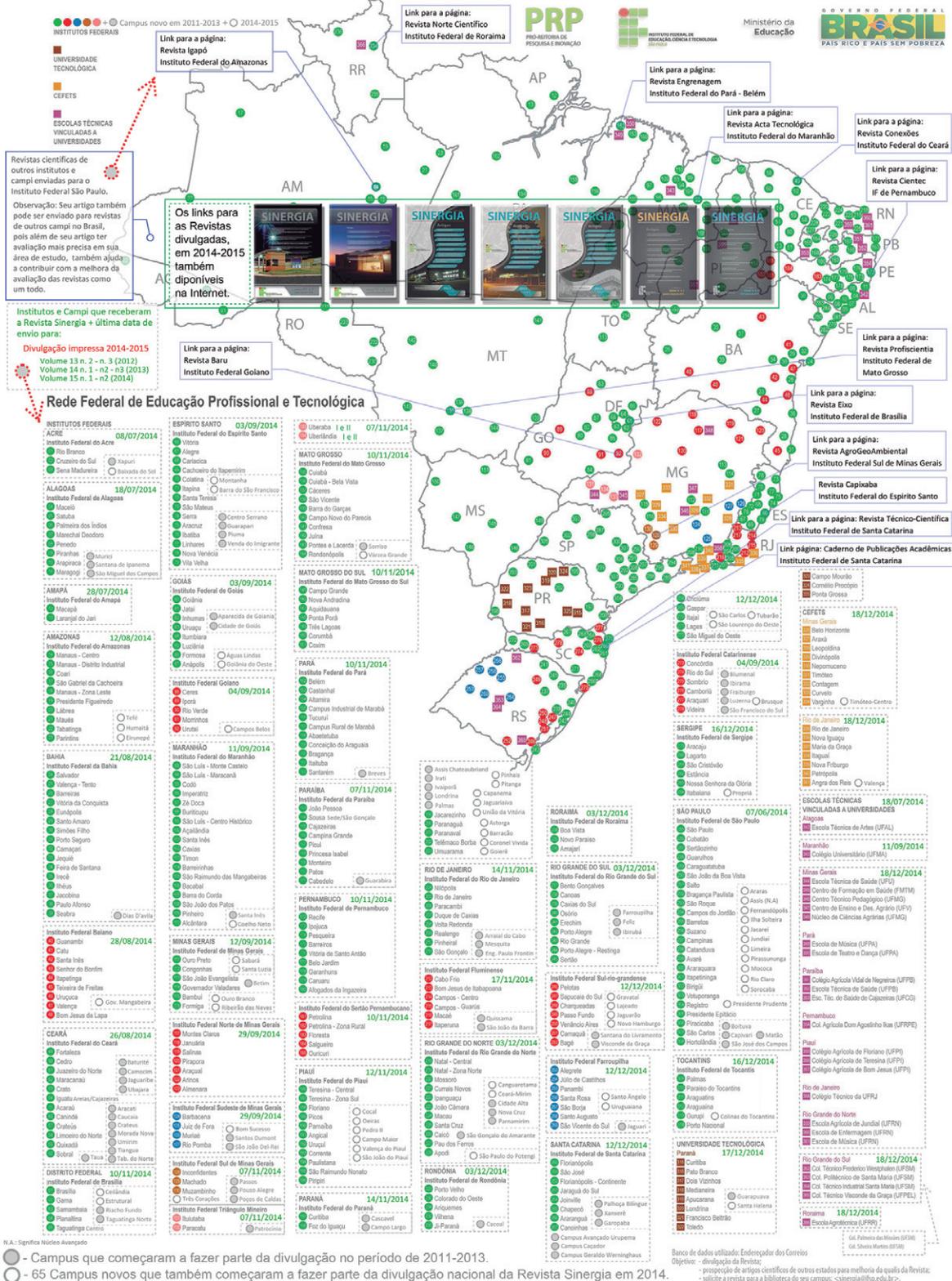
**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

Divulgação nos Campi 2014



A Revista Sinergia visitou 5 campus em 2014 com a finalidade de ser conhecida pelos alunos dos diversos níveis de escolaridade e assim orientá-los para futuras publicações com base em pesquisa científica ou projeto de conclusão de curso. A divulgação também aproxima os docentes para futuros pareceres/avaliações em artigos enviados para publicação no periódico.

Divulgação da Revista Sinergia na Rede Federal de Educação em 2014



Qualis do trimestre outubro/dezembro de 2014

Revista Sinergia impressa - ISSN 1677-499X

Revista Sinergia eletrônica - ISSN 2177-451X

Revista Sinergia eletrônica-artigos em inglês - ISSN 2177-806X

SICAPEs
SISTEMA INTEGRADO CAPES

WEBQUALIS

Consultar | Contatar Coordenadores | Tela Inicial

Por ISSN do Periódico | Por Título do Periódico | Por Classificação / Área de Avaliação | Lista Completa

ISSN:

ISSN	Título	Estrato	Área de Avaliação	Classificação
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B4	INTERDISCIPLINAR	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ENGENHARIAS II	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	MEDICINA VETERINÁRIA	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E TURISMO	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	C	CÊNCIA DE ALIMENTOS	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	C	EDUCAÇÃO	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	C	ASTRONOMIA / FÍSICA	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ENGENHARIAS IV	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ENSINO	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	B5	ENGENHARIAS III	Atualizado
1677-499X	Sinergia (CEFETSP)	C	QUÍMICA	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	C	CÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B4	ENGENHARIAS I	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B5	ENGENHARIAS II	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B4	INTERDISCIPLINAR	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B5	ENGENHARIAS IV	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B5	ENGENHARIAS III	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B5	FILOSOFIA/TEOLOGIA: subcomissão FILOSOFIA	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	C	LETRAS / LINGÜÍSTICA	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	C	EDUCAÇÃO	Atualizado
2177-451X	Sinergia (FSP, Online)	B4	ENFERMAGEM	Atualizado
2177-806X	Sinergia (FSP, English, Online)	B5	ENGENHARIAS II	Atualizado

Sector Bancário Norte, Quadra 2, Bloco L, Lote 06, CEP 70040-020 - Brasília, DF
CNPJ 00889834/0001-08 - Copyright 2010 Capes. Todos os direitos reservados. Versão: 5.2.2

Áreas do Conhecimento (breve descrição)

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

Disponível em:
<<http://qualis.capes.gov.br/webqualis/>>.
Acesso em: 15 agosto de 2013.

Iniciativas para melhoria da Qualis em: <<http://www2.ifsp.edu.br/edu/prp/sinergia>>.

Sobre a Qualis:

Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. Tal processo foi concebido para atender as necessidades específicas do sistema de avaliação e é baseado nas informações fornecidas por meio do aplicativo Coleta de Dados. Como resultado, disponibiliza uma lista com a classificação dos veículos utilizados pelos programas de pós-graduação para a divulgação da sua produção.

A estratificação da qualidade dessa produção é realizada de forma indireta. Dessa forma, o Qualis afere a qualidade dos artigos e de outros tipos de produção, a partir da análise da qualidade dos veículos de divulgação, ou seja, periódicos científicos.

A classificação de periódicos é realizada pelas áreas de avaliação e passa por processo anual de atualização. Esses veículos são enquadrados em estratos indicativos da qualidade - A1, o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5; C, com peso zero (o que pode significar pouca representatividade de artigos da área ou baixo impacto dos artigos).

Fonte: <<http://www.capes.gov.br/avaliacao/qualis/>>.

NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS Instruções para os autores (31/03/2015)

SINERGIA

"ações integradas para o importante papel social da pesquisa"

Nosso principal canal para envio de artigos está disponível em: < <http://ojs.ifsp.edu.br> >.

Neste portal, você também tem links para outras revistas do IFSP, que podem estar relacionados a área temática mais específica de sua linha de pesquisa. Conforme critérios de indexação da SciELO, as áreas são: Agrárias; Biológicas; Engenharias; Exatas e da Terra; Humanas; Linguística, Letras e Artes; Saúde e Sociais Aplicadas.

A **Revista Sinergia** é **Multidisciplinar**, e recebe artigos das diversas áreas do conhecimento.

Para auxílio na elaboração do artigo, temos o **Modelo de Elaboração de Artigo**, disponível em:

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

Para submeter um artigo:

O link completo é: < <http://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia> > ou abreviado: < <http://ojs.ifsp.edu.br/> >.

Neste portal, basta se cadastrar e seguir os cinco passos do processo de submissão:

- 1 - Início: para o preenchimento das condições de submissão;
- 2 - Transferência do Manuscrito: para transferir o artigo do seu computador para o sistema;
- 3 - Metadados: para futuro auxílio na indexação do seu artigo;
- 4 - Transferência de Documentos Suplementares: você pode aproveitar para enviar as figuras e o **Termo de Autorização e Responsabilidade**, disponível no portal.
- 5 - Confirmação: para concluir o envio do seu artigo.

Nosso segundo canal para envio de artigos (caso não tenha acesso ao sistema):

E-mail: < sinergia@ifsp.edu.br >, com os seguintes documentos a serem enviados:

• Artigo original (não publicado ou impresso em outro periódico), com até 14 páginas, em duas cópias, sendo uma não identificada e sem qualquer tipo de metadados ou informações pessoais para envio deste ao parecerista;

• Ilustrações ou figuras que não vierem junto ao texto;

• **Termo de Autorização e Responsabilidade**, disponível no site:

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

Nosso terceiro canal para envio de artigos:

Em último caso, você também pode enviar seu Artigo, Ilustrações e Termo de Autorização e Responsabilidade via Correios: Rua Pedro Vicente, 625 - Canindé - São Paulo - SP - CEP 01109-010.

Podemos adiantar alguns pontos do **Modelo de Elaboração de Artigo**:

• As ilustrações escaneadas no tamanho original, devem ter 300 DPI, ou com melhor legibilidade possível, o tamanho mínimo 7,5x7,5cm e máximo de 15,5x15,5cm. Serão exigidas a indicação de fonte e a autorização para reprodução, quando se tratar de ilustrações já publicadas.

• Os originais devem ser precedidos de título, resumo e palavras-chaves em Português e Inglês. O Resumo, de 100 palavras (Norma da ABNT NBR 6028:2003). As palavras-chave devem ser antecedidas da expressão *Palavras-chave*, separadas entre elas por ponto e finalizadas também por ponto (Norma da ABNT NBR 6022:2003).

• Na Tabela 1, temos a orientação básica de formatação, já na tabela 2, as normas da ABNT adotadas pelo periódico.

• Em fechamento de edição, daremos preferência para artigos com as normas da ABNT NBR aplicadas.

A revista não se responsabiliza pelas opiniões, afirmações ou questões similares emitidas pelos autores.

Tabela 1 - Orientação básica para formatação

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

SINERGIA

"ações integradas para o importante papel social da pesquisa"

Critérios de Indexação (31/03/2015)

Desde 29/09/2002, a Revista Sinergia é indexada na base de dados Latindex e, indexar uma revista, significa, além de seguir critérios das principais bases de indexação, também cumprir padrões internacionais de publicação. A partir do ano de 2012, retomamos a reformulação constante do periódico, tomando como referência inicial, os critérios da SciELO, um documento de 2004 que recomendava a indicação das principais datas do processo de arbitragem - compreendendo as datas de recebimento e aprovação dos artigos - com o propósito de melhorar cada vez mais o trâmite editorial, tornando mais rápido o intervalo entre o recebimento e a publicação de artigos. O periódico seguiu também, constantes mudanças de periodicidade: semestral, quadrimestral e atualmente trimestral, para assim acolher mais artigos e começar a focar a em áreas com mais demandas para publicação. A próxima mudança de periodicidade para bimestral, vai depender do volume de artigos submetidos ao periódico, bem como o desempenho do trâmite editorial.

Para a eficiência do trâmite editorial, bem como a transparência deste, adotamos com base nos novos critérios de indexação da SciELO de outubro de 2014, o Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (OJS - < <http://ojs.ifsp.edu.br> >), para tornar transparente o processo editorial para os autores. Os novos critérios também orienta a adoção do título dos manuscritos/artigos em inglês, bem como outras adaptações que serão observadas nas próximas edições, com alterações contínuas.

Também, pelo segundo ano consecutivo, o periódico mantém contato com os principais Coordenadores de área da Capes/CNPq, para que possam acompanhar o impacto dos artigos publicados na Sinergia.

Quanto a qualidade dos artigos, contamos hoje com a colaboração de mais de 100 pareceristas das diversas áreas do conhecimento e titularidades, com avaliações de fundamental importância para a produção do conhecimento científico. Ao avaliar um artigo, além do conhecimento compartilhado e aperfeiçoado, é possível também fazer parte dos créditos do periódico e atualizar com estas informações, o Currículo Lattes para posteriormente acumular pontos para obtenção de mestrado/doutorado.

Tabela 3 - Contagem acumulada da produção editorial e número de artigos da Revista Sinergia - Primeiro Trimestre de 2015, conforme Áreas do Conhecimento do CNPq

Área Temática	Número de artigos
Engenharias	2
Exatas e da Terra	5
Sociais Aplicadas	2
Humanas	1
Total:	10

CONTATO: REVISTA SINERGIA

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

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

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



Indexação desde 26/09/2002



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
REVISTA SINERGIA

TERMO DE AUTORIZAÇÃO E RESPONSABILIDADE

Eu,,
natural de,
nacionalidade, profissão,
residente e domiciliado (a) na Rua,
..... n °, Bairro,
CEP, Cidade,
UF, RG nº:, SSP/....., e-mail:.....,
telefone: e CPF nº,
pelo presente instrumento particular, declaro que o trabalho intitulado ..
.....
..... é de minha autoria juntamente com os (co) autores a seguir:
..... e com ciência
deles, autorizo a sua reprodução total, por meio eletrônico e impresso, a título gratuito,
inclusive de fotografias, ilustrações etc. que se refiram a pessoas ou instituições e que
estejam contidas no trabalho, para publicação na Revista *Sinergia*, um periódico científico-
tecnológico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, situado na
Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé - São Paulo – SP – CEP 01109-010.

O artigo submetido à Revista Sinergia não pode ter sido publicado em outro periódico
e tampouco ter sido submetido simultaneamente a outro periódico.

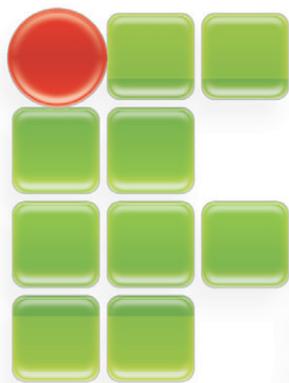
Se comprovado plágio em qualquer trabalho publicado, a Revista *Sinergia* isenta-se de
qualquer responsabilidade, devendo seu(s) autor(es) arcar(em) com as penalidades previstas em lei.

A aceitação do artigo pelo Conselho Editorial implica automaticamente a cessão dos
direitos autorais relativos ao trabalho, cujo os direitos seguem os termos da Creative Commons:

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

São Paulo, de de 20.....

.....
Autor responsável pela inscrição do trabalho



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

HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da Escola Técnica Federal
de São Paulo

O INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – é uma autarquia federal de ensino.

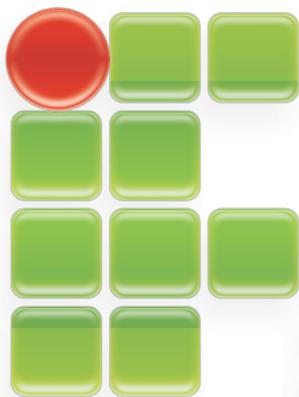
Fundada em 1909, como Escola de Aprendizes Artífices, é reconhecida pela sociedade paulista por sua excelência no ensino público gratuito de qualidade.

Durante seus anos de história, recebeu, também, os nomes de Escola Técnica Federal de São Paulo e Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo. Com a transformação em Instituto, em dezembro de 2008, passou a ter relevância de universidade, destacando-se pela autonomia.

Com a mudança, o Instituto Federal de São Paulo passou a destinar 50% das vagas para os cursos técnicos e, no mínimo, 20% das vagas para os cursos de licenciatura, sobretudo nas áreas de Ciências e da Matemática. Complementarmente, continuará oferecendo cursos de formação inicial e continuada, tecnologias, engenharias e pós-graduação.

Além dos cursos presenciais, o Instituto Federal de São Paulo oferece os cursos Técnicos em Administração e em Informática para Internet e, a partir de 2012, o superior de Formação de Professores na modalidade de Ensino a Distância (EaD).

O IFSP é organizado em estrutura multicampi e possui 39 campi e 20 polos de educação a distância divididos pelo estado de São Paulo.



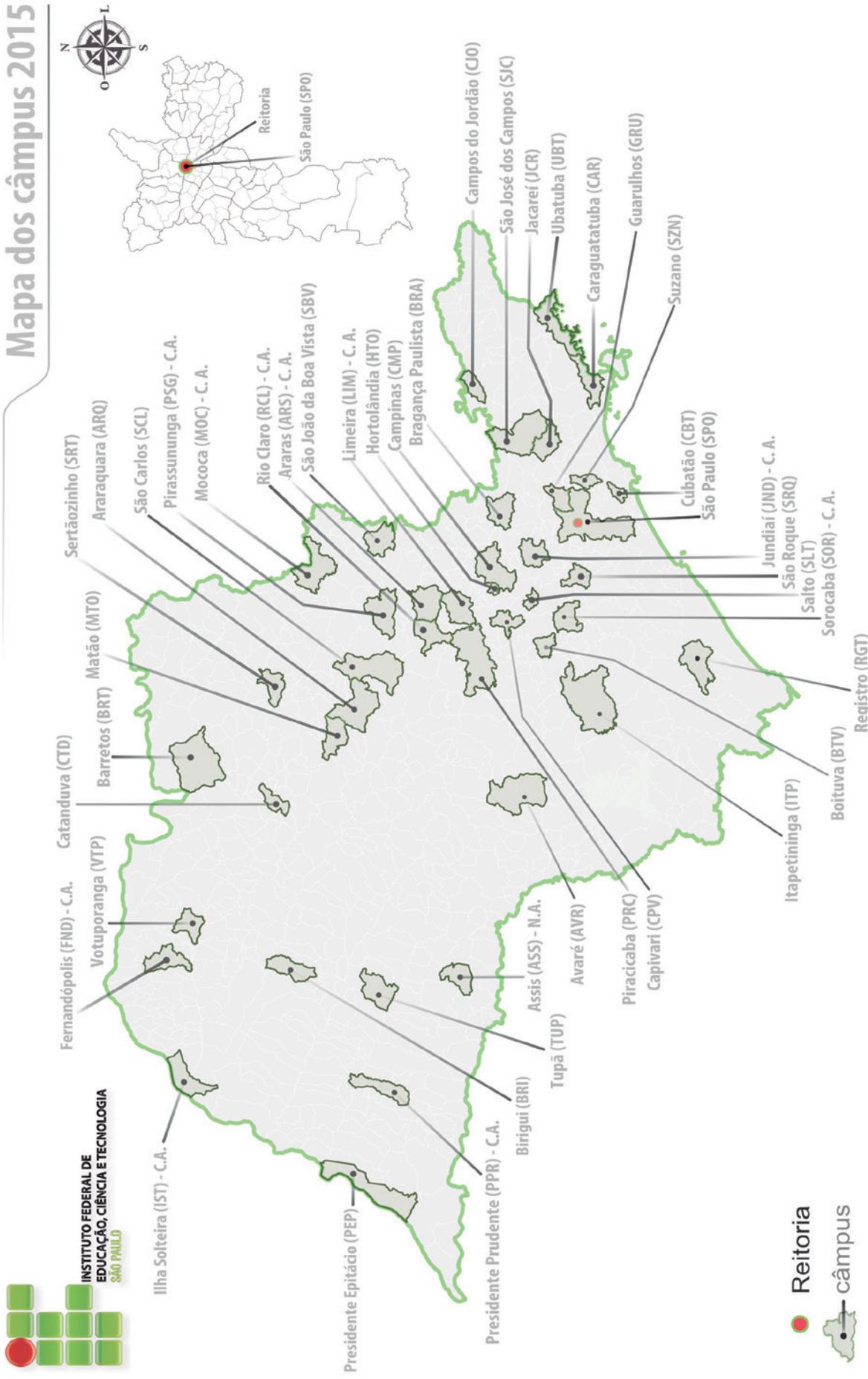
**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO**

HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da Escola Técnica Federal de São Paulo

HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da Escola Técnica Federal de São Paulo

HOMEM & TÉCNICA
A Experiência da Escola Técnica Federal de São Paulo

Mapa dos câmpus 2015



N.A. - Significa: Núcleo Avançado.
 C.A. - Significa: Câmpus Avançado - extensão de um câmpus já existente, com possibilidade de oferecer os mesmos cursos ou cursos novos em uma nova região.

Elaboração cartográfica: Leandro Henrique da Silva. Arte Final: Vitor Hugo de Rosa. Softwares: Philcarto/Inkspace. Mapa Vetorial: Wikimedia Commons.
 Fonte: SIMEC/IBGE/PRE, junho 2015.

Escala - 1 : 2 500 000



**MAIS DO QUE
CONHECIMENTO,
CONSTRUÍMOS
VALORES
PARA A VIDA.**

O **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo** oferece ensino profissionalizante gratuito, da educação básica à pós-graduação, para milhares de jovens e adultos.

Com 105 anos de história, o **IFSP** forma cidadãos capacitados nas áreas de Controle e Processos Industriais, Gestão e Negócios, Informação e Comunicação, Infraestrutura, Recursos Naturais, Produção Industrial e Hospitalidade e Lazer.

Você pode optar por mais de 80 cursos entre técnicos, superiores e pós-graduação, além de cursos a distância e de curta duração.

Instituto Federal de São Paulo. O futuro começa aqui.

CAMPI: ARARAQUARA • ARARAS • ASSIS • AVARÉ • BARRETOS • BIRIGUI • BOITUVA • BRAGANÇA PAULISTA • CAMPINAS • CAMPOS DO JORDÃO • CAPIVARI • CARAGUATATUBA • CATANDUVA • CUBATÃO • GUARULHOS • HORTOLÂNDIA • ITAPETININGA • JUNDIAÍ • LIMEIRA • MATÃO • MOCOCA • PIRACICABA • PRESIDENTE EPITÁCIO • PRESIDENTE PRUDENTE • REGISTRO • SALTO • SANTO ANDRÉ • 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 • TARUMÁ • VOTUPORANGA. PARA CONHECER MAIS SOBRE A FEDERAL, ACESSE WWW.IFSP.EDU.BR



**INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO**