

# TECNOLOGIA & CULTURA

Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca  
CEFET/RJ | N. 28 | Ano 18 | jul./dez. 2016

# TECNOLOGIA & CULTURA



CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO  
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

Ministério da Educação - MEC  
Secretaria de Educação Profissional  
e Tecnológica - SETEC

CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO  
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA  
TECNOLOGIA & CULTURA - Revista do Cefet/RJ  
N.25, Ano 17 - jan./jul. 2015  
Tiragem: 300 exemplares  
Edição eletrônica: acesso em <http://revistas.cefet-rj.br/>  
Av. Maracanã, 229 - Rio de Janeiro/RJ  
CEP 20271-110  
Telefone geral: (21) 2566-3022 r. 3160  
Telefax: (21) 2284-6021  
<http://www.cefet-rj.br>  
E-mail: [revista@cefet-rj.br](mailto:revista@cefet-rj.br)

#### **Diretor-Geral**

Carlos Henrique Figueiredo Alves

#### **Vice-Diretor**

Maurício Saldanha Motta

#### **Diretora de Ensino**

Gisele Maria Ribeiro Vieira

#### **Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação**

Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco

#### **Diretor de Gestão Estratégica**

Ursula Maruyama

#### **Presidente do Comitê Técnico-Científico**

Marcelo Borges Rocha (Cefet/RJ)

#### **Conselho Editorial:**

Adelaide Maria de Souza Antunes (UFRJ/INPI)

Cristina Gomes de Souza (Cefet/RJ)

Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes (Ibmec/RJ)

Maria Lucia Alvares Maciel (UFRJ/SBPC/IBICT)

Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco (Cefet/RJ)

#### **Comitê Técnico-Científico:**

##### **Tecnologia & Sociedade**

Marco Braga (Cefet/RJ)

Ana Margarida Campello (Fiocruz)

Carlos Fiolhais (Universidade de Coimbra - Portugal)

Gaudêncio Frigotto (UFF)

Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira (UFRJ)

Heloisa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves (UNIRIO)

Isabel Malaquias (Universidade de Aveiro - Portugal)

José Renato de Oliveira Pin (Cefet/RJ)

Marisa Brandão (Cefet/RJ)

Olival Freire Junior (UFBA)

Pedro Henrique Ribeiro de Souza (Cefet/RJ)

Regina Viegas (Cefet/RJ)

#### **Tecnologia & Gestão**

Antonio Pithon (Editor - Cefet/RJ)

Antônio Mauricio Castanheira das Neves (Cefet/RJ)

José Dinis Carvalho (Universidade do Minho - Portugal)

José Luiz Fernandes (Cefet/RJ)

Luis Enrique Valdiviezo Vieira (Uenf)

Marcelo Fonseca Monteiro de Sena (IFRJ)

Rui Manoel Souza (Universidade do Minho - Portugal)

#### **Tecnologia & Inovação**

Hector Reynaldo (Editor - Cefet/RJ)

Américo Scotti (Universidade Federal de Uberlândia)

Ari Sauer Guimarães (UFRJ)

Carlos Henrique Figueiredo Alves (Cefet/RJ)

Dayse Haime Pastore (Cefet/RJ)

Ivani de Souza Bott (PUC-Rio)

Marcelo Borges Rocha (Cefet/RJ)

Maurício Motta (Cefet/RJ)

#### **Editoria**

Marcelo Borges Rocha

#### **Revisão**

Natasha Juliana Mascarenhas Pereira Lago

#### **Biblioteca Central**

Angela Carreiro Nolasco

#### **Projeto Gráfico/Diagramação**

Divisão de Programação Visual - DPROV

Fernando da Silveira Bracet

Isabela Menezes

#### **Impressão**

Setor Gráfico do Cefet/RJ

#### **Observações**

Os conteúdos dos artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores. Proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização dos autores.

Tecnologia & Cultura. \_ Nº 28, Ano 18 (jul./dez. 2016) -  
Rio de Janeiro : Centro Federal de Educação  
Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2017.  
v. : il.; 28 cms.

Semestral  
ISSN 1414-8498

I. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso  
Suckow da Fonseca

<b>ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: APRENDENDO SOBRE ALIMENTOS NA PERSPECTIVA SOCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY .....</b>	<b>7</b>
Emerson Nunes da Costa Gonçalves	
André Louzada Silva	
Michele Waltz Comaru	
<b>DO DESENHO INFANTIL À PRODUÇÃO DO CONCEITO CIENTÍFICO NA ADOLESCÊNCIA .....</b>	<b>18</b>
Valmir Sbano	
Luiza Oliveira	
Rose Latini	
Maria Bernadete Pinto dos Santos	
<b>ESTUDO DE UMA REPRESENTAÇÃO DO MODELO DE LOTKA-VOLTERRA .....</b>	<b>27</b>
Viviane de Lima Noronha	
Rosana da Paz Ferreira	
<b>METACOGNIÇÃO, TECNOLOGIA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO DOCENTE DE CIÊNCIAS: MAPEANDO AS PRODUÇÕES BRASILEIRAS .....</b>	<b>37</b>
Pedro Henrique Maraglia	
Mauricio Abreu Pinto Peixoto	
Márcia Regina de Assis	
<b>MORTE HUMANA: DENTRO DA VIDA, FORA DA ESCOLA .....</b>	<b>46</b>
Anderson Nunes Pinto	
Eliane Brígida Morais Falcão	
<b>COMPORTAMENTO DE PROFESSORES E ALUNOS DURANTE VISITAS ESCOLARES AO MUSEU NACIONAL .....</b>	<b>55</b>
Carina Costa dos Santos	
Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira	
<b>A CONTRIBUIÇÃO DO CINEMA NA CONSTRUÇÃO DO TEMA SEXUALIDADE .....</b>	<b>64</b>
Margareth Costa Neves	
<b>VERIFICAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DO BRT COM TREM NA MOBILIDADE URBANA DO RIO DE JANEIRO .....</b>	<b>70</b>
Eunice Horácio de Souza de Barros Teixeira	
José Arthur d'Oliveira Mussi	
Ronaldo Balassiano	
Rosana Dischinger Miranda	
Victor Rodrigues do Amaral	
<b>TURBIDEZ EM ORGANISMOS AQUÁTICOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E SUAS IMPLICAÇÕES LEGAIS .....</b>	<b>83</b>
Bruno Villardi	
Ghandi Giordano	
Olavo Barbosa	
<b>DINÂMICA E TEMPERATURA: UMA MODELAGEM MATEMÁTICA DE UM BOLHA SONOLUMINESCENTE .....</b>	<b>93</b>
Vanessa P. Cavalcanti	
Dayse H. Pastore	
Ana L. F. de Barros	
<b>UMA PROPOSTA DE MAPEAMENTO E MODELAGEM DE PROCESSOS COMO REQUISITOS DE NEGÓCIOS .....</b>	<b>102</b>
Diego Medeiros Santos	
José Luiz Fernandes	
Eduardo Linhares Qualharini	
Andréa Souza da Cunha Fernandes	



# APRESENTAÇÃO

Prezados membros da comunidade acadêmica, servidores e pesquisadores do Cefet/RJ e de universidades e escolas do Brasil: é com satisfação que lhes apresentamos mais um número de nossa revista *Tecnologia & Cultura*, dando seguimento a uma trajetória iniciada há 15 anos.

Importante ressaltar que o esforço empreendido nesta gestão, apoiando os grupos de pesquisa e a pós-graduação do Cefet/RJ, produz seus frutos, gerando pesquisa de qualidade e, consequentemente, mais suporte para nossos cursos *lato* e *stricto sensu*, realimentando um círculo virtuoso, com mais produção acadêmica.

Nossa revista faz parte desse processo, divulgando trabalhos de nossos pesquisadores e de universidades irmãs, apresentando a relevância de nossa instituição para o ensino e a pesquisa no Brasil.

Confiamos no aprimoramento da qualidade das publicações científicas de nosso periódico, cuja classificação Qualis aspiramos elevar a fim de alcançar o padrão das melhores revistas acadêmicas brasileiras.

Reforçamos o desejo de que todos os membros da comunidade do Cefet/RJ e de instituições parceiras considerem os trabalhos divulgados e submetam suas pesquisas a futuras edições de nossa revista.

Boa leitura a todos.

Atenciosamente,

Prof. Carlos Henrique Figueiredo Alves/D.Sc.  
**Diretor-Geral do Cefet/RJ**



## ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: APRENDENDO SOBRE ALIMENTOS NA PERSPECTIVA SOCIO-HISTÓRICA DE VYGOTSKY

Emerson Nunes da Costa Gonçalves

André Louzada Silva

Michele Waltz Comaru

**RESUMO:** Esta foi uma investigação qualitativa, para elaboração, desenvolvimento e avaliação de uma sequência didática (SD), na perspectiva socio-histórica, com o tema “Os alimentos e seus nutrientes” a partir do modelo estrutural de Guimarães e Giordan (2011), desenvolvida com 48 alunos do 8º ano do ensino fundamental numa escola pública estadual, em São Mateus, Espírito Santo. Planejaram-se ações diversificadas, interativas e colaborativas que valorizaram a relação aluno-aluno e destes com o professor, identificando-se que, no seu desenvolvimento, a SD promoveu a ampliação dos saberes sobre nutrientes dos alimentos e a importância da alimentação saudável, considerando-a como uma proposta didática capaz de subsidiar os professores de Ciências das séries finais do ensino fundamental no ensino desse conteúdo curricular.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências. Práticas didáticas. Alimentos e nutrientes. Sequência didática.

**ABSTRACT:** This was a qualitative research, to elaborate, development and evaluation of a Didactic Sequence (DS), the socio-historical perspective, with the theme “Food and its nutrients” from the structural model of Guimarães and Giordan (2011), developed with 48 students 8th grade of elementary school in a public school in São Mateus, in the state of Espírito Santo. It was planned diversified actions, interactive and collaborative in valuing student-student and student-teacher, the development of DS promoted the expansion of knowledge about the nutrients in foods and the importance of healthy eating, understanding it as a didactic proposal capable of supporting science teachers of the Final Series of the teaching of this curriculum content.

**Keywords:** Science education. Teaching practices. Food and nutrients. Sequence didactics.

## INTRODUÇÃO

A demanda formativa atual exige do sistema educacional a capacidade de alfabetizar cientificamente todos os cidadãos, entendendo que “[...] a cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento (e isto não significa apenas informação) e aos educadores cabe fazer essa educação científica” (CHASSOT, 2014, p. 74).

Lorenzetti e Delizoicov (2001) nos alertam que a escola não ensina aos alunos como conectarem criticamente os conhecimentos curriculares com suas vivências pessoais, de forma que nos é solicitado “[...] propiciar aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado da sua realidade”.

Implica-nos, nesse discurso, que a população em geral é diariamente submetida a situações diversas, utilizando-se de informações científicas para tomadas de decisões sobre assuntos importantes, por exemplo, em discussões públicas, o que, nesse contexto, justifica outras propostas curriculares nas dimensões sociais e pessoais, em prol da sua alfabetização científica (CACHAPUZ et al., 2011, GIL-PÉREZ; VILCHES, 2006 e MARANDINO; KRASILCHIC, 2007).

Vivemos, assim, a necessidade de criarmos, também, outros olhares e posturas na maneira de se ensinar ciência em relação às práticas tradicionais há tempos vigentes. Essa é uma conquista advinda e evidente, principalmente, a partir da década de 1980, pelo surgimento de questionamentos que envolviam uma proposta crítica acerca dos rumos que o mundo tomava no âmbito da ciência e da tecnologia. Essas mudanças foram solicitadas em virtude dos diversos acontecimentos sociais, políticos e econômicos desde os anos de 1970, numa proposta voltada para “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (BRASIL, 1998).

No âmbito da alfabetização científica da sociedade e a responsabilidade da escola com essa missão, a partir das aulas sobre ciência, Chassot (2014) nos pergunta sobre quais conteúdos privilegiam essa postura, esclarecendo que é “[...] Sempre temerário fazer-se uma proposta curricular (aqui simplificada *lista de conteúdos*), pois conteúdos (in)adequados se fazem boas ou más propostas de ensino” (CHASSOT, 2014, p. 75, grifo do autor).

A temática “Alimentos e seus nutrientes” é um componente do Currículo Básico Comum das escolas estaduais do Espírito Santo (CBC-ES)

(ESPÍRITO SANTO, 2010) e presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), no eixo “Ser humano e saúde”, que dentre os objetivos apontados para as séries finais (SF) do ensino fundamental (EF) solicita o desenvolvimento de atividades que levem o aluno a “[...] compreender a alimentação humana, a obtenção e a conservação dos alimentos, sua digestão no organismo e o papel dos nutrientes na sua constituição e saúde” (BRASIL, 1998, p. 61), devendo essas sugestões sofrer as devidas adequações e modificações de acordo com a realidade local e a proposta educacional de cada escola (BRASIL, 1998).

Na intenção de colaborar com os professores de Ciências das SF do EF no desenvolvimento dessa temática, foi elaborada, desenvolvida e avaliada uma SD a partir da abordagem socio-histórica (VYGOTSKY, 2007, 2005), objetivando-se entender como as práticas docentes interativas entre aluno-aluno e professor-aluno são capazes de promover esses discentes na construção de conhecimentos sobre a relevância de uma alimentação balanceada, rica nos nutrientes importantes para a obtenção de energia e a manutenção das funções básicas do corpo humano, num processo transformador de indivíduos passivos a sujeitos ativos na construção do conhecimento sobre as questões de bons hábitos alimentares.

## OS ALIMENTOS E SEUS NUTRIENTES: POR QUE E COMO ENSINAR?

Dentre os objetivos do ensino de Ciências nas SF do EF, está o de promover ao discente “[...] conhecer o próprio corpo e dele cuidar, valorizando e adotando hábitos saudáveis como um dos aspectos básicos da qualidade de vida e agindo com responsabilidade em relação à sua saúde e à saúde coletiva” (BRASIL, 1998, p. 7).

Dessa forma, na ampla gama de conhecimento que a ciência já produziu sobre o corpo humano, seu desenvolvimento e sua manutenção, as questões alimentares surgem como um dos principais fios condutores dessa discussão que envolve o bem-estar pessoal e coletivo, a partir de hábitos alimentares saudáveis, associados principalmente à frequente atividade física.

Sobre a alimentação humana, Ortigoza (2008) esclarece que a escolha da qualidade e da quantidade do nosso alimento diário deve estar associada a fatores que a tornem equilibrada e balanceada, considerando a harmonia entre eles durante as refeições, sendo que o descuido dessa observação poderia resultar, dentre outros problemas, no aumento do peso corporal

e deficiências nutricionais, o que nos impõe um constante processo de educação sobre o tema.

De acordo com a Política de Educação Alimentar, aprovada pela Portaria nº 710, de 10 de junho de 1999, é necessária a educação alimentar como uma prática intersetorial e multiprofissional, com diversas abordagens educacionais, continuamente, envolvendo, ao longo da vida, de forma significativa e interativa, o comportamento alimentar, grupos populacionais e comunidades diversas (BRASIL, 2013b).

Cabe a nós, então, atentar para o fato de que o ciclo vital do ser humano, em cada uma das suas etapas, tem imprimido aspectos socioculturais traduzidos de cada povo, por seus hábitos e comportamentos, estando a alimentação como um fator biológico comum a todo ser humano, com a necessidade de consumo das substâncias nutritivas básicas (vitaminas e sais minerais, proteínas, carboidratos e lipídios) para o seu devido desenvolvimento (BRASIL, 1998).

Assim, sobre o processo de escolha alimentar, Viana (2002) nos solicita uma análise psicológica e sociocultural, a partir das atitudes, valores culturais e psicossociais que são construídos desde a infância, o que empreenderá diretamente a seleção de alimentos pelo prazer associado ao sabor e hábitos aprendidos na família, além de outros fatores sociais e psicológicos. Dessa forma, o autor nos desloca da valorização biológica e fisiológica da forma de pensar os hábitos alimentares, a nutrição e o próprio alimento para uma proposta antropológica, vislumbrando o homem como um ser indissociavelmente biológico, social, psíquico, afetivo e cultural, o que corrobora, na interpretação de uma educação para a humanidade.

Nessa perspectiva, identificou-se que

[...] na escola a formação para a humanidade deveria centrar-se na recriação da condição humana. Sendo assim um dos objetivos essenciais do processo de ensino é desenvolver nos alunos: a aptidão de contextualizar e integrar saberes; a capacidade de organizar conhecimentos para entender e contextualizar a grande quantidade de informação surgida das práticas humanas; e a capacidade de integrar saberes para que cada aluno seja capaz de recriar sua vida sociocultural natural e afetiva. (ESPÍRITO SANTO, 2010, p. 63).

Surgem, então, alguns questionamentos sobre quais são as concepções dos docentes das SF do EF sobre suas práticas no ensino de Ciências quanto à proposta de um ensino mais humanizado. Sobre a escolha alimentar, que práticas didáticas, nas escolas, valorizam essas questões numa dimensão da relevância social e contextualizada?

Vislumbrou-se nessa discussão que, sobre a prática do professor de Ciências, alguns pontos determinantes apontados por Santos (2012) podem colaborar com essa missão, como

[...] valorizar o papel do professor no processo de aprendizagem, incentivar a interação em sala de aula, reconhecer que o ensino não deve se limitar ao estágio de desenvolvimento que o aluno apresenta naquele momento e realçar a importância da linguagem na apreensão dos conteúdos. (SANTOS, 2012, p. 17)

Para esse autor, esses são direcionamentos para uma prática docente que está fundamentada na teoria socio-histórica de Vygotsky, sinalizando-nos que poucas são as propostas de práticas dessa envergadura possíveis de serem desenvolvidas na sala de aula, e de que a interatividade social é uma necessidade fundamental para o processo de ensino-aprendizagem (SANTOS, 2012).

Desejosos de uma estratégia didática para o desenvolvimento do tema “alimentos e seus nutrientes”, na elaboração da sequência didática, objeto deste estudo, buscamos agregar os valores da abordagem vygotskyana com atividades que estimulassem uma prática diversificada em conteúdos e que promovessem interatividade entre o professor e os discentes, e desses entre si, na intenção do que podemos considerar um processo educacional dialético, contextualizado e eficiente na construção de conhecimento sobre essa temática.

## O DESENVOLVIMENTO DO APRENDIZADO NO OLHAR DE VYGOTSKY E DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Desde o início da sua carreira, Vygotsky se apropriava do pensamento marxista como um princípio científico, aplicando o materialismo histórico e dialético na Psicologia, já utilizado por outros teóricos da época. Essa prática a partir das teorias marxistas se apresenta como um resumo preciso da sua teoria sociocultural dos processos psicológicos superiores, por ter sido ele o primeiro a tentar correlacioná-lo às questões psicológicas concretas (VYGOTSKY, 1989).

Os trabalhos de Vygotsky tinham “[...] como principal objetivo, o estudo da gênese dos processos psicológicos tipicamente humanos em seu contexto histórico-cultural” (OLIVEIRA, 2013, p. 103, grifo do autor), elucidando-nos que a essência humana origina-se a partir da interação dialética do homem com o seu meio sociocultural, que ao transformar o meio onde vive na tentativa de atender às suas necessidades,

“[...] ele mesmo se transforma, sofre mudanças” (OLIVEIRA, 2013, p. 104).

De forma ampla, podemos dizer que o desenvolvimento humano se dá em dois níveis: o interpessoal, no qual a criança entra em contato com o ambiente social, e o intrapessoal, em que ela entra em contato com ela mesma, desenvolvendo suas representações mentais influenciadas pela cultura e linguagem, não estando seu desenvolvimento cognitivo separado do contexto social (OLIVEIRA, 2013).

Na infância, durante as observações das ações externas, a criança aprende e por meio da repetição de experiências, ela planeja as suas atividades e simultaneamente pede a ajuda de outra pessoa, caso seja necessário, para resolver o problema, sendo que, para Vygotsky (2007, p. 19), “a capacidade que a criança tem de controlar o comportamento de outra pessoa torna-se parte necessária de sua atividade prática”.

Os estímulos proporcionados à criança em seu desenvolvimento intelectual são determinantes para o seu aprendizado, em que as conexões criadas para o desenvolvimento, por exemplo, da fala, permitem o contato social com outras pessoas e as habilidades conquistadas com o uso de brinquedos e demais objetos facilitam a sua percepção do ambiente (VYGOTSKY, 2007).

Assim, o processo de aprendizagem da fase escolar da criança começa muito antes de ela frequentar a escola, de forma que “[...] qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta tem sempre uma história prévia” (VYGOTSKY, 2007, p. 94).

Esse desenvolvimento prévio é classificado por Vygotsky por “nível de desenvolvimento real”, que pode ser definido como o conhecimento que já está consolidado em seu intelecto e que é executado sem nenhum auxílio. Mas aquele conhecimento que ainda não foi apropriado pela criança, que pode ser adquirido dentro ou fora do ambiente escolar, é definido por Vygotsky por “nível de desenvolvimento potencial” e, para alcançá-lo, é necessário percorrer a “zona de desenvolvimento proximal” (ZPD) (VYGOTSKY, 2007).

Com o desenvolvimento da fala, por exemplo, a criança inicia o controle do ambiente em que vive, surgindo então novas relações e um padrão de organização. Por meio do estudo da importância dos estímulos externos para o desenvolvimento do aprendizado, é possível diagnosticar que ele não ocorre da mesma maneira

entre duas crianças de forma que “o fato de a fala ser mais egocêntrica ou mais social depende não só da idade da criança, mas também das condições que a cercam” (VYGOTSKY, 2005, p. 28). Dessa forma, se uma criança teve mais estímulos que outra, deve ter mais facilidade para o aprendizado da fala.

O ambiente escolar deve ser entendido como um espaço rico de diversidade, sendo comum diagnosticarmos alunos que possuem facilidade para o aprendizado de disciplinas que envolvam cálculos, como Matemática, Física ou Química, e outros que possuem melhor desenvoltura para disciplinas da área de humanas, como História e Geografia (BRASIL, 2013a).

Nessa perspectiva, corroboramos com Mattos, Thiengo e Souza (2014, p. 288), quando nos esclarecem que

a vivência coletiva dinamiza o contato entre os seres, propiciando, assim, a criação de um sistema comunicativo que facilite a realização de suas ações sociais. É nesse processo de desenvolvimento que as trajetórias do pensamento e linguagem se unem, e o pensamento se torna verbal, e a linguagem se torna racional.

Assim, a relação entre o aluno e o professor e dos alunos entre si na partilha de vivências durante o processo de ensino-aprendizagem é facilitadora na construção da ZPD dos alunos menos experientes, atingindo um estado maior de entendimento do conhecimento socializado (MATTOS; THIENGO; SOUZA, 2014).

Portanto, partindo da teoria socio-histórica de Vygotsky, entendemos que se faz necessária a construção de instrumentos pedagógicos para o ensino de Ciências, nas SF do EF, que auxiliem os professores dessa disciplina curricular na realização de aulas que vislumbrem a alfabetização científica dos discentes de forma a valorizar suas vivências prévias, num viés colaborativo, tendo o professor como mediador da elaboração e consolidação do conhecimento.

## **SOBRE AS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS**

Contextualizar o ensino de Ciências de forma que o saber científico, as vivências e o cotidiano do aluno estejam relacionados surge como uma possibilidade viável da motivação discente, estimulando-o a uma postura ativa na sua própria construção do aprendizado, de forma que a SD quando elaborada na perspectiva sociocul-

tural é capaz de diminuir os entraves de práticas descontextualizadas, ainda existentes no meio escolar (GUIMARÃES; GIORDAN, 2011).

Essas são considerações definidas, também, por Zabala (1998), almejando, nesse contexto de interações sociais, a possibilidade de ações direcionadas que sejam capazes de promover o aluno de forma conceitual, procedimental e atitudinal, oportunizando-o a sujeito construtivo e não um indivíduo passivo, receptor de informações prontas, estando o professor como agente mediador desse processo.

Para Zabala (1998, p. 140), “[...] nas atividades e nas tarefas que configuram as diferentes unidades de intervenção que definem a prática na aula, trabalham-se conteúdos de aprendizagem distintos e, habitualmente, mais de um conteúdo”, exigindo, então, a sua devida organização, caracterizada na relação e vinculação entre eles.

Com o objetivo de melhorar o ensino da língua francesa, no início dos anos de 1980, onde conteúdos como a ortografia, a sintaxe e as categorias diversas da gramática eram ensinados de forma fragmentada, surgiu, na França, a SD como uma metodologia pedagógica que visou implantar um ensino integrador desses elementos da língua materna, estimulando pesquisas nesse campo do conhecimento (OLIVEIRA, 2013).

Assim, fundamentados no princípio de coesão entre os conteúdos a serem ensinados e de uma prática de ensino contextualizada com as experiências vivenciadas pelos alunos, podemos definir a SD como:

um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para a delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino-aprendizagem. (OLIVEIRA, 2013, p. 53)

Segundo Oliveira (2013), a técnica da SD já é utilizada em diferentes áreas de conhecimento, apresentando-se como um processo de sistematização do processo ensino-aprendizagem, tendo alguns passos básicos de direcionamentos que devemos considerar, da escolha do tema à delimitação das ações a serem desenvolvidas.

Antes da sua aplicação junto aos discentes, Guimarães e Giordan (2011, p. 5) nos orientam de que a SD deva ser validada, de forma que esse procedimento “busca confirmar que o instrumento possui o desempenho que sua aplicação requer [...]”, além de se objetivar nas garantias de que as intenções de ação propostas na SD este-

jam apoiadas nas teorias e abordagens de ensino, nesse caso, na teoria socio-histórica de Vygotsky.

## PERCURSO METODOLÓGICO

Essa foi uma investigação de caráter qualitativo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; WELLER; PFAFF, 2011), na perspectiva da pesquisa-ação colaborativa (COMPIANI, 2015), na qual os pesquisadores vivenciaram o processo de elaboração e desenvolvimento da SD, valendo-se das suas percepções, direcionando suas intenções, também, na tentativa de transformar as práticas institucionais no sentido de que cumpram seu papel de democratização social e política da sociedade (PIMENTA, 2005).

Para elaboração da SD, utilizou-se a proposta pedagógica de Guimarães e Giordan (2011), teoricamente embasados na abordagem socio-histórica (VYGOTSKY, 2005; 2007) para o desenvolvimento do conteúdo curricular “alimentação e saúde”, intitulada “Os alimentos e seus nutrientes: conhecimentos para uma alimentação saudável”, apresentando nove aulas no primeiro semestre do ano de 2016. Dessas, as primeiras oito aulas tiveram duração de 55 minutos; a culminância, na Aula 9, foi um momento coletivo com a comunidade escolar. Participaram 48 alunos do 8º ano das SF do EF, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pio XII, no município de São Mateus, no Espírito Santo, e os dados coletados e analisados foram obtidos por observação realizada durante o desenvolvimento das aulas propostas e registrados num diário de bordo (PORLÁN; MARTIN, 1997), além dos registros fotográficos (BASSALO; WELLER, 2011).

A SD foi apresentada a duas estagiárias da Universidade Federal do Espírito Santo, *Campus São Mateus*, que acompanhavam os alunos durante esse período letivo, além de dois professores de Ciências, atuantes no EF, validando-a, de acordo com a sua estrutura e organização, com a problematização do tema, com os conteúdos e os conceitos, com a metodologia de ensino e a forma de avaliação. Estão apresentados, no quadro 1, as orientações preliminares da SD, demonstrando o público-alvo, a proposta de problematização e os objetivos gerais.

**Quadro 1.** Orientações preliminares da Sequência Didática: “Os alimentos e seus nutrientes: conhecimentos para uma alimentação saudável!” (público-alvo; problematização; objetivos gerais)

#### SEQUÊNCIA DIDÁTICA

<b>Título</b>	<b>Os alimentos e seus nutrientes: conhecimentos para uma alimentação saudável</b>
<b>Público-alvo</b>	Alunos do 8º ano do ensino fundamental.
<b>Problematização</b>	No dia a dia, realizamos diversas atividades que sempre nos requerem dispêndio de energia, por mais simples que possam ser. Essa energia é obtida dos alimentos, bem como os nutrientes variados, caracteristicamente importantes para funções bem específicas na composição do nosso organismo, sendo, além de energéticos, também plásticos ou construtores e auxiliares ou reguladores. Todos nós já ouvimos a frase “Nós somos o que nós comemos”. Entendemos, assim, que quanto melhor for a nossa alimentação, rica dos nutrientes básicos que precisamos para a boa manutenção das nossas atividades vitais, mais saudáveis seremos.  Questões de reflexão: 1. <i>Quais são os nutrientes presentes nos alimentos?</i> 2. <i>Todos os alimentos possuem os mesmos nutrientes?</i> 3. <i>Quais são as funções dos nutrientes no nosso organismo?</i> 4. <i>O que é uma alimentação balanceada?</i>
<b>Objetivos gerais</b>	Promover a sensibilização e conscientização dos alunos do 8º ano do ensino fundamental sobre a importância de uma alimentação balanceada e de qualidade, a partir do processo de investigação e práticas educativas socialmente interativas e dialógicas que motivem o processo participativo dos alunos na construção do conhecimento sobre os temas abordados: os alimentos e seus nutrientes.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2016).

De acordo com as orientações metodológicas para a elaboração da SD (GUIMARÃES; GIOR-DAN, 2011) e a abordagem socio-histórica (VYGOTSKY, 2005; 2007), foram planejadas atividades que promovessem a socialização dos discentes, contribuindo para a construção do conhecimento de forma interativa, entre os alunos e o professor e, principalmente, dos alunos entre si. As atividades foram dispostas a partir de questões problematizadoras do tema geral e de ações investigativas, com seus respectivos objetivos específicos e os conteúdos que se pretendiam, como disposto abaixo, no Quadro 2.

**Quadro 2.** Organização das atividades propostas da SD “Os alimentos e seus nutrientes: conhecimentos para uma alimentação saudável!”

#### DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES POR AULA

<b>Aula</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Conteúdos</b>	<b>Dinâmicas</b>
1	Revisão de conteúdo com o levantamento das informações prévias sobre obtenção de matéria e energia para a composição dos seres vivos	- Seres autótrofos e heterótrofos; - Fotossíntese; - Cadeia alimentar.	Tempestade de ideias
2, 3 e 4	Estimular o processo investigativo	Os nutrientes dos alimentos e suas funções (carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas, sais minerais, água e fibras); Conceito de quilocalorias.	<b>Aula 2.</b> Prática: pesquisando nos rótulos. <b>Aulas 3 e 4.</b> Prática: elaboração de cartazes.
5	Estimular o processo dialógico dos alunos por estímulo a debates sobre os temas abordados	Apresentação dos dados obtidos na pesquisa realizada.	Mesa-redonda
6 e 7	Promover a apropriação de informações básicas sobre as vitaminas	Alimentação balanceada e a importância das vitaminas	Tabela comparativa de vitaminas
8	Criar concepções sobre alimentação saudável	Pirâmide alimentar	Entendendo a pirâmide alimentar
9	Interatividade com a comunidade escolar no processo de construção do conhecimento	Alimentação balanceada – apresentação de alimentos e seus valores nutricionais	Socializando conhecimentos

**Avaliação** Em comum acordo com a proposta pedagógica de valoração adotada pela escola.

**Bibliografia** BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. *Dez passos para uma alimentação saudável: um guia para o profissional da saúde na atenção básica*. 2. ed. Disponível em: <[http://www.redeblh.fiocruz.br/media/10palimsa\\_guiar13.pdf](http://www.redeblh.fiocruz.br/media/10palimsa_guiar13.pdf)>. Acesso em: 1 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. *Guia alimentar: como ter uma alimentação saudável*. Disponível em: <[http://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_alimentacao\\_saudavel.pdf](http://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_alimentacao_saudavel.pdf)>. Acesso em: 1 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. *Guia alimentar para a população brasileira*. Disponível em: <[http://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira\\_2ed.pdf](http://bvsm.sau.de.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf)>. Acesso em: 1 nov. 2016.

Vídeo: [TV TRIBUNA] Nova pirâmide alimentar do brasileiro. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=m8AKU2aW2V4&nohtml5=False>>. Acesso em 1 nov. 2016.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. *Ciências: nosso corpo – 8º ano*. São Paulo: Ática, 2012.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2016).

## APLICANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA, ENTENDENDO OS CONTEXTOS

Desde a sua elaboração, alguns questionamentos surgiram sobre o quão necessário seria situar os alunos em relação à conexão dos conteúdos propostos na SD, de forma a levarem em conta seus conhecimentos prévios sobre os processos de obtenção de matéria e energia dos seres vivos, da sua classificação de acordo com esse princípio e de que forma resgatar esses conceitos e aprendizados poderia ser útil no ensino do conteúdo curricular “Alimentos e Nutrientes”.

Na Aula 1, com a atividade “Tempestade de ideias”, a partir da pergunta: “De onde vem a energia presente nos alimentos?”, revisaram-se conceitos, supostamente já construídos no 7º ano, e foram levantadas informações previamente estabelecidas pelos discentes sobre a origem do alimento e a energia presente neles. Para sua realização, os alunos foram dispostos em semicírculo e motivados, a partir do questionamento inicial, a resgatarem os conceitos construídos sobre “seres autótrofos”, “seres heterótrofos” e “fotossíntese”.

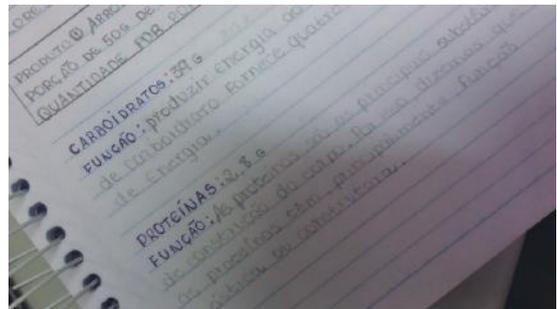
Sobre isso, Zabala (1998, p. 65) esclarece que “Será necessário introduzir atividades que estimulem os alunos a expressar o que pensam sobre o tema tratado, de forma que nos deem pistas acerca dos diferentes níveis de complexidade que deve ter a exposição”. Entende-se, assim, que, nessa primeira aula, o professor, ao valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, conseguiu também direcionar com mais destreza as atividades propostas ao longo da SD.

Percebeu-se que, na Aula 1, houve total envolvimento dos alunos, identificando, já na sua disposição, na sala de aula, numa perspectiva não convencional (semicírculo), condição fundamental como ação geradora de descontração e predisposição em interagirem com o professor, corroborando com Zabala, para quem, independentemente do conteúdo ser mais ou menos interessante, isso se efetivará de acordo com a maneira e as características da sua exposição, de forma que “A motivação para a aprendizagem não decorre da sequência em si mesma [...]” (ZABALA, 1998, p. 65).

Na Aula 2, foi realizada uma pesquisa com rótulos alimentícios, objetivando-se promover os discentes à prática investigativa. A partir da análise de rótulos dos diferentes tipos de alimentos que fazem parte da sua dieta alimentar, os alunos foram aguçados para a nomenclatura bioquímica nutricional (carboidratos, lipídios,

proteínas, vitaminas, sais minerais e quilocalorias), conforme Figura 1. Agrupados em duplas, identificaram que não faz parte da rotina dos discentes consultarem os rótulos dos alimentos seja durante a sua aquisição num estabelecimento comercial, seja no consumo destes, demonstrando desconhecimento sobre as nomenclaturas adotadas para especificação dos nutrientes e da quantidade de energia presente nos alimentos.

**Figura 1.** Atividade proposta na Aula 02. Investigação realizada pelos alunos na segunda aula proposta na SD.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Constatou-se que o desenvolvimento da prática de pesquisa sobre os rótulos atingiu seu objetivo ao oportunizar aos alunos o contato analítico dos dados contidos nos rótulos a partir da investigação sugerida, sendo que “[...] o ensino não deve se limitar ao que o aluno sabe, mas que a partir deste conhecimento tem que conduzi-lo à aprendizagem de novos conhecimentos, ao domínio de novas habilidades e à melhora de comportamentos já existentes [...]” (ZABALA, 1998, p. 97).

Com a elaboração e confecção de cartazes, nas Aulas 3 e 4, foram dinamizados grupos de trabalho entre dois e quatro componentes para consolidação dos dados obtidos na pesquisa sobre os rótulos alimentares desenvolvida na Aula 2, com o intuito de socialização numa mesa-redonda (Figura 2).

**Figura 2.** Atividade proposta nas Aulas 3 e 4. Alunos elaborando cartaz com os dados pesquisados dos rótulos alimentares.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Os alunos se mostraram bem dispostos durante todo o processo construtivo de elaboração dos cartazes, identificando-se, da prática, possibilidades de promover os discentes à interatividade entre seus pares, capacidade de planejamento e argumentação em grupo. Percebemos que, com atividades como essas, cria-se “[...] um ambiente seguro e ordenado, que ofereça a todos os alunos a oportunidade de participar, num clima com multiplicidade de interações que promovam cooperação e a coesão do grupo” (ZABALA, 1998, p. 100).

A mesa-redonda, desenvolvida na Aula 5, foi uma prática para socialização dos dados obtidos na pesquisa dos rótulos alimentícios, com exposição dos cartazes produzidos e debate orientado pelo professor (Figuras 3 e 4).



**Figura 3.** Atividade desenvolvida na Aula 5, mesa-redonda

**Fonte:** Arquivo pessoal dos autores.

**Figura 4.** Atividade desenvolvida na Aula 5. Mesa-redonda – grupo de alunos apresentando seus cartazes

**Fonte:** Arquivo pessoal dos autores.



**Figura 5.** Atividade proposta nas Aulas 6 e 7. Alunos elaborando uma tabela comparativa sobre as vitaminas.

Constatou-se que, durante a realização da mesa-redonda, os alunos se mostraram inibidos, porém, mais desenvolvidos à medida que transcorriam suas apresentações e as devidas inferências do professor, sendo que a prática foi geradora de diálogos esclarecedores sobre a composição nutricional dos alimentos que fazem parte da rotina dos alunos, aguçando-os nessa perspectiva. Sobre isso, Zabala (1998, p. 101) esclarece que “Para isso será imprescindível promover a participação e a relação entre os professores e os alunos e entre os próprios alunos, para debater opiniões e ideias sobre o trabalho realizado e sobre qualquer das atividades que se realizam na escola [...]”.

A partir de pesquisa orientada, na Aula 6, de forma individual, promoveu-se a familiarização dos alunos com as vitaminas presentes nos alimentos, suas fontes principais, funções e doenças causadas por sua carência no organismo. Na Aula 7, foram socializados os dados obtidos, em classe, com organização num quadro comparativo, que foi criado em comum acordo com os próprios alunos e por eles (Figura 5).



**Fonte:** Arquivo pessoal dos autores.

Constatou-se, no desenvolvimento dessa atividade, que os alunos tiveram como principal fonte de pesquisa o livro didático. Devido à precariedade da biblioteca e do laboratório de informática, não foi possível utilizar outros meios informativos. Durante a pesquisa, os alunos demonstraram grande dificuldade interpretativa na identificação dos itens elencados para cada vitamina e na elaboração da tabela comparativa desses nutrientes. Sendo, assim, várias vezes necessária a intervenção do professor.

Por fim, foi possível identificarmos que as atividades das Aulas 6 e 7 geraram um grande esforço mental, em que os alunos sentiram necessidade de “[...] fazer perguntas, de questionar suas ideias, de estabelecer relações entre fatos e acontecimentos, de revisar suas concepções” (ZABALA, 1998, p. 99).

Na Aula 7, os alunos mostraram-se predispostos na socialização dos dados obtidos com a investigação realizada na aula anterior, construindo de forma coletiva uma tabela no quadro branco, havendo inferências do professor e dos seus pares, algo que entendemos ter-se motivado na sua participação em vários momentos coletivos que a própria sequência didática possibilitou, como a mesa-redonda, na Aula 5.

A atividade “Entendendo a pirâmide alimentar” teve por objetivo apresentar aos alunos a proposta de uma pirâmide alimentar, demonstrando os alimentos de acordo com sua importância nutricional e suas necessidades em porções alimentares diárias, de forma que os alunos foram solicitados a levarem para a aula recortes com imagens de alimentos para a organização coletiva de uma pirâmide alimentar no quadro branco da sala de aula a partir de colagem com fita adesiva (Figura 6).

**Figura 6.** Atividade proposta na Aula 8. Construção coletiva de uma pirâmide alimentar.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

Para Zabala, numa prática pedagógica diferenciada, longe do contexto tradicional de ensino, exige-se que o conjunto de estratégias didáticas ofereça condições para que sejam valorizadas a cultura e as necessidades diversas dos alunos, proporcionando-os “[...] às vezes, desafiar; às vezes, dirigir; outras vezes propor, comparar” (ZABALA, 1998, p. 90), algo constatado na forma de lhes apresentar a pirâmide alimentar, nessa sequência, onde ela não lhe foi oferecida pronta e acabada, mas construída de acordo

com o que vivenciam no seu cotidiano, no que tange sua prática alimentar, de forma a terem vez de fala e a oportunidade de partilhar das diferentes experiências dos seus pares, algo que se reelaborou com a participação do professor.

Os conhecimentos produzidos pelos alunos ao longo das oito aulas desenvolvidas na SD foram socializados num momento de divulgação, que aconteceu na Aula 9, em interatividade com a comunidade escolar no “Dia da família na escola”, ocorrido em 14 de abril de 2016. Essa data é previamente definida no calendário escolar pela Secretaria Estadual de Educação do Estado do Espírito Santo – SEDU (Figura 7). Percebeu-se que esse momento foi muito importante como desfecho da SD, constatando-se a satisfação dos alunos ao apresentarem os conhecimentos construídos ao longo da realização das atividades desenvolvidas. Identificou-se, nesse processo de socialização com a comunidade escolar, um momento imprescindível para que os alunos demonstrassem as apropriações que tiveram durante toda a realização da SD, questão ressaltada por Zabala (1998).

**Figura 7.** Atividade proposta para a Aula 10. Socialização de conhecimentos consolidados.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

O processo avaliativo aconteceu ao longo da realização de toda a SD, tendo sido esclarecidos aos alunos os requisitos solicitados, especificando parâmetros pertinentes quanto à participação e envolvimento nos trabalhos e das construções elaboradas – pesquisa orientada e produção de cartazes (Aulas 1, 2, 3 e 4); apresentação na mesa-redonda (Aula 5); participa-

ção nos debates (Aulas 1, 5, 8 e 9); construção da pirâmide alimentar (Aula 8); envolvimento na socialização dos conhecimentos no “Dia da família na escola” (Aula 9). Coube ao professor, levando em consideração as diretrizes avaliativas do regimento escolar, adequar a devida valoração de cada item de forma pertinente à sua realidade e pactos pedagógicos instituídos na escola junto ao apoio pedagógico.

Levando-se em consideração que “no processo social de ensino e aprendizagem, partilhado entre professor e aluno, também entre aluno e aluno, abre-se a possibilidade de a interação facilitar a construção da ZDP do aluno menos experiente para que alcance um estado superior de entendimento dos conhecimentos compartilhados” (MATTOS; THIENGO; SOUZA, 2014, p. 291), caracterizamos que as ações propostas dinamizaram a rotina da sala de aula em prol dessa interatividade, observado nas atividades realizadas coletivamente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A SD ampliou os conhecimentos dos alunos no desenvolvimento da temática “Os alimentos e seus nutrientes”, sendo que sua fundamentação a partir da abordagem socio-histórica foi capaz de gerar condições eficazes para a promoção conceitual, procedimental e atitudinal dos alunos como solicitado por Zabala (1998). As atividades coletivas foram geradoras de grande interatividade entre os discentes, vislumbrando que, para o sucesso dos objetivos traçados, houvesse, principalmente, total envolvimento e atenção do professor. Coube ao professor perceber-se como um agente mediador de apropriações dos conteúdos pretendidos, além de entender o conjunto de ações propostas, as atividades elaboradas e desenvolvidas dessa SD, como um processo participativo, interativo, colaborativo, dinâmico e contextualizador da realidade dos alunos. Evidenciou-se também que, mais importante do que a sofisticação dos recursos didáticos para o desenvolvimento do conteúdo proposto, bem como aparatos educacionais tecnológicos não apresentados na sua elaboração e realização, foi o planejamento de atividades que estimularam a construção coletiva de conhecimento entre os discentes e destes com o professor, superando a falta de recursos que, na maioria das vezes, aflige as escolas públicas.

## REFERÊNCIAS

- BASSALO, L. M. B.; WELLER, W. Imagem fotográfica: registros de visões de mundo. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, jul. 2011, Curitiba.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013a. 562p. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 20 nov. 2016.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. *Política Nacional de Alimentação e Nutrição*. Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2013b. 84 p. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_alimentacao\\_nutricao.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_alimentacao_nutricao.pdf)>. Acesso em: 1 jun. 2016.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2016.
- CACHAPUZ, Antônio et al. *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 4. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2014.
- COMPIANI, M. Como o projeto Ribeirão Anhumas na escola desenvolveu a pesquisa na prática docente. In: COMPIANI, M. (Org.). *Ribeirão Anhumas na Escola: pesquisa colaborativa entre Escola e Universidade gerando conhecimentos contextualizados e interdisciplinares*. 3. ed. Curitiba: CRV, 2015. p. 17-39.
- ESPÍRITO SANTO. Secretaria da Educação. *Currículo Básico Comum: Séries Finais, Ciências da Natureza*. Vitória: SEDU, 2010.
- GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*. N.º 42 (2006), p. 31-53. Disponível em: <<http://rieoei.org/rie42a02.htm>> Acessado em 21 nov. 2016.
- GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. *Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores*. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011, Campinas.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, jun. 2001. Disponível em: <[https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/165076/mod\\_resource/content/1/Lorenzetti%20e%20Delizoicov%20\(2001\)%20Alfabetiza%C3%A7%C3%A3o%20cient%C3%ADfica%20no%20contexto%20das%20s%C3%A9ries%20iniciais.pdf](https://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/165076/mod_resource/content/1/Lorenzetti%20e%20Delizoicov%20(2001)%20Alfabetiza%C3%A7%C3%A3o%20cient%C3%ADfica%20no%20contexto%20das%20s%C3%A9ries%20iniciais.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2016.

- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. 1. ed. São Paulo: EPU, 1986.
- MARANDINO, M.; KRASILCHIK, M. *Ensino de ciências e cidadania*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- MATTOS, L.; THIENGO, E. R.; SOUZA, M. A. V. F. O processo de desenvolvimento da mente e algumas relações com a aprendizagem à luz da teoria vygotskyana. In: SOUZA, M. A. V. F.; SAD, L. A.; THIENGO, E. R. *Aprendizagem em diferentes perspectivas: uma introdução*. Vitória: Ifes, 2014. p. 281-307.
- OLIVEIRA, M. *Sequência didática interativa: no processo de formação de professores*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- ORTIGOZA, S. A. G. Alimentação e saúde: as novas relações espaço-tempo e suas implicações nos hábitos de consumo de alimentos. *Ra'ega – O Espaço Geográfico em Análise*, v. 15, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/raega/article/viewArticle/14247>>. Acesso em: 1 jun. 2016.
- PIMENTA, S. G. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. *Educ. Pesqui.* São Paulo, v. 31, n. 3, p. 521-539, Dec. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022005000300013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022005000300013&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla: Díada, 1997. In: SANTOS, E. I. S. *Ciências nos anos finais do ensino fundamental: promoção de atividades em perspectiva socio-histórica*. 1. ed. São Paulo: Editora Anzol, 2012.
- VIANA, Victor. Psicologia, saúde e nutrição: contributo para o estudo do comportamento alimentar. *Aná. Psicológica*, Lisboa, v. 20, n. 4, p. 611-624, nov. 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0870-82312002000400006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-82312002000400006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 20 nov. 2016.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*, 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- \_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- \_\_\_\_\_. *Pensamento e linguagem*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- WELLER, W.; PFAFF, N. *Metodologias da pesquisa qualitativa em educação: teoria e prática*. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

#### DADOS DOS AUTORES

**Emerson Nunes da Costa Gonçalves** ([mesonbio@gmail.com](mailto:mesonbio@gmail.com)), mestre em Educação em Ciências e Matemática, Secretaria Municipal de Educação de São Mateus – SME-SM/ES, Formação de Professores – Ciências.

**André Louzada Silva** ([andre.louzada@ig.com.br](mailto:andre.louzada@ig.com.br)), mestre em Educação em Ciências e Matemática, EEEM Professor Agenor Roris.

**Michele Waltz Comaru** ([mcomaru@ifes.edu.br](mailto:mcomaru@ifes.edu.br)), doutora em Ensino de Ciências (Fiocruz/RJ).

## DO DESENHO INFANTIL À PRODUÇÃO DO CONCEITO CIENTÍFICO NA ADOLESCÊNCIA

Valmir Sbano

Luiza Oliveira

Rose Latini

Maria Bernadete Pinto dos Santos

**RESUMO:** A constatação de Vigotski, do corrente abandono do desenho pelo sujeito na sua chegada à puberdade, suscitou a questão central deste artigo – as relações entre o desenvolvimento do sujeito, do desenho e da aprendizagem no ensino de ciências. Com apoio em Vigotski, sustentamos que este abandono corriqueiro se deve, fundamentalmente, (1) ao desenvolvimento do pensamento pela escrita e (2) ao descompasso no desenvolvimento micro e sociogenético entre novas estruturas do pensamento e o advento de novas motivações púberes. Assim como os casos de exceção, caracterizados como “talentosos”, o corriqueiro abandono do desenho se deve à nova exigência vivida pelo sujeito púbere: fazer sentido e dar sentido a partir do que inicialmente carece de sentido. O sujeito que atravessa a passagem da infância à adolescência, mantendo-se desenhando, testemunha, de certo modo, seu desenho em alguma apreensão do alfabeto visual, feito estruturalmente equiparável ao que faz o advento do conceito na puberdade. Equiparável também ao que fez o advento do conceito científico na fundação das ciências.

**Palavras-chave:** Vigotski. Desenho. Desenvolvimento. Ensino de Ciências.

**ABSTRACT:** In this article the central question – the relationship between the development of the subject, drawing and learning in science education – according to Vygotsky is the common abandonment of drawing by the subject on onset of puberty. Basis in Vygotsky, we maintain that this commonplace abandonment is due mainly: 1) the development of thought by handwriting and (2) to the mismatch in the development, microgenetic and sociogenetic between new structures of thought and the advent of new pubescent motivations. As well as cases of exception, characterized as “talented”, the common abandonment of drawing is due to the new demand experienced by the pubescent subjects: to make sense and make sense out of what initially lacks of meaning. The subject who crosses the passage from childhood to adolescence, keeping up drawing, witness somehow sustain its draw in some apprehension of the visual alphabet made structurally comparable to what makes the concept of the advent of puberty. Also comparable to what achievement the advent of the scientific concept at the foundation of science.

**Keywords:** Vygotsky. Drawing. Development. Science education.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da imaginação e a imaginação no desenvolvimento subjetivo têm, segundo Vigotski, um papel preparatório imenso na formação do sujeito.

De fato, a *História do desenvolvimento das funções psíquicas superiores* concluirá, amparada por pesquisas da psicologia histórico-cultural do desenvolvimento infantil, que a própria liberdade, subjetiva e intelectual, não é um princípio eterno que empurra adiante o sujeito ao seu pleno desenvolvimento, mas, antes, um permanente e renovado resultado da interação dialética entre a imaginação e o pensamento, por mediação da cultura e da linguagem (TOASSA, 2004).

Na obra que nos interessa trabalhar aqui, *Imaginação e Criação na Infância* (2010), Vigotski postula, primeiramente, que a mais básica atividade infantil, rente à percepção e à memória, conta já com a participação de alguma atividade criadora e imaginativa; que esta atividade não é, portanto, privilégio milagroso de alguns poucos gênios. Reciprocamente, a atividade imaginativa vai conquistando um ascendente enriquecimento, em diálogo com a experiência e com o pensamento, por mediação do outro social.

Não obstante seu compromisso estreito com o marxismo dialético, ou exatamente por isso, a obra de Vigotski é rigorosamente uma obra de psicólogo. Isto é, não lhe falta aquele sensível acolhimento das inconsistências lógicas e axiológicas desse sujeito, prometido por seu círculo social e formação cultural à liberdade criativa e à ciência, mas que vai nascendo aos poucos para o conhecimento e para a liberdade que ele próprio reinventará no processo de sua própria caminhada cultura adentro. O sujeito-criança precisa do outro social para chegar às coisas (precisa da educação) e, também, deste outro para chegar às suas maiores realizações de sujeito, em si mesmo e por si mesmo. É assim também, por trazer essa perspectiva concreta e desidealizada, que Vigotski nos diz que a imaginação da criança é mais pobre que a imaginação do adulto<sup>1</sup>; e que o encontro dialético entre imaginação e pensamento formal, a partir da puberdade, provoca ordinariamente na vida adulta, para a maioria dos sujeitos, uma curva decrescente da imaginação.

Chega, enfim, à constatação cruel do abandono do desenho, tão satisfatório na primeira infância. Abandono do desenho em favor da escrita, por ocasião do advento dessa mesma puberdade.

Foi esse ponto que despertou as questões que fizeram nascer este nosso artigo: por que há esse recorrente abandono do desenho na puberdade em favor da escrita? O que a puberdade tem de peculiar para induzi-lo? Qual o papel da educação nesse abandono?

Curiosamente, a resposta que encontramos em Vigotski trouxe novas luzes sobre o papel do ensino de ciência na puberdade.

Para chegar até lá, retomemos o fio da gênese subjetiva da imaginação em torno do desenho, narrado por nosso autor, para então apresentarmos nossa questão e leitura.

## DA IMAGINAÇÃO PARA TODOS À CRIATIVIDADE FIGURATIVA DE APENAS ALGUNS

O livro *Imaginação e criação na infância* é um dos mais controversos da obra de Vigotski. O caráter polêmico do livro não se dá apenas porque o autor dá à imaginação função na experiência estética de produção de novas formas de vida (singular), diante das condições objetivas, do modo de apropriação da cultura (universal), diferente dos sentidos comuns da imaginação no início do século XX, mas, também, porque o texto revela falas de Vigotski apresentadas, por volta de 1930, em palestras para pais e professores. Longe do campo circunscrito pelo discurso acadêmico, o psicólogo russo foi didático, mas, em muitos momentos, não explicitou os postulados fundamentais de sua obra (SMOLKA, 2010). Isso faz com que receba críticas sobre a apresentação de uma visão naturalista/maturacionista que se distancia da abordagem histórico-cultural que aporta sua obra.

Já nos capítulos iniciais, Vigotski enfatiza a imaginação como uma atividade humana, que não é dada *a priori*, mas desenvolvida pela experiência, pela cultura. Evidencia a imaginação como um processo que se constrói de materiais hauridos da realidade, mas que precisa tomar uma forma na produção coletiva. É isso que explicita que o processo de subjetivação na obra de Vigotski é cultural e retorna ao real, pois a apropriação do sujeito transforma a cultura.

Vigotski segue tratando especificamente da criação literária na idade escolar para afirmar que o domínio da escrita constitui um momento fundamental para o desenvolvimento infantil. Ao abordar a criação teatral, Vigotski, nesse texto especificamente, tangencia a importância da narrativa, do faz de conta e da brincadeira no desenvolvimento infantil.

<sup>1</sup> Curiosamente, a introdução de outra edição da mesma obra em português (VIGOTSKI, 2014), escrita pelo tradutor, "citará" esta passagem corrigindo-a (!): "Esclarecemos que 'a imaginação da criança não é mais pobre nem mais rica do que a do adolescente ou do adulto', refere Vigotski..." (p. XIII).

Vygotski finaliza analisando a função do desenho no desenvolvimento infantil. Escolhemos esta última para elaborar a questão central deste artigo, pois o autor apresenta proposta instigante sobre a relação entre imaginação, desenho e realidade: “A atividade de imaginação, na forma como se manifestava na infância, retrai-se na adolescência” (VIGOTSKI, 2010, p. 48). Essa afirmação nos permitirá discutir as relações entre pensamento e linguagem, a partir da análise do desenvolvimento do desenho infantil, trazendo à tona, assim, a questão que perpassa todo o livro – o drama do desenvolvimento humano.

## ABANDONO DO DESENHO

Vygotski constata o abandono do desenho para o sujeito que não mais se satisfaz com ele, não mais encontra nele sua expressão. Tal abandono é decorrente da constituinte dinâmica inter-relacional do desenvolvimento do sujeito e das inter-relações sociogenéticas entre imaginação e pensamento formal. É muito importante discutir esse ponto, pois, pertinente e fecundamente, muitos pesquisadores e educadores vêm destacando a importância do acolhimento do desenho infantil na educação, nas escolas e nas famílias (ALEXANDROFF, 2010). Muitos vêm inclusive denunciando o descuido, a inibição e, até mesmo a repressão exercida nas escolas contra a atividade plástica da criança, por educadores que se obcecaram numa estreita alfabetização, tratando o desenho como dispensável ou até como um obstáculo (GOLDBERG; YUNES; FREITAS, 2005).

Ora, a obra de Vygotski, e também de outros psicólogos do desenvolvimento, vem justamente sendo invocada para retificar essa posição e concepção equivocadas sobre o desenho na infância, e até mesmo na puberdade; vem sendo invocada no fomento de novas práticas institucionais, a contrapelo das que cercam e cerceiam o desenho infantil.

Considerando-se que a escrita não é mera atividade motora, nem mera transcrição da fala, mas um próprio modo novo de representar e construir objetos – o desenho, como atividade de representação e simbolização, e não mera cópia da percepção, vem se oferecer como escalão anterior necessário para construir a representação e a simbolização pela escrita (VIGOTSKI, 2007). Sobre isso, afirma Alexandroff (2010, p. 35):

Vygotsky critica a ênfase do ensino da escrita apenas como habilidade motora: “Ensina-se as crianças a desenhar letras e construir palavras com elas, mas não se ensina a linguagem escrita. Enfatiza-se de tal forma a mecânica de ler o que está escrito que se acaba obscurecendo a linguagem escrita como tal”... O aprendizado da escrita é, portanto, entendido por Vygotsky, como um processo longo e complexo que é iniciado pela criança “muito antes da primeira vez que um professor coloca um lápis em sua mão e mostra como formar letras” (Vygotsky L.S et. al., 1989, p.143). Para o autor, o aprendizado da linguagem escrita envolve a elaboração de um sistema de representação simbólica da realidade, e Vygotsky afirma que há uma espécie de continuidade entre as diversas atividades simbólicas: gesto, desenho e brinquedo. Nestas atividades os signos representam significados e, por isso, contribuem para o processo de apropriação da linguagem escrita.

Apesar disso, as evidências trazidas por tantos pesquisadores – psicólogos, educadores e outros – é suficiente para afirmarmos que ainda sobre o desenho infantil um desconhecimento de sua importância e uma negligência, entre educadores, cuidadores e até pesquisadores, quanto ao seu acolhimento como voz das crianças (DOMINGUEZ; TRIVELATO, 2014).

Vygotski, seus escritos o testemunham, não ignorava esse desafio, esse campo sombrio a iluminar. Entretanto, aponta também que: (1) vem se interpor entre a criança e o desenho o seu próprio desenvolvimento, particularmente o desenvolvimento do (*sic*) “pensamento racional” – e vemos aí a participação da internalização, via escola, da letra, da conceitualização e da formalização que ela carrega, no desenvolvimento subjetivo; (2) vem se interpor entre a criança e o desenho o desencadeamento da situação subjetiva púbere. Isto é, mesmo sem o assalto ou o atropelo de uma intervenção antidesenho, por descuido ou brutalidade, há de algum modo, nessa fase do desenvolvimento sociogenético, uma inclinação ao abandono do desenho. Em primeiro lugar, não é (ao menos não necessariamente, e não deve sê-lo pedagogicamente) o adulto ou o educador que passam a recusar o desenho infantil do púbere; é ele mesmo que o recusa. Ou seja, são seus novos ideais, e a escrita tem a ver com isso, são seus novos interesses, bem como a puberdade tem a ver com isso e também o desenvolvimento desigual de suas novas habilidades e interesses, como o veremos mais abaixo, que o recusam ou o inibem (VIGOTSKI, 2010).

Vygotski, então, constata: o sujeito, chegando à puberdade, rearticulando e refundando o pensamento pelo desdobrar do letramento<sup>2</sup>, não busca mais se exprimir por desenhos, prefe-

<sup>2</sup> O conceito do termo “letramento” foi introduzido na grande literatura da Educação, no Brasil, desde 1980; ao mesmo tempo que conceitualização e discussão similares se davam na França em torno do termo *illettrisme*, e em torno do termo *literacia*, em Portugal (SOARES, 2004). Entende-se que letramento se distingue de alfabetização, na medida em que este processo se define por uma decodificação, fonemática, e uma codificação, em letras. Enquanto o letramento, contando com a alfabetização, ao mesmo tempo que a viabiliza, é um processo bem mais amplo, implicando a instalação de habilidades múltiplas de ler, interpretar e produzir textos, de diferentes gêneros, em conformidade com o que nossa cultura espera (SANTOS, 2007). Quando adjetivado (letramento digital, visual etc.), esse conceito toma novas facetas, derivadas desta que envolve um contraponto e um complemento à alfabetização escolar.

re a escrita. Mais ainda: apenas alguns, “os mais talentosos” (VIGOTSKI, 2010, p. 50-51), continuam a se exprimir pela figuração do traço.

Mas como entendê-lo? Como entender o recurso plástico, o talento destes poucos? Como e por que o fazem estes? Não caberia uma indicação de gênese e/ou da estrutura desse talento?

Vigotski dá a entender que esse talento equivale à internalização e à precipitação microgenética das técnicas de desenho artístico, cujo manejo falta ao desenho infantil espontâneo: “Apenas algumas crianças continuam a desenhar, sobretudo os mais talentosos nesta atividade ou quando estimulados a isso pelas condições exteriores, como, por exemplo, através de aulas especiais de desenho etc.” (VIGOTSKI, 2010, p. 113).

Mas, ainda assim, como entendê-lo? Em que a apropriação dessas técnicas permite fazer persistir o desenho na recém-chegada “era da letra”, era da lógica e do conceito, era de sutis distinções verbais e de nuançadas expressões pela escrita? Qual a compatibilidade estrutural entre (1) este desenho (enriquecido sócio e/ou microgeneticamente, entre “os mais talentosos”), que se mantém como expressão, para alguns, e (2) a ampliação do “pensamento racional” e da escrita, que se dá na mesma fase?

A fim de dar sentido à questão central deste artigo – o abandono do desenho em favor da escrita – interessa-nos, então, primeiramente, analisar este ponto: que propriedades da técnica do desenho adulto, artístico ou técnico, já apreendidas pelo menos em parte por alguns, permitem, a esses púberes, ditos mais talentosos, manter uma relação de expressão, comunicação e simbolização pelo ato de desenhar?

## AS ETAPAS DO DESENHO INFANTIL E A ALFABETIZAÇÃO VISUAL IMPLÍCITA NO DESENHO NÃO INFANTIL

Vigotski descreve fases do desenvolvimento do desenho, a partir do estabelecimento de diálogos com psicólogos, educadores e artistas de seu tempo, que, por motivos diversos, interessaram-se pela análise de um tipo de criação humana – o desenho. O psicólogo russo, por vezes, no livro *Imaginação e criação na infância*, afirma a fala naturalista de seus interlocutores. Porém, segundo Smolka (2010), há a possibilidade, no próprio texto de Vigotski, de outra interpretação teórica, diríamos mesmo epistemológica, devido à evidência dada ao

método do materialismo dialético, quando trata dos vínculos entre pensamento e linguagem no desenvolvimento do desenho na infância e na adolescência.

A divergência anunciada acima configura uma questão central dos estudos atuais sobre a obra de Vigotski, que versa sobre a constituição do sujeito. Há diferentes interpretações da obra do autor, e, neste artigo, aproximamo-nos dos comentadores que dão ênfase à relação dialética das dimensões intra e interpsicológica (SMOLKA, 2010; MOLON, 2010). Inicialmente, o diálogo de Vigotski é com Kerschensteiner, a fim de estabelecer as fases do desenvolvimento do desenho. Na fase inicial, que podemos denominar “desenho de memória”, a criança “[...] desenha de memória e não de observação [...] ela desenha o que sabe sobre a coisa; o que lhe parece mais essencial na coisa, e não aquilo que vê ou que imaginaria sobre as coisas” (VIGOTSKI, 2010, p. 107). A criança faz, como diz Vigotski, o que é mais fácil e mais cômodo para ela.

Ainda comentando esta fase, ao interagir com as produções de Bühler, Vigotski faz uma afirmação que o traz inteiramente para o campo da abordagem histórico-cultural, pois insere a discussão na ordem da relação dialética entre pensamento e linguagem. Ela desenha o que sabe sobre o fenômeno e não efetivamente o que vê.

Segundo Vigotski, o desenho da criança nessa fase é narração gráfica sobre o objeto representado. “Enquanto desenha, a criança pensa no objeto que está representado, como se estivesse falando dele. Em sua narração oral, ela não é fortemente constrangida pela continuidade temporal ou espacial do objeto e, por isso, pode, com determinados limites, captar quaisquer particularidades ou ignorá-las [...]” (VIGOTSKI, 2010, p. 109). Os primeiros traços são, portanto, nomeados posteriormente pela linguagem verbal; é a forma verbal que dá significado à atividade realizada. Vigotski (2007) chama esse processo de *simbolismo de primeira ordem*, pois, nessa fase da elaboração do desenho, a memória infantil não propicia uma cena objetiva das imagens “percebidas”, mas julgamentos já investidos pela fala. A criança, na fase inicial, que Vigotski chama de “desenho de memória”, desenha contando uma história. Não há como negar que há aí certo grau de abstração e que as linhas de um desenho são narração gráfica, um estágio preliminar no desenvolvimento da escrita. Tal como a escrita, o desenho é uma fala “sem”, dirigida a uma pessoa ausente ou imaginária. Nesse estágio do desenho, o do

simbolismo primário, há necessidade de uma ação analítica deliberada por parte da criança, tal como na escrita; o que não é exigido na fala, pois, nesse processo, “a criança mal tem consciência dos sons que emite e está bastante inconsciente das operações mentais que executa” (VIGOTSKI, 2003, p. 124). No desenho, precursor da escrita, há uma relação com a fala interior que é diferente da relação com a fala oral, que precede àquela no desenvolvimento humano. O desenho segue a fala interior, tal como a escrita. No entanto, a fala interior é condensada e abreviada. O desenho e a escrita, para se tornarem inteligíveis, precisam explicar o fenômeno, a situação. Vejamos a fala de Vigotski (2003, p. 125) sobre a linguagem escrita que nos ajuda a pensar o que o autor reserva ao primeiro estágio do desenvolvimento do desenho:

Todos esses traços da linguagem escrita explicam por que o seu desenvolvimento na criança em idade escolar fica muito atrás daquele da fala oral. A discrepância é causada pela proficiência da criança na atividade espontânea e inconsciente, e pela sua falta de habilidade para a atividade abstrata, deliberada.

Para entendermos melhor essa discussão, é preciso fazer referência aos estudos de Vigotski (2003) sobre as raízes do pensamento e da fala, que, segundo o autor, diferem, pois, inicialmente, o pensamento é não verbal e a fala é não racional, embora se encontrem a partir de determinado momento, o que torna a fala intelectual e o pensamento, verbal. Inicialmente, para a criança, a palavra é uma propriedade do objeto; podemos notar isso na primeira fase do desenvolvimento do desenho. É um período de domínio da estrutura externa do signo. Vigotski (2003, p. 62) conclui que:

[...] a fala interior se desenvolve mediante um lento acúmulo de mudanças estruturais e funcionais; que se separa da fala exterior das crianças ao mesmo tempo em que ocorre a diferenciação das funções social e egocêntrica da fala; e, finalmente, que as estruturas da fala dominadas pela criança tornam-se estruturas básicas de seu pensamento.

A fala mais primitiva da criança é essencialmente social, portanto, global e multifuncional. Só posteriormente torna-se diferenciada e vai, então, internalizando-se.

O desenho tem seu início, tal como a escrita, quando a linguagem falada já está desenvolvida e é habitual na vida da criança. Vigotski diz mais:

o desenho é um estágio preliminar no desenvolvimento da linguagem escrita [...] notemos que quando uma criança libera seus depositórios de memória através do desenho, ela o faz à maneira da fala, contando uma história. A principal característica dessa atitude é que ela contém certo grau de abstração [...] (VIGOTSKI, 2010, p. 136).

Num segundo estágio do desenvolvimento do desenho infantil, temos o que, segundo Vigotski, pode ser denominado “estágio do surgimento do sentimento da forma e da linha”. A criança enumera não apenas aspectos concretos do objeto, mas, também, as inter-relações formais das partes. Mas há uma mistura da representação formal com a esquemática. É uma representação de segunda ordem, segundo Vigotski (2007). “São ainda desenhos esquemas – e, por outro lado, encontramos rudimentos de representação parecida com a realidade. Esse estágio bem maior de detalhes, por uma disposição verossímil de partes isoladas dos objetos [...]” (VIGOTSKI, 2010, p. 110).

O terceiro estágio é o da “interpretação verossímil”, pois o esquema desaparece por completo do desenho infantil. Ainda não há a transmissão da perspectiva, da plasticidade do objeto, que é ainda delimitado pelo plano, mas é próximo de sua verdadeira aparência. O desenho está muito mais próximo da verdadeira aparência do objeto. Neste desenho, vemos uma disposição bem mais verossímil da realidade. Do ponto de vista da abordagem histórico-cultural, desenhar implica a inserção nas práticas sociais e a elaboração das funções psicológicas superiores, relacionadas ao modo de operar com os signos.

No início, a criança pensa lembrando; posteriormente, a percepção vai se tornando verbalizada, transformando, assim, a atenção e a memória.

O quarto estágio é o da “representação plástica”. “As observações experimentais demonstram que o desenho de observação, a representação real do objeto, é apenas o estágio superior e último no desenvolvimento do desenho infantil: é um estágio que somente poucas crianças atingem” (VIGOTSKI, 2010, p. 113). Diante disso, há duas questões que perpassam o livro *Imaginação e criação na infância*: o desenho morre naturalmente na idade de transição? Como devemos lidar com esse processo, esse período?

Nos textos de Vigotski, tanto aqueles que compõem o livro em que se baseia esta discussão, quanto os que estão no livro *A formação social da mente*, a problematização da transição entre a infância e a adolescência diante da

elaboração do desenho é discutida a partir da importância do ensino para a aproximação de recursos e técnicas construídas historicamente. Para Vigotski, o conhecimento e o domínio desses recursos e técnicas permitem a criação de novas formas e de novas relações. “[...] para o adolescente já não basta uma atividade de uma imaginação criadora; ele não se satisfaz com um desenho qualquer para contemplação de sua imaginação criadora, precisa adquirir habilidades e conhecimentos especiais e profissionais [...]” (VIGOTSKI, 2010, p. 117-118).

Imaginação criadora e atividade produtiva são conceitos relacionados na obra de Vigotski. É o domínio da técnica que pode promover transformação qualitativa no desenvolvimento do sujeito. Nas crianças mais novas, a apresentação de dificuldades técnicas pode conter momentaneamente a criação, mas, na adolescência, essas limitações elevam a atividade criativa (VIGOTSKI, 2010). “Quase cem anos depois, vivenciamos determinadas condições de vida, de conhecimento e desenvolvimento da tecnologia que viabilizam novas formas de objetivação da experiência. Criamos novas linguagens e aprendemos novos modos de dizer” (SMOLKA, 2010, p. 122).

No estágio final do desenvolvimento do desenho, o da representação plástica, há uma predominância da visão no processo de conhecer o mundo, como afirma Vigotski: “é a vitória completa da orientação visual pura na percepção do mundo” (2010, p. 114). Porém, segundo Smolka (2010), do ponto de vista da abordagem histórico-cultural, esse domínio da visão significa que a apreensão sincrética e globalizada da criança vai se tornando cada vez mais analítica com a emergência da linguagem. Assim, para desenhar copiando objetivamente a realidade supõe-se o distanciamento do objeto, o direcionamento do olhar, o controle da ação. Há um retorno à simbolização de primeira ordem, mas diferente daquela simbolização primária do estágio inicial do desenvolvimento do desenho, pois o distanciamento do objeto no último estágio significa observação analítica e não sincrética.

O desenho não infantil, enfim, aquele que poderá ainda ser meio de expressão para um púbere, seria aquele que fosse *instruído* ou *capturasse já* o “alfabeto visual” do desenho (DONDIS, 1991). Pode-se falar de um alfabeto visual do desenho, bem como de técnicas, porque para realizar desenhos não infantis é preciso *seguir / antever, vislumbrar / obedecer* os códigos do desenho, os elementos da linguagem visual (DONDIS, 1991), explícita ou implicitamente. Assim como a escrita de uma língua tem um

alfabeto convencional que precisa ser aprendido, o desenho artístico e o desenho técnico, desenhos não infantis, têm um rol de elementos e convenções técnicas que precisam ser *reproduzidos / suspeitados* em favor da *decomposição* do percepto, para gerar *nova composição* figurativa – trabalho que requer um tempo, uma aplicação, e tem uma estrutura.

Um desenhista exitoso é aquele que não vê primeiramente, no ato de desenhar, coisas ou objetos; vê pontos, linhas, formas e equilíbrios de formas em enquadres. Vê primeiramente as projeções da luz, as sombras e as dimensões do “espaço negativo” (i.e., as dimensões do espaço entre as coisas), tanto quanto vê as dimensões das próprias coisas a representar. Por exemplo: enquanto espontaneamente seguimos, milímetro a milímetro, desenhistas ainda infantis e irrealizados, a linha que tentamos fazer reta (e assim vemos, desgostosos, essa linha sair tão irregular, tão canhestra), nosso professor de desenho ensina que devemos simplesmente manter o olhar fixo no ponto de chegada que previamente marcamos no papel. Com esse fixo olhar no ponto de chegada, olhar agora alfabetizado e letrado na arte de traçar linhas retas à mão livre, deixamos a mão e o lápis seguirem sobre o papel e, para maior êxito, passamos a fazer retas preferencialmente de cima para baixo ou, por sermos destros, da esquerda para a direita, e não o inverso. São exigências e facilidades técnicas, já codificadas.

A diferença entre a primária representação do corpo humano em formato palito (cabeça em círculo, troncos e membros por simples linhas) e uma realista retratação desse corpo não reside apenas no seu resultado final. A criança que já faz o corpo em formato palito começa pelo objeto. Por tosca e simplória que seja sua representação, ou exatamente por conta de sua simplicidade e espontaneidade, vê-se desde o início o que ela pretende representar. Já um desenhista começa por traços, uma nuvem ou dança de traços (ou mesmo, antes, pela demarcação de um enquadre na folha de papel, no interior do qual realizará o desenho). Essa nuvem de traços, aparentemente desvinculados do objeto a representar, a partir de um determinado momento crítico, faz precipitar à nossa vista a presença figurativa de um corpo humano, quase que em pessoa. O desenhista talentoso faz sentido, visual, a partir de elementos sem sentido ou ainda carentes do sentido visual final.

Não será essa também uma característica da língua humana e da escrita? Os linguistas não apontaram a dupla articulação como a particu-

laridade e a razão do enorme poder da língua humana (MARTINET, 1973)? E o aspecto mais árduo da alfabetização não reside, justamente, em a letra precisar finalmente se ligar a fonemas sem sentido, pré-silábicos e prévios a morfemas (SANTOS, 2007)?

Eis aí a compatibilidade estrutural entre o desenho dos mais talentosos e a inclinação à escrita, verificada já no fim da infância ou no início da puberdade.

## PUBERDADE E NOVA RELAÇÃO COM O SENTIDO

Falando mais diretamente da puberdade e da adolescência, Vigotski nos lembra, primeiramente, que as funções psicológicas não se exprimem caótica ou casualmente, mas orientadas por “aspirações, atrações e por interesses sedimentados” (VIGOTSKI, 2013, p. 1). Ele explica que o lembra, justamente, quando pretende abordar a puberdade, precisamente porque essa fase se caracteriza por rupturas ou básculas bruscas dessas “forças motrizes” (VIGOTSKI, 2013).

A participação do sexual não é ignorada por Vigotski na composição desse turbilhão. Apontará, porém, que tratar a puberdade apenas como um período de endógenas tormentas emocionais é superfluidade. O redimensionamento das motivações constitui realmente uma guinada, e esta certamente é efeito de pujantes novas exigências, mas não por meras razões biológicas ou naturais. Recorrendo inclusive a um estudo de Engels, observa que a insurgência sexual da puberdade não se trata apenas, nem essencialmente, de uma tormenta hormonal. O estudo citado apontará inclusive para os desafios colocados pelo amor ao rapaz e à moça *modernos*, desconhecidos pelos seus similares da antiguidade.

[...] habíamos dicho que para entender... los intereses en la edad de transición, es imprescindible tomar en cuenta la naturaleza histórica de la atracción humana, la forma histórica del amor sexual entre los seres humanos. Creemos que fue Engels el primero en fijar su atención en dicha problemática desde el plano del desarrollo filogenético. «El amor sexual contemporáneo se diferencia esencialmente de la simple atracción sexual, del Eros antiguo. En primer lugar, presupone el amor del ser amado; en este sentido la posición de la mujer es la misma que la del hombre, mientras que en el Eros antiguo no siempre, ni muchos menos, se requería la conformidad de la mujer. En segundo lugar, la intensidad y duración del amor sexual suelen ser de tal índole que la imposibilidad de la posesión y separación,

significaban para ambas partes una gran, por no decir grandísima, desgracia; los enamorados corren un gran riesgo, incluso se juegan la vida con el único propósito de pertenecerse, lo que en la antigüedad sólo ocurría en casos de infidelidad conyugal. Finalmente, aparece un nuevo criterio moral para condenar y justificar la relación sexual; no sólo interesa saber si fue una relación matrimonial o extramatrimonial, sino también si es fruto o no de amor recíproco (VIGOTSKI, 2013, p. 9).

Portanto, esse novo amor sexual individual, histórico, faz novas exigências; e inclui novas polaridades e/ou parcerias, para o sujeito pubere. Porém, o mais importante reside no fato de que os meios do pensamento, na puberdade, redimensionam-se com alguma escala de atraso em relação às novas exigências: eis aí o que – Vigotski nos diz – se não for entendido, nada se entenderá a respeito da puberdade / adolescência.

[...] los cambios tan intensos y profundos que se producen en las fuerzas motrices del comportamiento forman... una línea especial de desarrollo que no coincide con la línea del desarrollo de los... mecanismos de conducta [...] Continúan existiendo los mecanismos del comportamiento ya formados... pero los intereses... cambian radicalmente. (VIGOTSKI, 2013, p.10).

Toda uma nova situação do interesse ainda não é acompanhada por uma nova situação do pensamento e das habilidades:

[...] nuevas atracciones [...] amplían infinitamente el círculo de objetos que poseen fuerza incitadora para los adolescentes, cómo esferas enteras de actividad, antes neutrales para ellos, se convierten ahora en momentos fundamentales que determinan su conducta, cómo, a la par del nuevo mundo interno, surge para el adolescente un mundo exterior completamente nuevo... El ascenso a un nivel nuevo significa la desaparición de lo viejo y este largo proceso de extinción de los intereses infantiles en la edad de transición, particularmente sensible y con frecuencia, doloroso, llena... todo un capítulo en la historia del desarrollo de los intereses del adolescente. Sin embargo, la reducción de los viejos intereses... no está acompañada en modo alguno por la desaparición de los viejos hábitos adquiridos... Como es lógico, dichos mecanismos experimentan también cambios esenciales, pero el destino de esos cambios, la línea de su desarrollo y extinción no coincide... con la línea del desarrollo y extinción de los intereses infantiles (VIGOTSKI, 2013, p. 12).

Por fim, após esse período de descompasso entre formação social de novos interesses e formação social de novas estruturas no pensamento, uma dialética se instaura entre o pensamento, os novos vetores motivacionais e a imaginação, possibilitando o advento de uma nova resposta do pensamento à nova situação, que

permite fazer da puberdade precisamente o que ela é, uma “idade de transição”, e não somente de crise.

Esta nova resposta do pensamento é o conceito<sup>3</sup>. Vigotski refere-se, aqui, ao conceito concreto, teórico-prático, objetivante e objetivo, tal como pôde se exercer na aurora e no desenvolvimento da ciência moderna. Algo muito além do que foi ou é capaz (1) o pensamento guiado pela mera conjunção dos sentidos, como na física e na biologia aristotélicas, (2) a ingenuidade positivista ou (3) a superficialidade nominalista. O conceito que, assim como o fez filogeneticamente para a Ciência e para a História (a visão histórica que o homem passou a poder ter de sua condição e de seus desafios), possibilita ao sujeito-adolescente, a essa altura de sua trajetória, reposicionar sua subjetividade frente à objetividade, frente à intersubjetividade, frente a sua nova condição material, social, econômica, sexual, afetiva etc.

Ora, o conceito científico, suficientemente objetivante para dar ao homem um controle inédito sobre a materialidade de sua existência, não nasceu da cópia imediata da objetividade já dada pelo senso comum. O princípio de inércia, na Física Moderna, não nasceu da observação dos movimentos empíricos. Muito pelo contrário, o princípio de inércia, sem a mediação de sua conquista conceitual, é infirmado intuitivamente por cada movimento empírico particular (que jamais permanece no seu mesmo estado de movimento), como bem observou Koyré (1982). A teoria da evolução das espécies, por sua vez, não poderia ser formulada e não pode ser sustentada epistemologicamente, dispensando todo o novo contexto conceitual e nocional moderno da biologia que ela ajuda a sustentar – muito pelo contrário, sem tais conquistas conceituais, pode ela ser questionada por fáceis cálculos estatísticos (JACOB, 1983; 1989)<sup>4</sup>.

Enfim, o conceito, reinterpretando e organizando experiências intuitivas díspares, lacunares e incongruentes, a partir de uma perspectiva radicalmente nova, propriamente *concebida* intelectualmente, mostrou-se a ferramenta requerida e possibilitada pelo pensamento, na aurora histórica da cultura moderna, e mostra-se, igualmente, ser a ferramenta requerida e possibilitada pelo pensamento, na aurora da vida adulta, inerente à puberdade / adolescência.

O sentido, na adolescência, não mais se depreende do sentido, i.e., de percepções gestálticas e de relatos organizadores prontamente apresentados pelos adultos, mas antes se ergue por um trabalho de pensamento e mediação, à

maneira do trabalho do conceito científico. Não que a mediação intrassubjetiva faltasse na infância. Mas ela salta a um novo patamar, inclusive mais solitário, tributário de maior responsabilização individual; momento no qual o desenvolvimento e a emancipação do pensamento racional têm um papel novo. Esse momento, é o desenvolvimento do pensamento conceitual que o possibilita.

Con el fin de expresar... el papel rector del desarrollo intelectual para toda la personalidad del adolescente... diremos que la adquisición de la función de la formación de conceptos constituye el eslabón básico, principal, de todos los cambios que se producen en la psicología del adolescente. Los eslabones restantes de esa cadena... se intelectualizan, se transforman y reestructuran por la influencia de los éxitos decisivos que alcanza el pensamiento del adolescente... las funciones inferiores... se reestructuran sobre... la influencia del pensamiento en conceptos... bajo la influencia del pensamiento se forma la personalidad y la concepción del mundo del adolescente (VIGOTSKI, 2013, p.49)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos, neste artigo, que muitas vezes as práticas escolares desencorajam a elaboração do desenho pela criança. O que é ainda mais grave por já estar o sujeito, na passagem da infância à puberdade, sob uma dificuldade particular, imposta pela interiorização da letra e pelo advento de seu novo contexto púbere – dificuldade em sustentar o desenho como sua forma de expressão. Tanto o mundo subjetivo quanto o mundo dos objetos motivacionais se expandem, por ocasião desta puberdade que a História tratou de nos fazer herdar. As habilidades subjetivas trazidas pela infância se revelam persistentes, por um tempo, e também insuficientes. O pensamento e a escrita se oferecem, então, mais adequados a dar conta dessa hostil vastidão nova.

O conceito tem o alcance de fazer pelo sujeito púbere o que fez pela ciência: fundar um novo mundo e uma nova visão de mundo. Mas o desenho e a expressão visual que ele promove não precisam ser abandonados como “coisas de criança”. A imaginação não precisa abandonar esse viés de expressão. Pois o próprio desenho que é exitoso em se fazer perseverar, adolescência e vida adulta adentro, pode nos indicar o caminho, que passa por um letramento plástico, visual, similar àquele que reordenou o pensamento no ocaso da infância.

<sup>3</sup> Saliente-se que, para Vigotski, trata-se do conceito, e não de qualquer “perlaboração” ou de simples “desenvolvimento psicosssexual”.

<sup>4</sup> Em *O jogo dos possíveis* (1989), F. Jacob mostra como a intuitiva suposição de uma inteligência organizadora e criadora da vida faz, imediata e intuitivamente, muito mais sentido do que o epistemologicamente imprescindível postulado darwiniano de uma evolução por mutações ao acaso e seleção natural.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDROFF, M. C. Os caminhos paralelos do desenvolvimento do desenho e da escrita. *Construção pedagógica*, v. 18, n. 17, São Paulo, 2010.
- DOMINGUEZ, C. R. C.; TRIVELATO, S. L. F. Crianças pequenas no processo de significação sobre borboletas: como utilizam as linguagens? *Ciência e Educação*, v. 20, n. 3, Bauru, 2014.
- DONDIS, D. *A sintaxe da linguagem visual*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- ENGELS, F. *A dialética da natureza*. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- GOLDBERG, L. G.; YUNES, M. A. M.; FREITAS, J. V. O desenho infantil na ótica da ecologia do desenvolvimento humano. *Psicologia em estudo*, v. 10, n. 1, Maringá, 2005.
- JACOB, F. *O jogo dos possíveis*. Lisboa: Gradiva, 1989.
- \_\_\_\_\_. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Rio de Janeiro: Graal, 1983.
- KOYRÉ, A. *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: Forense Universitária; Brasília: Ed. UnB, 1982.
- MARTINET, A. *Elementos de linguística geral*. Tradução e adaptação de Jorge Morais Barbosa. Lisboa: Sá da Costa, 1973.
- MOLON, S.I. *Subjetividade e constituição do sujeito em Vygotsky*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.
- SANTOS, Carmi Ferraz. *Alfabetização e letramento: conceitos e relações*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- SMOLKA, A. L. Apresentação e Comentários. In: VIGOTSKI, L. S. *Imaginação e criação na infância*. São Paulo: Ática, 2010.
- SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. *Revista brasileira de Educação*, n. 25, Rio de Janeiro, 2004.
- TOASSA, G. Conceito de liberdade em Vigotski. *Psicol. Cienc. Prof.*, Set. 2004, v. 24, n. 3, p. 2-11, 2004.
- VIGOTSKI, L. Desarrollo de los intereses en la edad de transición. *Obras Escogidas*. Tomo 4. Madrid: Editora Machado, 2013.
- \_\_\_\_\_. *Imaginação e criação na infância*. São Paulo: Ática, 2010.
- \_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- \_\_\_\_\_. *Pensamento e linguagem*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

## DADOS DOS AUTORES

**Valmir Sbano** ([valmirsbano@uol.com.br](mailto:valmirsbano@uol.com.br)), doutor em Teoria Psicanalítica (UFRJ), atua no Departamento de Psicologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ.

**Luiza Oliveira** ([luiza.oliveira@gmail.com](mailto:luiza.oliveira@gmail.com) / [luizaoliveira@id.uff.br](mailto:luizaoliveira@id.uff.br)), doutora em Educação/USP, atua no Departamento de Psicologia, no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza e no Programa de Pós-graduação em Psicologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ.

**Rose Latini** ([rose.latini@gmail.com](mailto:rose.latini@gmail.com)), doutora em Geociências/UFF, atua no Departamento de Química do *campus* Volta Redonda da Universidade Federal Fluminense e no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ.

**Maria Bernadete Pinto dos Santos** ([mbpsantos@gmail.com](mailto:mbpsantos@gmail.com) / [ppecn@vm.uff.br](mailto:ppecn@vm.uff.br)), doutora em Geociências/UFF, atua no Departamento de Físico-Química e no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ.

## ESTUDO DE UMA REPRESENTAÇÃO DO MODELO DE LOTKA-VOLTERRA

Viviane de Lima Noronha

Rosana da Paz Ferreira

<sup>1</sup> Frutos frescos

**RESUMO:** Os maiores prejuízos causados à fruticultura pelas moscas-das-frutas estão relacionados aos problemas fitossanitários, que vão desde a queda precoce dos frutos até a sua desqualificação para o consumo *in natura*<sup>1</sup> e para a indústria. Métodos que visam minimizar os prejuízos econômicos e que são concomitantemente viáveis ao meio-ambiente e eficazes no combate às moscas-das-frutas, como o MIP e o controle biológico que se dá por meio de inundações de parasitoides, como o *Diachasmimorpha longicaudata*, parasitoide exótico da mosca *Ceratitis capitata*, vêm sendo estudados e estimulados. Mediante isso, este trabalho tem como objetivo estudar um modelo matemático aplicado ao controle biológico da *Ceratitis capitata* pelo *Diachasmimorpha longicaudata* e a fruticultura nacional; partindo de uma pesquisa sobre os principais dados biológicos e ecológicos dessas espécies, informações essenciais para a formulação do modelo proposto.

**Palavras-chave:** Controle biológico. *Ceratitis capitata*. *Diachasmimorpha longicaudata*. Modelo de Lotka-Volterra.

**ABSTRACT:** The greatest damage to the fruit by the fruit flies are related to plant health problems, ranging from the early fall fruit until his disqualification for fresh consumption and for industry. Methods that aim to minimize the economic losses and that are viable at the same time the environment and effective in the fight against fruit flies, for example, the MIP and biological control that occurs through floods of broodlings, *Diachasmimorpha longicaudata* – exotic parasitoids of fly *Ceratitis capitata* – are being studied and nurtured. By this, this work aims to study a mathematical model applied to the biological control of *Ceratitis capitata* for *Diachasmimorpha longicaudata* and fruit; from a search on the major biological and ecological data of these species, essential information for the formulation of the proposed model. Study of a mathematical model applied to the biological control of *Ceratitis capitata* for *Diachasmimorpha longicaudata*.

**Keywords:** Biological control. *Ceratitis capitata*. *Diachasmimorpha longicaudata*. Lotka-Volterra model.

## INTRODUÇÃO

O conceito de praga geralmente está associado à população de uma espécie nociva que ocasiona aos homens ou aos animais doenças infecciosas e transmissíveis.

De acordo com Nakano (2011), para a agricultura, esse conceito apresenta-se vinculado ao desequilíbrio econômico causado pela população de insetos, devido aos estragos que causam nos alimentos e os prejuízos nas plantações que acarretam perdas na produção. Na fruticultura, com o reflexo das perdas dos frutos e, conseqüentemente, a diminuição na produção, está em baixa no mercado externo, devido à redução de frutas exportadas e às medidas quarentenárias impostas pelos países importadores de frutas frescas (PARANHOS, 2005). Na inspeção fitossanitária, a interceptação de pragas em pontos de entrada e até mesmo a proibição de frutos oriundos de países em que há ocorrência de pragas quarentenárias (RABELO, 2010) são alguns exemplos de medidas quarentenárias exigidas para exportar frutos *in natura*, impostas na forma de normas técnicas e regulamentos (SOUZA FILHO, 2004), por países como os Estados Unidos, o Japão e alguns da Europa (PARANHOS, 2007 e MOURA; MOURA, 2011). Por consequência das barreiras quarentenárias, mesmo tendo sido considerado em 2003 o maior produtor de frutas do mundo – cerca de 38 milhões de toneladas (BRASIL, 2004) –, o Brasil só exporta, anualmente, 1% dessa produção, aproximadamente 200 milhões de toneladas (DO VALLE, 2006; BRASIL 2004).

As moscas-das-frutas são insetos tefritídeos, moscas que depositam seus ovos no interior das frutas, que pertencem à ordem Diptera – “Di”, dois, e “ptera”, asas –, e têm como uma de suas características a funcionalidade apenas das asas dianteiras (GALLO et al., 2002). As moscas-das-frutas que pertencem à família Tephritidae somam mais de 4.000 espécies, sendo 48 delas dos gêneros *Ceratit*, *Bactrocera*, *Anastrepha*, *Dirioxa* e *Toxotrypana*, sendo essas classificadas, na agricultura, como espécies de grande relevância para a economia (PARANHOS, 2005; 2007), por serem consideradas as pragas de maior importância na fruticultura brasileira e mundial (FRANÇA et al., 2010).

No Brasil, a *Ceratit* *capitata* (Wiedemann, 1824) também conhecida por moscamed (PARANHOS, 2007) ou mosca-do-mediterrâneo (PARANHOS, 2007; NAKANO, 2011; CHIARADIA; MILANEZ; DITTRICH, 2004), por ser nativa de países do Mediterrâneo da África Equatorial

(LEAL et al., 2008), é uma das espécies de mosca-das-frutas que apresentam restrições quarentenárias a outros países, pois danificam os frutos frescos com perfurações e manchas, impossibilitando o seu consumo. Podem atacar, de acordo com Zucchi (2001), cerca de 58 variedades de plantas hospedeiras.



**Figura 1:** *Ceratit* *capitata*

Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/doencas/mosca-das-frutas/211>>

A mosca-das-frutas *Ceratit* *capitata* foi observada pela primeira vez no Brasil, no início do século XX (ZUCCHI, 2000; 2001; ZUCCHI et al., 2004). Em 1980, só havia registro dessa espécie nas regiões sul e sudeste do país (MALAVASI; MORGANTE; ZUCCHI, 1980; MOLINEROS; TIGRERO; SANDOVAL, 1992). Atualmente, encontra-se espalhada por todo o Brasil.

A *Ceratit* *capitata* é multivoltina (ou seja, se reproduz várias vezes ao ano), possui um enorme potencial biótico (fator relacionado à diversidade e abundância de hospedeiros e inimigos naturais) e capacidade abiótica na fase adulta (como a resistência a fatores climáticos, temperatura, precipitação), além de poder de dispersão e adaptação (RABELO, 2010). Ela mede cerca de 4 a 5 mm de comprimento, tem entre 10 e 12 mm de envergadura (ZUCCHI, 2001; PARANHOS, 2008) e possui coloração predominantemente amarelada com listas transversais acinzentadas.

Para o desenvolvimento integral da *Ceratit* *capitata*, são necessários quatro estágios, quais sejam: ovo, larva, pupa e adulto. O ciclo evolutivo da *Ceratit* *capitata* dura em torno de 17 a 26 dias (SOUZA FILHO; COSTA; PAZINI, 2004). Ele começa após a fêmea ovopositar entre 1 a 10 ovos por fruto hospedeiro (PARANHOS, 2005; 2008; MALAVASI; NASCIMENTO; CARVALHO, 1994), ao penetrar

o seu acúleo (ZUCCHI et al., 2004) ou ovopositor (PARANHOS, 2008) na casca do fruto. Essa característica física é apresentada somente pelas fêmeas dessa espécie. Os ovos, quase sempre, possuem formato alongado, com cerca de 1 mm de comprimento e cor branca (NAKANO, 2011; SALLES, 1993). O período de incubação dos ovos é de 2 a 6 dias (NAKANO, 2011). De acordo com Paranhos (2005; 2007), as fêmeas das moscas-das-frutas conseguem pôr cerca de mil ovos, podendo diferenciar a quantidade por espécie. Para as *Ceratitis capitata*, essa quantidade chega próxima de 800 ovos por fêmea (NAKANO, 2011), podendo o adulto fêmea dessa espécie viver até 10 meses (PARANHOS, 2008).

Após sair do ovo, a larva passa por três instares de desenvolvimento. Completamente desenvolvida, ela mede em torno de 8 mm e possui cor branca amarelada. O período larval dura entre 9 a 13 dias. Após essa etapa, a larva madura deixa o fruto para se transformar em pupa no solo, numa profundidade de cerca 1 a 10 cm. Dentro do pupário, entre 10 a 12 dias, a larva torna-se mosca adulta. A pupa tem coloração amarronzada escura e comprimento de 5 mm, aproximadamente (NAKANO, 2011).

Métodos de controle de pragas como o controle biológico aplicado e práticas de manejo de pragas (MIP), técnica para evitar perda de frutas por meio de insetos-pragas, visam combater o inseto-praga e, dessa forma, minimizar os prejuízos econômicos. Por serem ecologicamente favoráveis ao controle de pragas, esses métodos levam os agricultores a reduzirem o uso de agrotóxicos, diminuindo assim a contaminação do meio ambiente e os riscos à saúde do ser humano, além de atender às condições dos países importadores de frutas.

O controle biológico de moscas-das-frutas por parasitoides tem sido estudado e aplicado em todo o mundo (GINGRICH, 1993). Como é o exemplo do controle biológico feito pela inundação do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) no ambiente.

O parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* tem sido muito enfatizado em pesquisas de controle biológico das moscas-das-frutas, devido à sua facilidade de criação e também de reprodução na espécie hospedeira de insetos tefritídeos (CLAUSEN; CLANCY; CHOCK, 1965; WONG; RAMADAN; 1992). Sua produção massal e liberação aumentativa têm como objetivo alcançar uma redução considerável das moscas-das-frutas e, com isso, minimizar os prejuízos econômicos.

Esse parasitoide é uma vespa oriunda da região indo-australiana. Ela foi introduzida pela primeira vez no Brasil em 1994, pelo Department of Industry (DPI), nos Estados Unidos (LEAL et al., 2008), sendo, em seguida, distribuída para o laboratório de Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), para Embrapa Mandioca e Fruticultura, na Bahia, e para outros centros de pesquisa (WALDER et al., 1995).

No Rio de Janeiro, a primeira liberação desse parasitoide foi no norte fluminense, região que vem sendo incentivada pelo governo estadual a expandir a sua fruticultura através de programas como o Frutificar. A pesquisa foi realizada por Leal et al. (2008) e teve como objetivo avaliar a capacidade de sobrevivência e dispersão do parasitoide, após 24 horas de sua liberação no campo. Essa pesquisa mostrou, dentre outras coisas, que a recuperação de seus descendentes a partir das larvas de *Ceratitis capitata*, distribuídas a 10 metros de distância do ponto de liberação, foi numa proporção de 52% de fêmeas.

No nordeste brasileiro, o *Diachasmimorpha longicaudata* foi liberado em um número bem grande, almejando o controle das espécies das moscas-das-frutas (NASCIMENTO et al., 1998).

*Diachasmimorpha Longicaudata* parasita as larvas das moscas-das-frutas. Suas fêmeas têm preferência por larvas desenvolvidas, isto é, do 2º e 3º estágios, e frutos maduros (PURCELL et al., 1994; MATRANGOLO et al., 1998; LEYVA; BROWNING; GILSTRAP, 1991). O parasitoide encontra as larvas das moscas-das-frutas dentro das frutas, através da vibração que estas causam ao se movimentarem na polpa da fruta (LAWRENCE, 1981).

Há diversos modelos matemáticos que simulam a interação entre duas espécies. Entre eles, destacamos o modelo de Lotka-Volterra clássico, também conhecido como modelo "presa-predador". Para Bassanezi (2002), em programas de medidas de controle de pragas, a modelagem matemática tem se mostrado bastante útil. Em pesquisas como as de Ferreira, Wesley e Lima (2010), Garcia (2014), Freire et al. (2005) e Bueno, Molter e Piovesan. (2014), observa-se a eficiência de modelos matemáticos que simulam a interação entre espécies, sendo esses uma descrição do modelo de Lotka-Volterra.

Com isso, o presente trabalho objetiva estudar uma representação do modelo de Lotka-Volterra que simule as interações populacionais de um sistema composto pela *Ceratitis capitata*, pelo *Diachasmimorpha longicaudata* e a fruti-

cultura brasileira. Iniciamos a pesquisa fazendo um levantamento bibliográfico sobre os principais dados referentes à ecologia e à biologia dessas espécies na fruticultura nacional, com ênfase nas informações provenientes do sudeste do Brasil. Essas informações encontram-se nos resultados prévios. Acreditamos que o modelo possa contribuir, de forma eficiente, com estudos de controle biológico para o conjunto aqui tratado, além de auxiliar na compreensão dos principais fatores ecobiológicos que governam esse conjunto.

### **A fruticultura no Brasil com foco no Rio de Janeiro e a *Ceratitis capitata***

O estado do Rio de Janeiro apresenta alta densidade populacional urbanizada (BAHIENSE, 2014) e, é considerado o segundo maior mercado consumidor do Brasil (PONCIANO et al., 2006 apud BAHIENSE, 2014). Classificação essa que é decorrente de uma renda econômica oriunda, dentre outras coisas, do aumento da população na região metropolitana (FAURÉ; HASENCLEVER; CARVALHO., 2005). Os autores ainda salientam que a demanda de alimentos decorrente dessa dinâmica populacional urbana fluminense é um dos fatores que está influenciando consideravelmente as atividades agrícolas do estado.

Das várias atividades agrícolas exercidas no estado do Rio de Janeiro, podemos destacar a fruticultura. Essa atividade é encontrada em todos os municípios do estado, com uma extensão de em torno de 516 toneladas de frutas (EMATER-RIO, 2010). A fruticultura é uma atividade de grande importância econômica, pois promove a geração de emprego e a socialização (BAHIENSE, 2014); portanto, precisa ser incentivada e desenvolvida. No entanto, somente 0,4% da renda econômica do estado é oriunda das atividades agrícolas (CEPEA, 2008). Além do mais, dados do Centro Estadual de Pesquisas em Desenvolvimento Rural Sustentável da PESAGRO-RIO revelaram que o Rio de Janeiro importa, por ano, mais de R\$ 1 bilhão em frutas do exterior e de outros estados do Brasil (PORTAL DO GOVERNO DO RIO DE JANEIRO, 2015).

Resultados diferentes para o PIB do agronegócio nacional e estatal foram encontrados para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco, que têm suas agriculturas mais expressivas que a do Rio de Janeiro. Suas participações foram, respectivamente, 20% do PIB do agronegócio nacional (CEPEA, 2013), 14% do PIB do agronegócio nacional (CEPEA, 2016) e 5% do PIB do agronegócio do estado em 2015<sup>2</sup>

Acreditamos que esses resultados podem ter ocorrido pois em São Paulo, por exemplo, mesmo com elevada industrialização, o estado é considerado, em âmbito nacional, um dos maiores produtores de diversas frutas. Já a região do Vale de São Francisco, que inclui os estados de Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Sergipe, foi considerada, em 2011 e em 2015, a maior exportadora de frutas do Brasil<sup>3</sup>.

Visando promover, estimular e expandir a fruticultura do estado do Rio de Janeiro, assim como ampliar o desenvolvimento de maneira sustentável de sua agricultura e aumentar a renda familiar dos agricultores, é que projetos como os dos programas “Frutificar” e “Rio Rural”, ambos da secretaria estadual de agricultura, Portal do Governo do Rio de Janeiro (2015), vêm sendo implantados pelo governo do estado do Rio de Janeiro (BAHIENSE, 2014). Com o intuito de alcançar com sucesso os objetivos citados, várias parcerias com esses projetos estão sendo realizadas, nas quais é instruída e estimulada a adoção de práticas de manejo integrado de pragas (MIP) que auxiliem na diminuição do uso indiscriminado de agrotóxicos e no controle fitossanitário. Diversos municípios das regiões norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro vêm recebendo incentivos do governo estadual (FERRARA et al., 2005). Recentemente, o município de Teresópolis e o programa Rio Rural realizaram uma capacitação com os agricultores da região, na qual estes receberam instruções de como evitar perdas através da implantação de estratégias ambientais de manejo de pragas. Atualmente, o município serrano é o maior produtor fluminense de tangerina ponkan, com uma produção de mais de 10 toneladas por ano em 540 hectares de plantação (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2014). Juntamente com os municípios da região serrana de Bom Jardim, Duas Barras e São Jorge do Vale do Rio Preto, o cultivo dessa tangerina vem crescendo fortemente desde 2011 (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2014; 2016).

Existe no estado do Rio de Janeiro o registro de ocorrência de moscas-das-frutas da espécie *Ceratitis capitata* nos municípios Itaguaí, Itaperuna, Natividade, Italva, Niterói, Nova Friburgo, Araruama, Bom Jesus do Itabapoana, Petrópolis, Seropédica; nos bairros Deodoro e Bangu, no Rio de Janeiro; e também no Mendanha, sub-bairro de Campo Grande, bairro da Zona Oeste do Rio de Janeiro, (AGUIAR-MENEZES; MENEZES, 2000; FERRARA et al., 2005; SOUZA, 2004). Há registros de moscas-das-frutas em outros municípios da região Noroeste do estado do Rio de Janeiro.

<sup>2</sup> Informação obtida no Canal Rural, disponível em: <<http://www.canalrural.com.br>>.

<sup>3</sup> Idem à nota anterior.

A investigação do levantamento e da flutuação populacional, da análise faunística bem como a diversidade e a abundância de seus hospedeiros e inimigos naturais torna-se fundamental, para uma análise de ocorrência e, no que se refere à ocasião de possível infestação e nível de dominância da praga, assim como os seus danos econômicos (ALUJA, 1994).

Estudos sobre a flutuação populacional das moscas-das-frutas atribuídas à diversidade e à disponibilidade de hospedeiros foram realizados no Brasil por diversos autores. De acordo com Aluja (1994), o país está entre os que mais pesquisam sobre o levantamento populacional das moscas-das-frutas e os seus hospedeiros. Carvalho (2005) relata que a densidade populacional das moscas-das-frutas está associada à disponibilidade hospedeira.

Rossi e Bueno (1988), em estudos de flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de pessegueiro no estado de Minas Gerais, constataram que a *Ceratitis capitata* foi superior às demais espécies de moscas-das-frutas. Contrapondo com os resultados de Lorenzato (1988) e Garcia e Corseuil (1998) que concluíram que as espécies do gênero *Anastrepha* foram mais abundantes e dominantes que a *Ceratitis capitata*.

O autor Fernandes (1987) verificou, no estado de São Paulo, a presença desses tefritídeos em pomares de pera. Já Ferrara et al. (2005), em estudos sobre análise faunística no estado do Rio de Janeiro, observaram que a *Ceratitis capitata* foi a espécie de moscas-das-frutas mais frequente, abundante, constante e dominante nos municípios Natividade e Bom Jesus do Itabapoana, localizados no Noroeste do estado.

Mesmo com toda a importância da *Ceratitis capitata* para a economia nacional e, ainda, por se encontrar difundida por todo o Brasil, a maioria das pesquisas sobre essa espécie resume-se apenas ao seu registro de ocorrência e flutuação populacional relacionada à disponibilidade hospedeira, isto é, às frutas. Ainda existe um conhecimento bem limitado a respeito da ecologia, da biologia e da análise faunística das moscas-das-frutas (AGUIAR-MENEZES; MENEZES, 2000; ZUCCHI, 2000; ALVES, 2010; URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2004; LEAL et al., 2008).

## Objetivos

O objetivo do trabalho é estudar uma descrição do modelo Lotka-Volterra clássico que simule as interações populacionais de um conjunto composto pela *Ceratitis capitata*, pelo

*Diachasmimorpha longicaudata* e a fruticultura brasileira; partindo de um levantamento bibliográfico sobre os principais dados referentes à ecologia e à biologia dessas espécies na fruticultura nacional, com ênfase nas informações provenientes do sudeste brasileiro.

### Objetivos específicos:

- investigar a relação entre as densidades de moscas e de seu parasitoide para alcançar a estabilidade da espécie praga e, assim, obter o equilíbrio ecológico;
- validar a eficácia do modelo para o controle biológico da mosca *Ceratitis capitata* pelo parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*, por meio de comparações dos resultados das simulações numéricas e do gráfico de Volterra com os obtidos em pesquisas como Paranhos (2007), Pernambuco; Leal et al. (2008), Rio de Janeiro; Walder (2002) e Walder, Costa e Mastrangelo (2009), São Paulo; Embrapa Semiárido<sup>4</sup>, Pernambuco;
- comparar os resultados obtidos para o Rio de Janeiro com os de cada estado citado no item anterior;
- relacionar os resultados encontrados para o Rio de Janeiro e demais estados com o quantitativo de pesquisas sobre a temática, a disponibilidade hospedeira da praga e a geração de lucros oriunda da fruticultura de cada estado.

## Metodologia

A metodologia da pesquisa foi dividida em duas partes:

- 1) Os dados biológicos necessários para a formulação e resultados do modelo foram consultados na literatura de controle biológico da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* pelo seu parasitoide exótico, *Diachasmimorpha longicaudata* na fruticultura nacional, com ênfase nos dados encontrados para o sudeste do Brasil. A consulta aos dados iniciou-se em setembro de 2015. Em dezembro de 2015, foi realizada uma visita à Embrapa Semiárido, em Petrolina, Pernambuco, onde mais informações pertinentes sobre os fatores biológicos e ecológicos desse sistema, sejam elas em situação de campo ou experimental, foram obtidas por meio de especialistas em controle biológico da *Ceratitis capitata* por *Diachasmimorpha longicaudata*. Na visita, também tivemos a oportunidade de conhecer essas espécies e observar como é realizada em laboratório sua criação massal.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.embrapa.br/semiario>>.

2) Para análise dos resultados do modelo, serão realizados métodos de simulação numérica e análise gráfica, por meio do gráfico de Volterra. As simulações gráficas serão geradas pelo ambiente de interações biológicas do POPULUS, versão 5.5.<sup>5</sup>

Atualmente, a pesquisa encontra-se na implementação da segunda parte e na determinação dos coeficientes do modelo.

## Resultados

O modelo de Lotka-Volterra clássico, ou modelo presa-predador, é descrito pelas equações abaixo, de acordo com Bassanezi (2002). Ainda segundo o autor, o modelo refere-se à interação entre duas espécies, em que a presa dispõe de alimentos em abundância e o predador tem como único alimento a população de presas.

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - \beta y)$$

$$\frac{dy}{dt} = y(\delta x - \gamma)$$

Onde:

$y$  = representa o número de indivíduos da população do predador no instante  $t$ ;

$x$  = representa o número de indivíduos da população da presa no instante  $t$ ;

$t$  = o tempo.

Sendo  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  coeficientes positivos que representam a interação entre as duas espécies. Onde,

$\alpha$  = é o coeficiente de crescimento da população de presas;

$\beta$  = é o coeficiente de morte da população de presas pelo predador;

$\gamma$  = é o coeficiente de morte da população de predadores (na ausência de alimentos);

$\delta$  = é o coeficiente de crescimento da população de predadores (devido à existência da presa).

O modelo que está sendo estudado nesta pesquisa é uma representação do modelo de Lotka-Volterra. Nesse modelo, propomos investigar as simulações populacionais entre as espécies *Ceratitis capitata*, *Diachasmimorpha longicaudata* e a fruticultura brasileira. As hipóteses do modelo são simples e foram adaptadas do Modelo de Lotka-Volterra clássico, descrito em Bassanezi (2002), quais sejam: a quantidade de alimentos da mosca é bem grande; a vespa tem na mosca sua alimentação básica, sem esta, a vespa morre; a vespa é o único predador da mosca. Para a obtenção dos coeficientes

do modelo, isto é,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ , são necessários alguns dados importantes sobre a biologia e a ecologia das espécies *Ceratitis capitata* e *Diachasmimorpha longicaudata*. Segue, abaixo, uma relação desses dados com as suas respectivas referências bibliográficas.

Sabendo que, para o desenvolvimento integral da *Ceratitis capitata*, são necessários quatro estágios (ovo, larva, pupa e adulto), os dados biológicos do ciclo evolutivo da mosca-das-frutas *Ceratitis capitata*, retirados da literatura da fruticultura nacional e disponibilizados por especialista da área, estão listados na tabela 1.

**Tabela 1** – Dados biológicos e ecológicos da *Ceratitis capitata* e suas referências bibliográficas

Duração do ciclo evolutivo em laboratório	17 a 26 dias	Souza Filho et al., 2004
Duração do ciclo evolutivo em campo	Cerca de 60 dias	Embrapa Semiárido
Postura dos ovos por fruto hospedeiro	De 1 a 10 ovos por fruto hospedeiro	Paranhos, 2008; Malavasi et al., 1994
Período de incubação dos ovos	De 2 a 6 dias	Nakano, 2011
Quantidade de ovos por fêmea	No máximo 800 ovos	Paranhos, 2007
Expectativa de vida do adulto fêmea	Até 10 meses	Paranhos, 2008
Período larval	De 9 a 13 dias	Nakano, 2011
Do pupário à fase adulta	De 10 a 12 dias	Nakano, 2011
Sobrevivência dos ovos em campo	85%	Embrapa Semiárido
Sobrevivência da larva em campo	30%	Embrapa Semiárido
Sobrevivência da pupa em campo	75%	Embrapa Semiárido

Os dados relevantes, de campo ou laboratório, a respeito do ciclo de vida do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* e seu parasitismo em larvas de *Ceratitis capitata* encontram-se na tabela 2.

**Tabela 2** – Dados biológicos e ecológicos do *Diachasmimorpha longicaudata* em larvas de *Ceratitis capitata* e suas referências bibliográficas

Duração do ciclo de vida (de ovo até adulto) do parasitoide <i>D. longicaudata</i> em larvas irradiadas de <i>C. capitata</i> (em laboratório)	De 14 a 16 dias	Walder et al., 2009 - São Paulo
Duração do ciclo de vida (de ovo até adulto) do parasitoide <i>D. longicaudata</i> em larvas irradiadas de <i>C. capitata</i> (em campo)	30 dias	Embrapa Semiárido
Período de ovoposição	De 28 a 30 dias	Walder et al., 2009 - São Paulo
Duração da vespa após a liberação dos ovos (na ausência de alimentos)	3 dias	Pesquisadores da Embrapa Semiárido
Taxa de parasitismo (após 24h de liberação)	48%	Leal et al., 2008 - Rio de Janeiro
Proporção de fêmeas (após 24h de liberação)	35%	Leal et al., 2008 - Rio de Janeiro
Taxa de parasitismo	19,8%	Walder, 2002 - São Paulo

<sup>5</sup> Disponível para download em: <<http://cbs.umn.edu/populus/download-populus>>.

Os valores dos coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  para o estado de Pernambuco foram determinados com base nas informações fornecidas pelos especialistas em controle biológico da espécie *Ceratitis capitata* pelo parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* na visita feita à Embrapa Semiárido e na consulta à literatura de Paranhos (2007; 2008), pesquisadora do laboratório de entomologia da Embrapa Semiárido. Esses valores e os procedimentos para obtê-los estão detalhados a seguir.

### 1) Coeficiente $\alpha$

O coeficiente  $\alpha$  representa o crescimento da população de presas. Para tanto, suponhamos que, na ausência da vespa, a população da mosca aumenta exponencialmente. Com isso, da equação de Lotka-Volterra,

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - \beta y)$$

$$\frac{dy}{dt} = y(\delta x - \gamma)$$

segue,

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x$$

Integrando de 0 a  $T$  a equação, onde  $T$  representa o período médio de duração do ciclo evolutivo da mosca, que para a mosca selvagem dura cerca de 60 dias, obtemos:

$$\int_0^T \frac{dx(t)}{x(t)} = \int_0^T \alpha dt$$

Sabendo que cada mosca adulta selvagem origina 103 outras moscas adultas, e que  $x$ , que representa o número de indivíduos da população de mosca ao longo do período médio  $T$ , é dado por  $x(T) = 103 \cdot x_0$ , onde  $x_0$  representa o número inicial de moscas selvagens, temos:

$$\ln x(T) - \ln x_0 = \alpha T$$

$$\ln \frac{x(T)}{x_0} = \alpha T$$

$$\alpha = \frac{\ln \frac{x(T)}{x_0}}{T}$$

$$\alpha = \frac{\ln \frac{103x_0}{x_0}}{T}$$

$$\alpha = \frac{\ln 103}{T}$$

$$\alpha = \frac{4,6347}{60}$$

$$\alpha = 0,0772$$

### 2) Coeficiente $\beta$

O coeficiente de morte da mosca pela vespa é dado por  $\beta$ . Sabendo que o período médio

de duração do ciclo evolutivo da vespa é de 30 dias, isto é,  $T_2 = 30$  dias, e que somente as fêmeas das vespas atacam as larvas das moscas, se geralmente são liberadas 1000 vespas para atacar 3000 larvas de mosca, por hectare/dia (1 fêmea para três larvas), então temos,  $y = 1000$  e  $x(T_2) = 0,5x_0$  (50% de controle) ao longo do período médio  $T_2$ . Com isso, segue da equação de Lotka-Volterra,

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - \beta y)$$

$$\frac{dx}{dt} = x(\alpha - 1000\beta)$$

$$\int_0^{T_2} \frac{dx(t)}{x(t)} = \int_0^{T_2} (\alpha - 1000\beta) dt$$

$$\int_0^{T_2} \frac{dx(t)}{x(t)} = \int_0^{T_2} (\alpha - 1000\beta) dt$$

$$\ln x(T_2) - \ln x_0 = \alpha T_2 - 1000\beta T_2$$

$$\ln \frac{x(T_2)}{x_0} = \alpha T_2 - 1000\beta T_2$$

$$\ln 0,5 = 0,0772 \times 30 - 1000\beta \times 30$$

$$-0,6931 = 2,31 - 1000\beta \times 30$$

$$-0,6931 - 2,31 = -1000\beta \times 30$$

$$-3,0031 = -1000\beta \times 30$$

$$\beta = 0,0001$$

### 3) Coeficiente $\gamma$

Sabendo que, após parasitar as larvas das moscas, a vespa vive no máximo 72 horas, o coeficiente de mortalidade da vespa na ausência de alimentos,  $\gamma$ , pode ser calculado conforme abaixo, assumindo, mediante essas informações, que a população de vespa reduz a 5% em até 60 horas (2,5 dias), ou seja,  $y(2,5) = 0,05y_0$ .

$$\frac{dy}{dt} = y(\delta x - \gamma)$$

$$\frac{dy}{dt} = -y\gamma$$

$$\frac{1}{y(t)} \frac{dy}{dt} = -\gamma$$

$$\ln y(t) - \ln y_0 = -\gamma t$$

$$\ln \frac{y(t)}{y_0} = -2,5\gamma$$

$$\gamma = -\frac{\ln \frac{y(t)}{y_0}}{2,5}$$

$$\gamma = -\frac{\ln \frac{0,05y_0}{y_0}}{2,5}$$

$$\gamma = -\frac{\ln 0,05}{2,5}$$

$$\gamma = 1,1983$$

#### 4) Coeficiente $\delta$

A taxa de natalidade da vespa,  $\delta$ , varia conforme a quantidade de larvas de mosca e fruto hospedeiro. Em média, a taxa de natalidade (ou parasitismo) é de 17,19% em condição de campo para essa região do Brasil. Sabendo que 1 fêmea adulta de vespa origina outras 16 fêmeas adultas e tomando  $T_2=30$  dias, temos  $y(T_2) = 1000 \cdot 16$  e  $x_0 = 3000$  (1 fêmea de vespa para três larvas). Da equação de Lotka-Volterra, obtemos:

$$\begin{aligned}\frac{dy}{dt} &= y(\delta x - \gamma) \\ \int_0^{T_2} \frac{dy(t)}{y(t)} &= \int_0^{T_2} (\delta x_0 - \gamma) dt \\ \ln y(T_2) - \ln y(0) &= \delta x_0 T_2 - \gamma T_2 \\ \ln \frac{y(T_2)}{y_0} &= 3000\delta \times 16 - 16\gamma \\ \ln \frac{1000 \times 16}{1000} &= 3000\delta \times 16 - 16 \times 1,1983 \\ \ln 16 &= 48000\delta - 19,1728 \\ \delta &= \frac{21,94538}{48000} = 0,0005\end{aligned}$$

Os valores dos coeficientes obtidos para o estado de Pernambuco foram determinados baseados em dados biológicos e ecológicos das espécies em condição de campo. Os valores dos coeficientes para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro estão sendo analisados. A próxima etapa da pesquisa, de acordo com a metodolo-

gia, é gerar o modelo. A eficiência do modelo se dará por meio de comparações dos seus resultados, como o da relação entre as densidades de moscas e de seu parasitoide para alcançar o equilíbrio ecológico, com os resultados obtidos pela literatura dos estados citados.

#### Considerações finais

Foi realizada uma longa busca por bibliografias referentes aos fatores biológicos e ecológicos das duas espécies citadas neste trabalho, para que, assim, pudéssemos obter um modelo matemático que descrevesse as interações entre elas. Não foram encontradas muitas pesquisas sobre a temática. Este fato também pode ser observado pelos autores Fiori et al. (2014) e Zucchi (2000).

No sudeste brasileiro, São Paulo foi o estado com o maior número de pesquisas sobre a temática. Já para o estado do Rio de Janeiro, infelizmente, quase não houve pesquisas, sendo a mais relevante ocorrida no ano de 2008 pela Embrapa Agrobiologia, localizada no município de Seropédica. Porém, esta foi encerrada ainda em 2008. Pernambuco foi o estado com um número maior de referências bibliográficas, quando comparado com os estados de São Paulo e, principalmente, com o do Rio de Janeiro, fato que pode estar diretamente associado ao seu elevado PIB oriundo da fruticultura, diferentemente do Rio de Janeiro.

#### REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E.L.; MENEZES, E.B. Rio de Janeiro. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.119-126.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 39, p. 155-178, 1994.
- ALVES, V. E. S. *Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) antes e após a liberação de Diachasmimorpha longicaudata (Hymenoptera: Braconidae) em área de intersecção de pomar cítrico e mata secundária*. Botucatu, 2010, 80p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- BAHIENSE, D. V. *Análise do desenvolvimento da fruticultura e seus efeitos sobre a produção agrícola no estado do Rio de Janeiro*. 2014. Disponível em: <<http://uenf.br/pos-graduacao/producao-vegetal/files/2014/07/Douglas-Vianna-Bahiense-Disserta%C3%A7%C3%A3o-UENF-Vers%C3%A3o-Definitiva.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.
- BUENO, J. C. S.; MOLTHER, A.; PIOVESAN, L. R. *Modelagem matemática aplicada ao controle biológico de pragas em lavouras de milho*. 2014. Disponível em: <[http://eventos.unipampa.edu.br/eremat/files/2014/12/CC\\_Bueno\\_00779581016.pdf](http://eventos.unipampa.edu.br/eremat/files/2014/12/CC_Bueno_00779581016.pdf)>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Agricultura e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal. *Barreiras fitossanitárias bem estruturadas evitam entrada de pragas de vegetais no Brasil*. 2004. Disponível em: <[www.sa.df.gov.br/003/00301009.asp?TTCD\\_CHAVE=94363](http://www.sa.df.gov.br/003/00301009.asp?TTCD_CHAVE=94363)>. Acesso em: 6 mar. 2012.

- \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Cadeia produtiva de frutas*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Brasília, 2007: IICA: MAPA/SPA. 102 p.
- CARVALHO, R. S. *Avaliação das liberações inoculativas do parasitoide exótico Diachasmimorpha longicaudata (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomar diversificado em Conceição do Almeida, BA*. 2005. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/ne/v34n5/a12v34n5.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ne/v34n5/a12v34n5.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M.; DITTRICH, R. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, Brasil. *Ciência Rural*, v. 34, n. 2, p. 337-343, 2004. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/16084>>. Acesso em: 9 set. 2016.
- CLAUSEN, C. P.; CLANCY, D. W.; CHOCK, Q. C. *Biological control of the Oriental fruit fly (Dacus dorsalis Hendel) and other fruit flies in Hawaii*. Washington: ARS/USDA, 1965. 102p. (Technical Bulletin, 1322).
- DO VALLE, G. E. *Aspectos biológicos e morfológicos de Diachasmimorpha longicaudata (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) criado em larvas irradiadas de Ceratitis capitata (Wiedmann, 1824) (Diptera: Tephritidae)*. 2006. 86 f. Tese (Doutorado) – Ciências/Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- FAURÉ, Y.; HASENCLEVER, L., CARVALHO, R. *O desenvolvimento local no estado do Rio de Janeiro: estudos avançados nas realidades municipais*. Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais, 2005. p. 66.
- FERNANDES, O. A. *Estudos bioecológicos e avaliação de danos causados por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Citrus sinensis Osbeck var. Pêra*. 1987. 79 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1987.
- FERRARA, F. A. A.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; URAMOTO, K.; MARCO, P. J.; SOUZA, S. A.S.; CASSINO, P. C. R. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) da Região Noroeste do estado do Rio de Janeiro. 2005. *Neotropical Entomology*, 34(2), 183-190. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v37n1/a02v37n1.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- FERREIRA, C. P.; WESLEY, A. C. G.; LIMA, E. A. B. F. *Técnicas matemáticas e computacionais no manejo integrado de pragas*. 2010. Disponível em: <[http://www.sbmec.org.br/eventos/cnmac/xxxiii\\_cnmac/pdf/232.pdf](http://www.sbmec.org.br/eventos/cnmac/xxxiii_cnmac/pdf/232.pdf)>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- FIORI, A. F.; VALDIERO, A. C.; FRANSOZI, L.; RASIA, L. A. *Análise do ponto de equilíbrio no modelo Lotka-Volterra*. 2014. Disponível em: <<https://proceedings.sbmec.org.br/sbmec/article/view/343/345>>. Acesso em: 12 out. 2015.
- FRANÇA, W. M.; ALVARENGA, T. A.; OLIVEIRA, P. L.; LOPES, G. N.; PARANHOS, B. A. J. 2010. *Efeito do nim (Azadirachta indica) na mosca-das-frutas Ceratitis capitata (Diptera: Tephritidae) e seu parasitoide Diachasmimorpha Longicaudata (Hymenoptera: Braconidae)*. Disponível em: <[www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77\\_1/franca.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77_1/franca.pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2015.
- FREIRE, R. M.; PREGNOLATTO, S.; ZUBEN, C. J. V.; WALDER, J. M.M. *Modelagem matemática aplicada ao controle biológico de Ceratitis capitata Wiedmann (Diptera: Tephritidae) por Diachasmimorpha longicaudata Ashmed (Hymenoptera: Braconidae) em Citrus*. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2005000200016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-566X2005000200016&script=sci_arttext)>. Acesso em: 4 jun. 2015.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. *Entomologia agrícola*. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. 920p.
- GARCIA, A. G. *Ecologia da paisagem e controle de pragas agrícolas*. 2014. Disponível em: <<http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/108773>>. Acesso em: 4 jun. 2015.
- GARCIA, F. R. M.; CORSEUIL, E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 15, n. 1, p. 153-158, 1998.
- GINGRICH, R. E. Biological control of tephritid fruit flies by inundative releases of natural enemies. In: ALUJA, M.; LIEDO, P. (Ed.). *Fruit flies, biology and management*. New York: Springer-Verlag, 1993. p. 311-318.
- LAWRENCE, P. O. Host vibration: a cue to host location by the parasite, *Biosteres longicaudatus*. *Oecologia*, v. 48, p. 249-251, 1981.
- LORENZATO, D.; CHOUENE, E.C. Flutuação populacional, efeitos da temperatura e manejo de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* em pomares de macieira (*Malus domestica* Borck) no município de Farroupilha, RS. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 297-319, 1985.
- LEAL, M. R.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; LIMA FILHO, M.; RIBEIRO, J. C. R.; MENEZES, E. B. *Capacidade de sobrevivência e dispersão de Diachasmimorpha longicaudata, um parasitoide exótico de larva de moscas-das-frutas*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. Disponível em: <[ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/35706/1/doc260.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/35706/1/doc260.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2016.
- LEYVA, J.L.; BROWNING, H. W.; GILSTRAP, F. E. Effect of host fruit species, size, and color on parasitization of *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). *Environmental Entomology*, 20, p. 1.469-1.474, 1991.
- MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S. Moscas-das-frutas no MIP-citros. In: DONADIO, L. C.; GRAVENA, S. (Coord.). *Manejo integrado de pragas dos citros*. Campinas: Fundação Cargill, 1994. p. 211-231.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S.; ZUCCHI, R. A. Biologia de “moscas-das-frutas” (Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiro e ocorrência. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 9-16, 1980.
- MATRANGOLO, W. J. R.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MELO, E. D.; JESUS, M. Parasitoides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associados a fruteiras tropicais. *Anais da sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 27, n. 4, p. 593-603, 1998.
- MOLINEROS, J.; TIGRERO, J.; SANDOVAL, D. *Diagnostico de la situación actual del problema de las moscas de la fruta en el Ecuador. Dirección de Investigaciones*. Departamento de Entomología. Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito, 1992. 47 p.
- MOURA, A. P.; MOURA, D. C. M. Levantamento e flutuação populacional de parasitoides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) de ocorrência em goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Fortaleza, Ceará. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 225-231, abr./jun. 2011. Disponível em: <[www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v78\\_2/moura.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v78_2/moura.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2015.
- NAKANO, O. *Entomologia econômica*. Piracicaba, SP: Octavio Nakano/ESALQ/USP, 2011.
- NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MATRANGOLO, W. J. R.; LUNA, J. U. V. Situação atual do controle biológico de moscas-das-frutas com parasitoides no Brasil. *Informativo SBF*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 12-15, 1998.
- PARANHOS, B. J. 2007. Biofábrica Moscamed Brasil: tecnologia ambientalmente segura no combate às pragas. In: SIMPÓSIO DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2., 2007, Juazeiro. *Palestras*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 1. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36032/1/OPB1359.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2016.
- PARANHOS, B. J. *Moscas-das-frutas que oferecem riscos à fruticultura brasileira*. 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2009-09/39789/1/OPB2070.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2016.

- PARANHOS, B. A. J. Técnica do inseto estéril e controle biológico: métodos ambientalmente seguros e eficazes no combate às moscas das frutas. 2005. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/OPB631D-egwWrmJdPY.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- PURCELL, M.F.; JACKSON, C. G.; LONG, J. P.; BATCHELOR, J. P. 1994. Influence of guava ripening on parasitism of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae), by *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and other parasitoids. *Biological Control*. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964484710504>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- RABELO, L. R. S. 2010. *Monitoramento de moscas-das-frutas (Diptera, tephritidae) em cinco municípios do estado de Goiás*. 2010. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- ROSSI, M. M.; JC BUENO, V. H. P. Principais espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) e sua dinâmica populacional em pessegueiros na região de Caldas, Sul de Minas Gerais. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 63 (3) p. 329-342, 1988.
- SALLES, L. A. B. Efeito da temperatura constante na ovoposição e no ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus*. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 22, p. 5.762, 1993.
- SOUZA, J. F. *Aspectos ecológicos das populações de moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) no município de Araruama, estado do Rio de Janeiro*. 2004. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.
- SOUZA FILHO, M. F. de; COSTA, V. S.; PAZINI, W. C. Manejo integrado de pragas na cultura da manga In: ROZANE, D. E. et al. (Ed.). *Manga – produção integrada, industrialização e comercialização*. Viçosa: UFV, 2004. p. 339-376.
- URAMOTO, K. K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 409-414, 2004.
- WALDER, J. M.; LOPES, L.A.; COSTA, M. L. Z.; SESSO, J. N.; TONIN, G.; CARVALHO, M. L.; LARA, P. Criação e liberação do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) para controle de moscas-das-frutas no estado de São Paulo. *A Laranja*, Cordeirópolis, v. 16, p. 149-153, 1995.
- WALDER, J. M. M. Produção de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais: associação de moscas estéreis e controle biológico. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA, F. B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p.181-190.
- WALDER, J. M. M.; COSTA, M. L. Z.; MASTRANGELO, T. A. Produção massal do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* para o controle biológico de moscas-das-frutas. In: BUENO, V. H. P (Eds.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA, 2009. p.221-234.
- WONG, T. T. Y.; RAMADAN, M. M. Mass rearing biology of larval parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in Hawaii. In: ANDERSON, T. E.; LEPPA, N. C. (Ed.). *Advances in insect rearing for research and pest management*. Boulder: Westview Press, 1992. p. 405-426.
- ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). *Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 15-22.
- \_\_\_\_\_. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A (Ed.). *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: FAPESP-Holos, 2000. p. 13-24.
- ZUCCHI, R. A. et al. Prejuízos das moscas-das-frutas na exportação de citros. *Visão Agrícola*, v. 2, p. 73-77, 2004.

#### Lista de sites:

- Canal Rural. <<http://www.canalrural.com.br/>>. Acesso em: 21 nov. 2016.
- Canal Rural. Notícias. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/hortifrutifruticultura-sustenta-agricultura-pernambuco-64654>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- CEPEA. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pibmg/>>. Acesso em: 11 set. 2016.
- CEPEA. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pibsp/>>. Acesso em: 11 set. 2016.
- CEPEA. Disponível em: <[www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea\\_Relatorio\\_PIB\\_Agro\\_RJ.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Relatorio_PIB_Agro_RJ.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2016.
- College of Biological Sciences. *Download Populus*. Disponível em: <<http://cbs.umn.edu/populus/download-populus>>. Acesso em: 21 out. 2015.
- EMATER. Disponível em: <[http://www.emater.rj.gov.br/areaTecnica/aspa2010\\_culturas\\_correcao.HTM](http://www.emater.rj.gov.br/areaTecnica/aspa2010_culturas_correcao.HTM)>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- Embrapa Semiárido. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/semiario>>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- Fundecitrus. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/doencas/mosca-das-frutas/21>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- Portal do Governo do Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=2232809>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- Portal do Governo do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/imprensa/exibeconteudo?article-id=2446999>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- Portal do Governo do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seapec/exibeconteudo?article-id=2834226>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

#### DADOS DAS AUTORAS

**Viviane de Lima Noronha** ([vivi\\_lima\\_noronha@hotmail.com](mailto:vivi_lima_noronha@hotmail.com)), discente/mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental no Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO/RJ).

**Rosana da Paz Ferreira** ([rosanapazf@gmail.com](mailto:rosanapazf@gmail.com)), docente orientadora/doutorado em Modelagem Computacional no Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO/RJ).

## METACOGNIÇÃO, TECNOLOGIA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO DOCENTE DE CIÊNCIAS: MAPEANDO AS PRODUÇÕES BRASILEIRAS

Pedro Henrique Maraglia

Mauricio Abreu Pinto Peixoto

Márcia Regina de Assis

**RESUMO:** Trata-se de estudo exploratório que tem como objetivo identificar produções acadêmicas disponíveis na rede mundial de computadores sobre metacognição no campo da formação de professores de ciências no contexto nacional. Foram consultados os materiais disponíveis no Google e no Google Acadêmico, na Scientific Electronic Library Online (SciELO) e no Portal de Periódicos da Capes, nos últimos 20 anos de publicações. Do total de 45.000 resultados foram identificados 11 trabalhos, sendo 1 tese, 2 dissertações, 5 artigos e 3 publicações em anais de eventos. Destes, 7 foram produzidos na região sudeste, 2 na região nordeste e, nas regiões norte e sul, apenas 1 trabalho cada. A maioria dos trabalhos estava relacionada à formação do professor de matemática e igualmente distribuída entre a formação inicial e continuada. Dessa forma, pode-se concluir que a produção é ainda incipiente e bastante recente, demonstrando carência principalmente em relação à formação de professores de Química e Biologia.

**Palavras-chave:** Mapeamento. Metacognição. Estratégias metacognitivas. Formação de professores.

**ABSTRACT:** This is an exploratory study that aims to identify academic productions available on the world computer network on metacognition in the field of teacher education in the national context. Were consulted in the last twenty years, the material available on Google and Google Scholar, SciELO, Capes Journal Portal. Of the total 45,000 results were identified eleven works, being one thesis, two essays, five articles and three publications in academic conferences. Among these, seven were produced in the Southeast region, two in the Northeast, and the Northern and Southern regions only one work each. Most of the work was related to the training of mathematics teachers and equally distributed between the initial and continuing education. Thus, we can conclude that the production is still incipient and quite recent, demonstrating a lack mainly in relation in the areas of Chemistry and Biology.

**Keywords:** Mapping. Metacognition. Metacognitive strategies. Teacher Training.

## INTRODUÇÃO

Em relação à formação de professores de ciências, Fourez (2003, p. 9) questiona: “não seria a hora de a universidade e as escolas superiores formarem professores de ciências para a análise das implicações sociais do ensino de suas disciplinas?”. A motivação para tal questionamento reside no fato de que o ensino de ciências vive um período de crise, mediante ao embate de um fazer tradicional, conteudista, com os novos ideais focados na formação de um cidadão crítico e capaz de ocupar seu espaço na sociedade. Essa crise se reflete na formação de professores, visto que é coerente pensar que, para trabalhar os conteúdos de forma crítica, o professor necessite de uma formação que lhe forneça os devidos aportes.

A presença do ensino de ciências na instituição escolar é relativamente recente. No Brasil, esta se deu apenas na década de 1950. Até essa época, o que se considerava como importante era apenas a alfabetização e as operações matemáticas básicas. Da sua inserção até os anos 1980, predominou um ensino de ciências que enfatizava a descrição simples do conteúdo e métodos da ciência, sem preocupação com a transposição didática fundada no pressuposto de que esse ensino deveria colaborar na formação de um plantel científico nacional. Nesse sentido, então, havia pouca reflexão teórica e isso se refletia no ensino caracteristicamente tradicional, centrado na transmissão de conteúdo. É nas décadas de 1980 e 1990 que junto a uma série de mudanças no contexto social e político que o ensino de ciências passou a contestar as metodologias comportamentalistas e alienantes, acionando um o discurso da formação do cidadão crítico, consciente e participativo. Assim começaram a ser incorporadas ao contexto de ensino de ciências as ideias de autores como Bruner (cognitivista), Piaget (construtivista) e Vygotsky (interacionista), bem como a proposição de ensino baseado na tríade ciência, tecnologia e sociedade (CTS), afirmando a necessidade de se discutir os avanços tecnológicos e seu impacto social, preconizando a promoção da cidadania por meio de uma prática contextualizada e participativa (NASCIMENTO; FERNANDES; DE MENDONÇA, 2010).

Dessa forma, configurou-se em um cenário de crise, a disputa entre o hegemônico e o contra-hegemônico, da perspectiva tradicional/comportamentalista com a perspectiva de formação de um cidadão crítico e participativo. E, nesse momento, surge para o professor a necessidade de vir a refletir sobre essa crise, buscar alterna-

tivas para que haja uma estabilização, com o advento de novos modelos de formação. Assim é que, no presente, faz-se necessário inserir reflexões sobre esse cenário de crise do ensino de ciências na formação de professores, visto que este perdura até os dias atuais (FOUREZ, 2003).

## Tecnologia e Tecnologia educacional

De origem grega, a palavra “tecnologia” se desenvolve pela junção das palavras *téchne*, que significa arte, destreza; e *logos*, que quer dizer palavra. *Téchne* está relacionada à técnica, ao fazer, e adicionada ao termo *logos* percebe-se a inserção de um sentido ao fazer, tornando a tecnologia a arte do fazer com um significado, intencional e planejado.

Indubitavelmente, a tecnologia é uma produção humana e permite que os indivíduos atuem sobre o meio em que vivem. Mas não se resume a isso, pois a tecnologia pode ser entendida como uma forma de leitura do mundo. E, nesse sentido, tecnologia, ciência e sociedade estão intimamente ligados. A ciência que permite o desenvolvimento de novas tecnologias é a mesma que se desenvolve pela utilização de novas tecnologias, numa relação de mútua influência, por vezes atuando na sociedade e sendo demandada por ela, por exemplo, na resolução de problemas (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007).

Crochick (*apud* PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007) afirma que a definição de tecnologia educacional está pautada em duas perspectivas diferentes. Uma delas é a perspectiva técnico-científica, em que o aperfeiçoamento do ensino é enfatizado. A segunda perspectiva, por sua vez, é a tecnologia educacional, que pode ser entendida como a utilização sistemática de conhecimentos científicos e tecnológicos visando à solução de problemáticas no ensino. Já a perspectiva histórico-social enfatiza o processo de aprendizagem que leve ao pensamento crítico, tratando-se de saber o que e como fazer para potencializar as capacidades investigativas dos alunos, auxiliando-os a ampliar competências e habilidades cognitivas, implicando diretamente a capacidade de resolução de problemas, o enfrentamento de dilemas, a tomada de decisões e o estabelecimento de estratégias de ação.

A tecnologia é contextualizada, no sentido de atender as demandas do indivíduo ou do grupo social e, assim, deve ser pensada de forma não neutra, mas para abarcar questões políticas e sociais. Não devendo ser entendida apenas como uma forma de fazer, de solucionar as questões educacionais, mas como uma colaboração, pois uma mudança no panorama

educacional depende de outros fatores, como aspectos culturais, políticas de governo, condições de trabalho e formação dos professores.

Sancho (1998) afirma que existem três tipos de tecnologias educacionais: as instrumentais, as organizadoras e as simbólicas. As que se referem aos instrumentos de ensino-aprendizagem, como livro, quadro de giz, retroprojeto, televisão ou vídeo são as tecnologias instrumentais; organizadoras, que lidam com a gestão, o controle da aprendizagem da atividade produtiva e das relações humanas. As tecnologias organizadoras visam ainda à organização, ao currículo, à disciplina e a variadas técnicas de mercado.

As tecnologias educacionais simbólicas, por sua vez, são as que fazem uso de símbolos como ferramentas de solução de problemas da prática educativa. De forma mais específica, essas tecnologias estabelecem a ponte de comunicação entre professores e alunos ou fazem parte da mesma. Como exemplo, cabe citar a linguagem oral e escrita e o próprio conteúdo do currículo, enfatizando as representações icônicas e simbólicas além dos sistemas de pensamento. É nessa categoria que se situa a metacognição, construído que vamos trabalhar a seguir (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007).

### **Metacognição e sua relação com a tecnologia educacional**

O termo metacognição foi apresentado originalmente por John Flavell em 1976 como uma cognição sobre a cognição, um pensamento sobre o pensamento. Propuseram, então, a metacognição como:

[...] um termo amplo, usado para descrever diferentes aspectos do conhecimento que construímos sobre como nós percebemos, recordamos, pensamos e agimos. Uma capacidade de saber sobre o que sabemos. Um pensamento sobre o pensamento, uma cognição sobre a cognição ou um atributo cognitivo ou conhecimento sobre o fenômeno cognitivo. Sendo, portanto, um discurso de segundo nível sobre o conhecimento, caracteriza-se como um sistema de pensamento focado sobre a atividade cognitiva humana. (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007, p. 69)

Nelson e Narens (1996) propuseram um modelo de funcionamento da metacognição como um fluxo informacional em dois níveis: o nível meta e o nível objeto. No primeiro, situam-se os modelos ideais de funcionamento e operação cognitiva, daí o termo metacognição. O segundo é onde ocorre a atividade cognitiva. Deste para aquele, flui, de forma ascendente e em tempo real, a informação sobre o que em realidade está acontecendo durante o proces-

samento cognitivo. Este é o fluxo informacional de monitoramento. No nível meta, a informação recebida é processada e comparada aos modelos ideais ali presentes. Disto resulta outro fluxo, agora descendente: o controle, a determinar a manutenção do processamento cognitivo em sua situação atual ou então sua modificação de modo a corrigir eventuais falhas ou dificuldades percebidas. Peixoto, Brandão e Santos (2007, p. 70) exemplificam este fluxo:

Por exemplo, o conhecimento preliminar que temos sobre nossa capacidade de recordar nos dá uma estimativa de se teremos facilidade ou não de recordar posteriormente algo aprendido. Este conhecimento metacognitivo que estaria no nível-meta permitiria um controle sobre o nível-objeto. A título de ilustração, este controle poderia determinar a escolha de fazer anotações escritas ou não. Mas o fluxo de informação pode ocorrer no sentido inverso, isto é, do nível-objeto para o nível-meta. Ao aprender, um aluno precisa saber se seus esforços estão sendo bem sucedidos. Segundo o modelo em tela, o sucesso ou insucesso em estar conseguindo armazenar de modo recuperável a informação no nível-objeto é enviado como um fluxo de informação de monitoramento para o nível-meta. Isto permite julgar os esforços de aprendizagem, gerando, então, fluxos de controle para o nível-objeto, modulando, desta forma, os esforços do aprendiz. Assim é que o sistema é entendido como dinâmico, com os fluxos informacionais alternando-se entre os diferentes níveis, gerando simultaneamente controle e monitoramentos cognitivos. Uma questão crítica na compreensão da metacognição é que tanto o controle quanto o monitoramento de um sistema metacognitivo são ações que se dirigem a um nível cognitivo.

Flavell (1979) postula que os processos cognitivos ocorrem via ações e interações entre quatro classes de fenômenos: o conhecimento metacognitivo, as experiências metacognitivas, os objetivos e as ações ou estratégias cognitivas.

Ainda segundo o próprio Flavell (1979), o conhecimento metacognitivo poder ser definido como as crenças que um indivíduo possui sobre ele próprio, sobre as variáveis da pessoa, da tarefa e da estratégia, atuando sobre os processos cognitivos, sendo passíveis de verbalização e acesso, armazenadas na memória por meio do acúmulo de experiências. Para Ribeiro (2003), o conhecimento metacognitivo se desenvolve através de uma ativa conscientização por parte do sujeito, de modo que esta acaba por interferir na maneira como determinadas variáveis podem influenciar o sentido dos resultados das atividades metacognitivas.

As experiências metacognitivas estão relacionadas ao campo emocional e afetivo, baseando-se em impressões ou percepções

conscientes que podem ocorrer antes, concomitantemente ou após a execução de uma tarefa. Estão relacionadas ao entendimento do grau de sucesso de uma determinada atividade, estimulando o pensar reflexivo, cuidadoso e consciente, permitindo pensamentos e sentimentos acerca do próprio pensamento. De valor positivo ou negativo, são percebidas pelas pessoas nas situações vividas (RIBEIRO, 2003).

A habilidade metacognitiva permite o controle voluntário sobre seus próprios processos cognitivos, pela ação do conhecimento processual, fazendo uso das estratégias, incluindo, em sua atividade, a previsão, o planejamento, o monitoramento e a avaliação.

A previsão é a capacidade de sistematizar e pensar os objetivos de aprendizagem, características adequadas de aprendizagem e o tempo disponível para que estas possam ocorrer. O planejamento, por sua vez, viabiliza um pensar antecipado sobre como, quando e por que agir, de forma a obter seus objetivos, fazendo uso de metas auxiliares que conduzem a uma meta principal. A monitoração é a habilidade em observar, acompanhar e refletir sobre o andamento dos processos cognitivos. Logo, as decisões em relação à mudança de estratégias serão fundamentadas com base nas informações obtidas durante o monitoramento metacognitivo. A avaliação é a integração entre conhecimento e sentimento metacognitivo, para delinear o estado atual e nortear o futuro do processamento da tarefa. Essa avaliação permite a reflexão em relação aos resultados, o entendimento do problema, a adequação do plano, a execução do método de solução, bem como a adequação da resposta (EFKLIDES, 2008).

Nesse sentido, então, a metacognição pode impactar diretamente os contextos de formação de professores, podendo ser enquadrada, dessa forma, como uma tecnologia educacional simbólica. Isso se deve muito ao fato de se constituir como um sistema organizado de conceitos dirigido para o entendimento, a realização e a sustentação do estado de funcionamento dos conjuntos de objetos técnicos. Assim, essa tecnologia pode contribuir bastante com a formação de professores de ciências (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007).

### **A formação de professores**

Das escolas de primeiras letras até o presente momento, não somente os anos se passaram, assim como um império, uma nova república, um regime militar e a globalização ainda em curso; da mesma maneira, a formação do

professor sofreu e ainda irá sofrer uma série de mudanças em sua concepção. Outrora o que era ensinar a ler e a escrever, hoje se torna mais complexo e multifacetado.

Segundo Tunes, Tacca e Bartholo Junior (2005), o professor pode ser entendido sob duas metáforas. A primeira, a do professor jardineiro que fertiliza o solo, semeia a semente cuidadosa e amorosamente, espera a semente germinar, mantém o solo sempre úmido e a protege contra as pragas para que a planta possa nascer forte e saudável, de forma alguma interferindo nesta, apenas protegendo-a. Já na segunda metáfora, o professor é o escultor que, sob certas restrições e respeitando as características do material, de uma pedra bruta, molda formas reconhecíveis. Assim é que podemos entender o professor em situação dual e complementar. Ora, em um exercício de não interferência a permitir desenvolvimento, ora a talhar e modificar o material bruto. São belas essas imagens, mas o que, de fato, é a formação de professores? Quem é responsável por ela? O que se almeja do professor? Segundo Aranza (2004), há décadas discute-se em congressos, seminários, cursos e outros eventos semelhantes qual a formação ideal ou necessária ao professor, numa demonstração de insatisfação generalizada com relação aos atuais modelos formativos. De fato, produzimos mais dúvidas do que certezas, mais questões que respostas. Então é de se esperar que essa insatisfação em relação à formação de professores de ciências permaneça.

Gatti (2010) afirma, no entanto, que as licenciaturas são cursos que, por legislação, objetivam formar professores para a educação básica: educação infantil (creche e pré-escola), ensino fundamental, ensino médio, ensino profissionalizante, educação de jovens e adultos e educação especial. Entende-se ainda que esta formação dar-se-á em espaços regulamentados, que são as instituições de ensino superior.

Saviani (2009, p.149) apresenta dois modelos para a formação de professores:

a) modelo dos conteúdos culturais-cognitivos: para este modelo, a formação do professor se esgota na cultura geral e no domínio específico dos conteúdos da área de conhecimento correspondente à disciplina que irá lecionar.

b) modelo pedagógico-didático: contrapondo-se ao anterior, este modelo considera que a formação do professor propriamente dita só se completa com o efetivo preparo pedagógico-didático.

Ainda de acordo com Saviani (2009) a universidade contempla prioritariamente os conte-

údos culturais cognitivos, relegando à prática da profissão o desenvolvimento dos conhecimentos didáticos pedagógicos. E isso, em nossa opinião, é no máximo uma hipótese esperançosa, acreditar que uma prática autônoma, sem qualquer processo de desenvolvimento associado, possa gerar ações e procedimentos didaticamente adequados.

Para Tunes, Tacca e Bartholo Junior (2005), espera-se do professor que este conduza os alunos, buscando mediar os diferentes processos de significação que envolvam as situações de aprendizagem que planejou. Espera-se que o professor dê boas aulas ricas em conhecimento erudito, que conheça e domine o conteúdo a ser ensinado e que, assim, seja capaz de realizar transposições didáticas. Porém, o professor em geral vive um dilema. Como realizar essa transposição se, durante toda ou quase toda a sua formação, ele teve contato com um modelo de formação bem delineado por dois blocos de disciplinas estanques, as de conteúdo específico e as de conteúdo pedagógico?

Esse modelo concebe e constrói o professor como técnico, que busca solucionar problemas mediante técnicas e teorias, segundo Schnetzler, 2000. Esse autor se contrapõe a isso e partilha da ideia de formação do professor-reflexivo/pesquisador, teoricamente um profissional capaz de lidar com as intensas transições no contexto educacional. Tal orientação aponta para a necessidade de que a pesquisa educacional seja também realizada pelo professor dos níveis fundamentais e médio, e ainda mais, que esta fomente o pensamento reflexivo por parte do professor.

Segundo Carvalho e David (2015), a definição de “professor reflexivo” vem sendo discutida nos meios educacionais em diversos países e no Brasil, principalmente a partir dos anos 90. Segundo os autores, o precursor desse novo ideal pedagógico foi o educador norte-americano John Dewey (1859-1952), ao afirmar que o ensino deveria acontecer pela ação e não pela instrução mecânica reprodutiva.

Outro nome de grande expressão no contexto educacional brasileiro e um dos disseminadores do conceito de professor reflexivo foi Donald Schön (1992), inspirando toda uma geração de pesquisadores brasileiros a propor, também para os professores, um novo modelo de formação profissional, baseado na reflexão sobre a prática, dividido em três ideias centrais: a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre a reflexão na ação (FONTANA; FÁVERO, 2013). Os pensamentos de Schön fortaleceram a figura do professor mais ativo, autônomo e crítico, autor de suas escolhas, ques-

tionando a figura do profissional executor de ordens (ALARÇÃO, 1996).

Para Alarção (1996) o professor reflexivo se caracterizaria como um profissional criativo, capaz de refletir, analisar, questionar sobre sua própria atividade, não sendo um mero reprodutor de ideias e práticas tidas como “the best practices”. Em consequência disso, assume-se que o professor reflexivo seja capaz de agir de forma autônoma, com inteligência e flexibilidade, construindo e reconstruindo conhecimentos e saberes. Ainda segundo esse autor (1996, p.176):

Os professores desempenham um importante papel na produção e estruturação do conhecimento pedagógico porque refletem de uma forma situada, na e sobre a interação que se gera entre o conhecimento científico [...] e a sua aquisição pelo aluno, refletem na e sobre a interação entre a pessoa do professor e a pessoa do aluno, entre a instituição escola e a sociedade em geral. Desta forma, têm um papel ativo na educação e não um papel meramente técnico que se reduza à execução de normas e receitas ou à aplicação de teorias exteriores à sua própria comunidade profissional.

Exercer a docência é muito diferente do que era há décadas atrás. A sociedade vem se alterando constantemente e as inovações têm grande papel nisso. Tais inovações desafiam os profissionais da educação em variados domínios, dos mais sociais e humanísticos aos mais tecnológicos. E isso faz com que a docência, seja uma atividade de constante questionamento e reformulação para superar os desafios e atender às necessidades do aluno, tornando-se uma atividade satisfatória não só para os educandos, mas, sobretudo, para quem a desempenha. Fortalecendo então a necessidade de formação de professores reflexivos em detrimento do professor técnico (FONTANA; FÁVERO, 2013).

Dessa forma, a prática reflexiva requer do professor a constante autoindagação, fazendo-se perguntas como: de que modo estou trabalhando? Para quem trabalho? Qual a finalidade do ensino da minha disciplina? Por que trabalho desta forma? Alcanço os resultados almejados no meu trabalho? Que conhecimentos e capacidades os alunos desenvolvem por meio do que ensino e da forma como ensino? De que forma posso tornar mais eficaz minha prática? (FONTANA; FÁVERO, 2013). Esse constante ato de autoindagação também deve fortalecer o que diz Alarção (1996) sobre o conceito de professor reflexivo não se esgotar na ação docente, implicando ao professor saber quem é e as razões pelas quais faz o que faz, conscientizando-se do lugar que ocupa na sociedade. Nessa perspectiva, os professores têm de ser agentes ativos do seu próprio desenvolvimento e isso implica, por

vezes, pesquisar sua própria prática e os aspectos periféricos a ela.

E então é aqui que se pode voltar para a metacognição de forma a estimular e a permitir um pensamento reflexivo sobre a práxis pessoal, na autoavaliação e no planejamento de suas ações docentes. É nesse sentido que a metacognição propõe-se como ferramenta para estimular esses processos reflexivos (PEIXOTO; BRANDÃO; SANTOS, 2007).

Esses aspectos introdutórios procuraram demonstrar, em primeiro lugar, a natureza essencial da metacognição como tecnologia educacional simbólica e fundamentar as assertivas linhas através do processo metacognitivo que está no cerne do tão demandado professor reflexivo. Em segundo lugar, procuramos apresentar os conceitos que, trabalhados por meio de estratégias metacognitivas, podem contribuir para a construção de uma postura reflexiva por parte do professor em formação. No entanto, sendo a metacognição uma área relativamente nova no campo educacional, resta saber se suas potencialidades estão sendo transformadas em ações reais a beneficiar os, hoje, alunos e amanhã, os professores. Mais especificamente, interessa saber se isso está acontecendo no contexto brasileiro. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é mapear o uso da metacognição na formação de professores de ciências no contexto nacional.

## Metodologia

A presente pesquisa tem caráter exploratório e visa subsidiar estudo mais amplo que busca compreender o potencial e as limitações da metacognição no ensino de ciências no contexto nacional. As buscas foram feitas nos seguintes sítios: Google Acadêmico e aberto, no portal de periódicos da Capes e na Scientific Electronic Library Online (SciELO), utilizando os termos de busca “metacognição”, “professores” e “formação de professores”, de acordo com os operadores lógicos de cada sítio dispostos abaixo no quadro 1. Foram considerados trabalhos entre os anos de 1996 a 2016.

Durante a pesquisa, foram consultados mais de 45.000 resultados de buscas, com suas superposições nos diferentes sítios de pesquisa. A seleção dos trabalhos a serem abordados se deu em duas etapas. Na primeira etapa, a cada busca desencadeada por um dos conjuntos de termos de busca, os itens que continham os termos no título e/ou nas palavras-chave, passaram por uma por uma triagem, sendo avaliados sob os seguintes critérios de inclusão:

- ser uma produção brasileira;
- estar redigido em língua portuguesa;
- ser uma produção acadêmica.

Nosso objetivo é compreender como está se dando a produção brasileira em metacognição na formação de professores de ciências, o que justifica o primeiro critério. Dado o caráter exploratório desta pesquisa, optou-se por buscar produções em português, tendo como hipótese inicial que este idioma abrangeria parcela significativa da produção brasileira e, do mesmo passo, estaria mais disponível para o conjunto dos profissionais de educação no país. Em relação a ser uma produção acadêmica, acreditamos que esse fato dê maior credibilidade aos trabalhos produzidos, visto que todos, de uma forma ou de outra, passam por sistemas de avaliação prévia a sua publicação. Os itens provenientes dessa primeira triagem foram salvos no Zotero<sup>1</sup>, identificados e tabulados.

Na segunda etapa de seleção, procedeu-se à leitura do resumo de cada item com o objetivo de verificar a pertinência do item em relação a esta pesquisa. Os itens avaliados como pertinentes foram organizados e, então, lidos, utilizando uma estratégia de leitura conhecida como leitura inspeccional (SOUZA; CARVALHO, 1995). Depois dessa leitura, deu-se início ao mapeamento.

## Resultados e discussão

Dos aproximadamente 45.000 resultados de busca, apenas 11 trabalhos foram avaliados como pertinentes aos objetivos desta pesquisa. O Quadro 1 apresenta uma descrição dos trabalhos encontrados por sítio de busca e conjunto de palavras-chave:

Quadro 1 – Artigos encontrados por busca

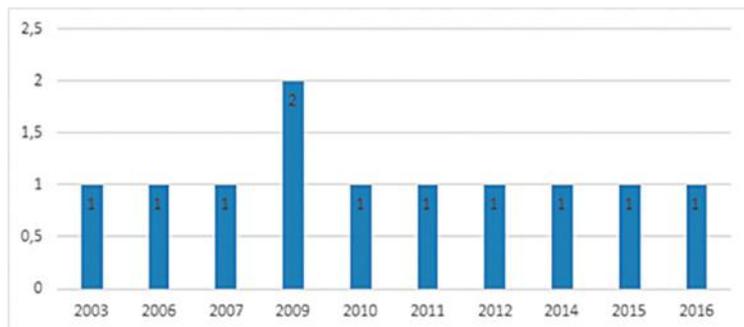
Palavras-chave de busca	Portal de busca	Quantidade de artigos
Metacognição	Google Scholar	3
Metacognição + Professores	Google Scholar	Nenhum encontrado
Metacognição + Formação de professores	Google Scholar	Nenhum encontrado
Metacognição	Periódicos Capes	Nenhum encontrado
Metacognição and professores	Periódicos Capes	Nenhum encontrado
Metacognição and formação de professores	Periódicos Capes	Nenhum encontrado
Metacognição	SciELO	Nenhum encontrado
Metacognição + Professores	SciELO	Nenhum encontrado
Metacognição + Formação de professores	SciELO	Nenhum encontrado
Metacognição + Formação de professores	Google aberto	8

<sup>1</sup> Zotero® – Software de gerenciamento de referências.

A maioria dos trabalhos encontrados envolveu as palavras-chave “Metacognição + Formação de professores” na busca direta no Google, o que indica que os portais especializados em publicações científicas podem estar desatualizados. É algo que causa dificuldades nas buscas, sendo necessário mais tempo e esforço para identificar trabalhos que venham a providir informações às pesquisas que visam mapear campos de estudo, como é o caso deste trabalho.

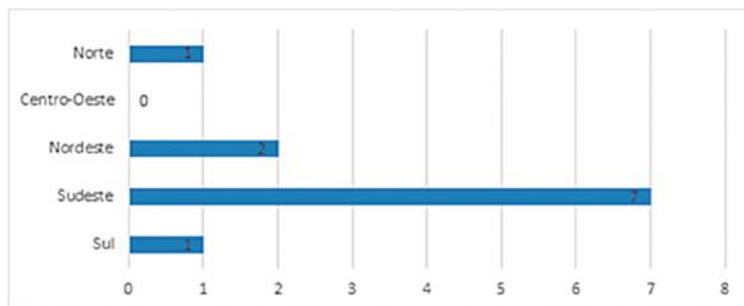
O Gráfico 1 apresenta a frequência de publicações:

**Gráfico 1 –** Frequência de publicações



Observe-se o baixo volume de produção, embora acontecendo de forma regular. Apon-ta-se o ano de 2003 como início da produção, demonstrando que a metacognição, quando empregada na formação de professores, se apresenta como um campo extremamente novo, com início das publicações há apenas 13 anos, o que é corroborado pelo pequeno número de trabalhos.

**Gráfico 2 –** Distribuição dos trabalhos em regiões



Como mostra o Gráfico 2, a maioria dos trabalhos se concentra na região Sudeste, o que de fato se esperava, visto o grande número de centros de pesquisa localizados nesta região. E ainda mais, mesmo considerando, no cenário nacional, a enorme heterogeneidade das atividades de pesquisa, o padrão regional da distribuição das publicações e dos pesquisado-

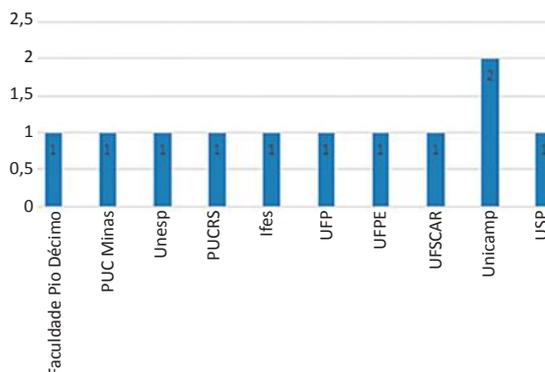
res é altamente concentrado na região Sudeste, com destaque às capitais dos estados (SIDONE; HADDAD; MENA-CHALCO, 2016).

**Quadro 2 –** Níveis de produção

Descrição dos níveis de produção	Quant.
Tese	1
Dissertação	2
Artigo	5
Trabalho em anais de eventos	3

O Quadro 2 discrimina as produções mediante seu nível, sendo possível destacar, em relação às demais, a produção de artigos publicados em periódicos. A existência de uma tese e duas dissertações explicita que a pesquisa sobre a metacognição empregada à formação de professores de ciências vem sendo desenvolvida ainda que de forma incipiente, pois, são esses trabalhos de maior fôlego que embasam as futuras produções, transformando-se em artigos e referências a futuros trabalhos.

**Gráfico 3 –** Distribuição de trabalhos por instituição



Segundo o Gráfico 3, os trabalhos não têm uma concentração em uma determinada universidade. O que se observa é uma produção que é distribuída e de forma bastante igualitária. Observa-se um pequeno destaque para a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que possui dois trabalhos, sendo um deles uma tese de doutorado, o que transmite a ideia da construção mais efetiva de um trabalho de pesquisa. Outro fato observado é que o autor do trabalho produzido na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), que é uma dissertação de mestrado, é o mesmo autor do trabalho produzido posteriormente no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), sugerindo que ele

vem construindo uma linha de pesquisa baseada na sua experiência anterior. Isso é de grande importância para o campo, espera-se que pesquisadores egressos de cursos de pós-graduação desenvolvam e ampliem temas lá iniciados.

**Quadro 3** – Categorias de ensino

<b>Formação de professores</b>	<b>Quant.</b>
de Ciências	3
de Matemática	7
de Física	1
de Química	0
de Biologia	0

O Quadro 3 apresenta a classificação dos trabalhos segundo a área do ensino de ciências e destaca-se que a maioria dos trabalhos abordam a formação de professores de Matemática. Esses trabalhos exploram principalmente a reflexão dessa disciplina em diferentes circunstâncias, empregando, por vezes, estratégias que serão explanadas a seguir.

O que de certa forma causa estranheza, é a inexistência de trabalhos na formação de professores de Química e Biologia. O que se esperava era que os trabalhos tivessem distribuição mais equânime, uma vez que o que se observa (pelo menos de forma empírica) é distribuição mais ou menos homogênea em outras áreas de pesquisa em educação. Além disso, a formação de professores tanto em Química quanto em Biologia é um dos temas muito estudados. Portanto, nessas áreas, pelos motivos anteriormente listados, percebe-se, na metacognição, um campo pleno de oportunidades de pesquisa, dada sua importância na formação tanto inicial quanto continuada desses professores.

**Quadro 4** – Níveis de formação

<b>Níveis de formação</b>	<b>Quant.</b>
Investiga a formação inicial	4
Ambas	2
Investiga a formação continuada	3
Não especificado	2

No Quadro 4, pode-se observar que os trabalhos apresentam uma determinada uniformidade de distribuição entre os níveis de formação, demonstrando que cada vez mais a pesquisa na formação inicial e continuada vem tendo maior paridade de produção, ao contrário do que acontecia nos anos 90, como apresenta André (2000).

A metacognição pode ser desenvolvida na formação de professores por meio da utilização de estratégias metacognitivas. Nos trabalhos abordados nesta pesquisa, identificamos três estratégias, que são: o trabalho colaborativo, a narrativa e a análise de uma situação de aula.

A proposta de trabalho colaborativo se desenvolveu na tese de Ferreira (2003), em que os grupos organizaram-se de forma a compartilhar as decisões tomadas, sendo também responsáveis pela qualidade do que é produzido em conjunto, conforme suas possibilidades e interesses. O pressuposto dessa atividade é que ela irá favorecer os processos metacognitivos dos participantes. Durante a tomada de decisão em conjunto, formam-se espaços de reflexão e introspecção, tanto grupal, quanto pessoal. O trabalho colaborativo possibilita o resgate de valores, como o compartilhamento e a solidariedade numa sociedade extremamente competitiva e individualista. É importante ressaltar que muito embora a metacognição, explícita ou não, esteja sempre presente, o desejável desenvolvimento metacognitivo não ocorre natural e espontaneamente nesses contextos. É necessário que os coordenadores da atividade a tenham em mente e desenvolvam ações em sintonia com esse objetivo.

Freitas, Gomes e Pierson (2009) propuseram a narrativa como uma crônica da disciplina, com linguagem espontânea em estrutura aberta e flexível, relatando e interpretando experiências de vida ou situações vivenciadas no ensino, proporcionando o envolvimento dos estudantes na compreensão do seu próprio processo de construção de crenças, referências, problemáticas e elaboração de conhecimentos. Foi realizada às vezes de forma individual, outras vezes em grupo.

A análise de uma situação de aula, proposta por Coelho et al. (2012), pressupõe que a análise de uma situação vivida em sala de aula desencadeia aspectos metacognitivos importantes relativos à formação de professores, tais como o ambiente de pesquisa, habilidades para transcrever, criar categorias e analisar representações gráficas. Estas, entre outras, são fundamentais para o desenvolvimento dos processos de regulação do pensamento e da ação.

Além dessas, que já foram publicadas, existem outras estratégias que podem ser utilizadas, como os mapas conceituais, os mapas mentais, relato reflexivo, V de GOWIN e o pensar alto. Esse elenco de estratégias, cada qual com suas especificidades, ainda não aparece como empregado nos ciclos formativos do professorado de ciências, o que dá margem para futuras ações.

## Conclusões

A metacognição como tecnologia educacional simbólica pode colaborar com a formação docente em ciências, porém, o que se observa é um campo ainda incipiente, com um pequeno número de trabalhos, apenas 11 identificados entre 45.000 resultados de pesquisa. Os trabalhos têm se concentrado na formação de professores de Matemática, enquanto a formação de professores de Química e Biologia, não tem nenhuma publicação relacionada à metacognição. Há que se considerar também que ainda é um campo novo, com início de pu-

blicações em 2003, configurando uma janela de produção de apenas 13 anos.

Reconhecemos as limitações que este trabalho possui dado seu caráter exploratório, temos um recorte de pesquisa que nos permite observar trabalhos que atendam certos critérios e, conseqüentemente, é praticamente impossível ter uma visão do todo em relação à produção, visto que a pesquisa está condicionada às formas como a trabalhamos. Contudo, ainda assim, pode-se observar um campo que ainda é carente de trabalhos, e que pode se expandir e colaborar de forma efetiva com a formação de professores de ciências no país.

## REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, M. A pesquisa sobre a formação de professores no Brasil – 1990-1998. In: LINHARES, Celia Frazão Soares et al. *Ensinar e Aprender: Sujeitos, Saberes e Pesquisa*. São Paulo: Editora DP&A, 2000.
- COELHO, S. M. et al. Um exemplo prático de atividades metacognitivas aplicadas na formação de professores de Física com base na pesquisa didática. *Caderno brasileiro de ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 1108-1020, 13 dez. 2012.
- EFKLIDES, A. Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, v.13, p.277-287, 2008.
- FERREIRA, A. C. *Metacognição e desenvolvimento profissional de professores de matemática: uma experiência de trabalho colaborativo*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000297486&fd=y>>. Acesso em: 12 maio 2016.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognition monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, Washington, D.C., v. 34, p. 906-911, 1979.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? (Crisis in science teaching?). *Investigações em ensino de ciências*, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- FREITAS, D. ; GOMES, V. Z.; PIERSON, H. Narrativa e metacognição na formação de professores e pesquisadores em educação em ciências. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, v. 0, n. Extra, p. 1.399-1.402, 2009.
- FONTANA, M. J., FÁVERO, A. A., *Professor reflexivo: uma integração entre teoria e prática*. Alto Uruguai, v. 8, n. 17, jan.-jun., p. 1-15, 2013. Disponível em: <[http://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/30\\_1.pdf](http://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/30_1.pdf)>. Acesso em: 2 jul. 2016.
- GATTI, B.A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1.355-1.379, dec. 2010.
- NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; DE MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR On-line*, v. 10, n. 39, 2010.
- NELSON, T.; NARENS, L. Why investigate Metacognition? In: METCALFE, J.; SHIMAMURA, A. P. (Ed.). *Metacognition. Knowing about knowing*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996. p. 1-27.
- PEIXOTO, M. de A. P.; BRANDÃO, M. A. G.; SANTOS, G. dos. Metacognition and symbolic educational technology. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 31, n. 1, p. 67-80, abr. 2007.
- SANCHO, J.M. (Org). *Para uma Tecnologia Educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. *Revista brasileira de educação*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 40, p.143-155, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v14n40/v14n40a12.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- SCHNETZLER, R.P. O professor de ciências: problemas e tendências de sua formação. In: SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas, SP: Unimep, 2000.
- SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. *Transinformação*, v. 28, n. 1, p. 15-32, abr. 2016.
- SOUZA, L. M.; CARVALHO, S. W. *Compreensão e produção de textos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- TUNES, E.; TACCA, M. C. V. R.; BARTHOLO JUNIOR, R. S. O professor e o ato de ensinar. *Cad. Pesqui.*, São Paulo, v. 35, n. 126, p. 689-698, dez. 2005.

## DADOS DOS AUTORES

**Pedro Henrique Maraglia** ([pedromaraglia29@hotmail.com](mailto:pedromaraglia29@hotmail.com)), licenciado em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), mes-trando em Educação em Ciências e Saúde pelo Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ).

**Mauricio Abreu Pinto Peixoto** ([geac.ufrj@gmail.com](mailto:geac.ufrj@gmail.com)), doutor em medicina pela FM-UFRJ, professor adjunto do Laboratório de Currículo e Ensino Núcleo de Tecnologia para a Saúde Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ).

**Márcia Regina de Assis** ([m.r.assis@ig.com.br](mailto:m.r.assis@ig.com.br)), doutoranda em Educação em Ciências e Saúde pelo Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NUTES/UFRJ).

## MORTE HUMANA: DENTRO DA VIDA, FORA DA ESCOLA

Anderson Nunes Pinto

Eliane Brígida Morais Falcão

**RESUMO:** Pesquisas demonstram que estudantes do ensino médio apresentam demanda de diálogo sobre o tema da morte humana, mas poucas foram realizadas nesse campo. O objetivo desta pesquisa foi compreender como estudantes do ensino médio representam a morte humana em seu contexto social. Teve como sujeitos 115 estudantes de uma escola pública do município do Rio de Janeiro. Os dados foram coletados por meio de questionários semiabertos individuais e anônimos. A abordagem metodológica proposta para análise e interpretação dos dados foi o Discurso do Sujeito Coletivo, cuja base conceitual é a Teoria das Representações Sociais de Serge Moscovici. Os discursos mostraram que o tema da morte é um objeto de preocupação e faz parte do cotidiano dos estudantes, porém a escola não é considerada um espaço para conversar e aprender a respeito. Os dados indicam que este tema deve ser incluído no currículo e nas estratégias educativas do ensino médio.

**Palavras-chave:** Morte humana. Ensino médio. Representações sociais.

**ABSTRACT:** Research shows that high school students have dialogue demands on the subject of human death, but few have been carried out in this field. Overcoming the traditional dichotomy Humanities and Technology in formal education is a recurring challenge. The objective of this research was to understand how high school students represent human death. We had as subjects 115 students at a public school in the municipality of Rio de Janeiro. Data were collected through individual and anonymous questionnaires half open. The methodological approach for analysis and interpretation of the data was the collective subject discourse whose conceptual basis is the theory of social representations. The speeches showed that the subject of death is a matter of concern and is part of the daily lives of students, but the school was not mentioned as a learning space about. The data indicate that this subject should be included in educational high school strategies.

**Keywords:** Human death. High school. Social representations.

## INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino médio preconizam uma aproximação entre o desenvolvimento humano e o desenvolvimento das competências profissionais, em que tanto a dimensão de cidadania quanto a dimensão tecnológica sejam fruto do investimento educacional. O mesmo PCN lembra que a revolução tecnológica em curso, cria novas formas de socialização, processos de produção e, até mesmo, novas definições de identidade individual e coletiva, trazendo novos desafios à educação. Suas propostas visam exatamente fazer jus a essa nova realidade, rompendo com os modelos tradicionais e instaurando um modelo centrado na ideia da construção permanente da cidadania em função dos processos sociais que se modificam continuamente. Na perspectiva de cumprir o seu papel cultural, o currículo deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano no domínio da experiência subjetiva, visando a sua integração com a vida em sociedade e a atividade produtiva (BRASIL, 2000).

Coerentemente com tais parâmetros, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o ensino médio estabelecem como uma de suas bases a formação integral do estudante e a integração curricular entre as dimensões da cultura e da tecnologia, de modo que haja uma articulação entre as vivências e os saberes dos estudantes, capaz de contribuir para o desenvolvimento de suas identidades, condições cognitivas e socioafetivas (BRASIL, 2012). Considerando essas orientações, a presente pesquisa propõe um olhar para aspectos constituintes da identidade humana: a finitude e a morte. Por que contemplá-la devidamente nos currículos escolares do ensino médio?

Já foi observado que estudantes em escolas de ensino médio apresentam uma importante demanda de escuta e diálogo com relação ao tema da morte e que referências à morte como fenômeno natural coexistem com um referencial discursivo religioso (ALMEIDA; FALCÃO, 2007; 2009; ALMEIDA; RAMOS; FALCÃO, 2009; AQUINO et al., 2014; COELHO; FALCÃO, 2005; 2006). Pode-se observar ainda que, em diversos contextos sociais onde os estudantes estão inseridos, especialmente nas periferias das grandes cidades brasileiras, a mortalidade associada à falta de segurança e saúde públicas, bem como por diversas formas de violência, torna-se parte da sua vida cotidiana, suscitando demandas relevantes para o sistema educacional, como o papel da escola no apoio aos estudantes frente a essa dura realidade da vida, tanto no aspecto

intelectual quanto no aspecto emocional (ASSIS; DESLANDES; SANTOS, 2005; ASSIS; MARRIEL, 2010; KAPPEL et al., 2014).

Deve-se ressaltar que os estudantes do ensino médio encontram-se na adolescência, etapa fundamental do desenvolvimento humano. Trata-se de uma etapa crítica na constituição da identidade pessoal e que requer cuidados educacionais específicos. Com relação à morte, a adolescência favorece uma ressignificação de imagens, símbolos e afetos que a cercam bem como um reposicionamento diante dos limites da existência humana. Cognitivamente, os adolescentes já possuem condições para elaborar o caráter irreversível da morte assim como fazer uma reflexão crítica sobre as noções socialmente transmitidas sobre a morte. Do ponto de vista emocional, porém, os adolescentes sentem-se imortais e, em decorrência disso, podem se envolver em situações de risco de morte a fim de reafirmar a sua suposta imortalidade, como confrontos armados, sexo sem uso de preservativos e abuso de drogas (DOLTO, 1990; RODRIGUEZ; KOVÁCS, 2005).

Outro ponto fundamental a ser ressaltado é que a morte é um dos fenômenos constitutivos da experiência humana. A consciência da própria finitude é um dos atributos peculiares do ser humano e que determina a organização de seus modos de vida. Historicamente, no entanto, o local da morte deslocou-se da casa para o hospital, perdendo muito do seu caráter de familiaridade e tornando-se um fenômeno técnico, emocionalmente distante. Nas sociedades modernas, há o esforço de superar a morte por meio da tecnologia médica e, ao mesmo tempo, a tendência de apartar do convívio social os que estão morrendo (ARIÈS, 2003; ELIAS, 2001; MORIN, 1997). A morte tornou-se, assim, um dos maiores tabus contemporâneos. Não surpreende, portanto, que o tema esteja praticamente ausente dos currículos escolares do ensino médio.

No contexto de formação científico-profissional, há pesquisas nas áreas de saúde e assistência social tanto no Brasil quanto em outros países cujos resultados têm apontado para a importância de uma adequada abordagem da morte nos cursos de graduação (CARVALHO et al., 2006; LEE et al., 2008; NORDET; CABRERA; BIGNOTE, 2008). Entretanto, existem poucas pesquisas que investigam esse tema no contexto da formação científica no ensino de nível médio, não obstante sua pertinência também no campo de ensino de ciências. No caso da Biologia, por exemplo, a morte humana encontra espaço apropriado para ser pensada no ensino sobre o

ciclo de vida e morte dos seres vivos, bem como no ensino relativo à saúde (COELHO; FALCÃO, 2006). Já no caso da Sociologia e da Filosofia, o tema pode ser contemplado pelo viés da discussão de seus determinantes sociais, como a miséria, a violência e os acidentes causados pelo homem, assim como pelo viés dos seus significados simbólicos e valores éticos (BRASIL, 2000). Somam-se, assim, tanto as justificativas dos interesses dos estudantes pelo tema, quanto a necessidade de suprir uma importante lacuna curricular no ensino médio.

O ponto de vista desta pesquisa é que a abordagem do tema da morte humana no ensino médio é uma oportunidade para promover a integralidade da formação humana dos estudantes, ampliando o repertório conceitual dos alunos e estimulando o exercício da reflexão crítica ao confrontá-los com o tabu da morte. Embora seja inegável o crescimento da tecnologia na vida cotidiana, bem como os seus benefícios, sua relevância não deveria obscurecer os demais aspectos da vida humana, sobretudo aqueles que dizem respeito às condições essenciais do seu existir, como é o caso da sua finitude. Neste sentido, deve ser superada a tradicional dicotomia entre a área das humanidades e a área tecnológica, considerando que ambas se interpenetram e se influenciam reciprocamente, bem como buscam igualmente ampliar a capacidade humana para compreender e lidar com os fenômenos do mundo em que ele vive (ROSA, 2005).

## OBJETIVO E METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em uma escola pública da zona norte do município do Rio de Janeiro, inserida em uma comunidade de baixa renda, que cumpre as exigências para o ensino médio com relação ao projeto político-pedagógico, à infraestrutura material, ao currículo, à carga horária e ao corpo docente. Os sujeitos da pesquisa foram 115 alunos de três turmas do 3º ano do ensino médio, de mesmo perfil socioeconômico. A coleta de dados foi realizada no segundo semestre do ano de 2015.

O objetivo da pesquisa foi compreender como estudantes do ensino médio de uma escola da rede pública da zona norte do município do Rio de Janeiro representam a morte humana e como tais representações estariam associadas ao seu contexto social, particularmente com os grupos de sua pertença: família, amigos, escola e religião. Além disso, a pesquisa procurou compreender quais as representações dos es-

tudantes sobre as mortes dos jovens na sua cidade, bem como as justificativas e as possíveis soluções para a diminuição destas.

As representações sociais, de acordo com Moscovici (2010), são proposições que possibilitam a um grupo compreender e comunicar o que sabe sobre um tema, objeto ou fenômeno. Trata-se do universo consensual, que é o espaço próprio do senso comum, em contraste com o universo reificado, que é o espaço próprio das ciências. Por isso, o universo consensual é o espaço do conhecido e do familiar e o universo reificado é o do imparcial e do submisso. Os dois processos necessários para a produção de uma representação social são a ancoragem, que se refere à inclusão do estranho no universo consensual, e a objetivação, que busca transformar algo abstrato em algo quase concreto, transferindo o que está na mente em algo que exista no mundo físico.

Para a coleta de dados, foram distribuídos questionários individuais e anônimos. Além de perguntas sobre o perfil dos estudantes, foram feitas perguntas abertas e semiabertas diretamente relacionadas aos objetivos da pesquisa. Inicialmente foi feita uma pergunta aberta sobre que pensamentos e sentimentos os sujeitos tinham quando pensavam na morte. Depois foram feitas perguntas semiabertas sobre se os alunos haviam conversado ou aprendido algo sobre a morte com os seus familiares, com os seus amigos, na sua religião e na sua escola. Também foram feitas perguntas semiabertas sobre a percepção da quantidade de mortes entre jovens no Rio de Janeiro e sua justificativa. Por fim, a última pergunta aberta foi sobre o que deveria ser feito para diminuir o número de mortes entre jovens no Rio de Janeiro.

Para a análise e interpretação dos dados, propõe-se a abordagem metodológica do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), que se define como qualiquantitativa do tipo descritivo-analítico. Propõe-se organizar e tabular dados qualiquantitativos de natureza verbal, obtidos de depoimentos coletados em pesquisas empíricas, e expressar a representação social de um grupo sobre o tema pesquisado. O DSC é um discurso-síntese, redigido na primeira pessoa, composto pelas expressões-chave semelhantes dos depoimentos individuais. Cada conjunto das expressões-chave semelhantes é nomeado por uma ideia central que expressa o seu sentido básico. Os discursos coletivos na sua totalidade revelam a representação social do grupo em relação ao tema em foco. Postula-se teoricamente que todos os discursos pertencem a todos os com-

ponentes do grupo, mesmo variando a adesão a cada um deles em dado momento (LEFÈVRE; LEFÈVRE, 2003).

Para elaboração e organização dos discursos do sujeito coletivo, foram usadas as respostas das questões descritas acima. A visualização numérica da adesão às ideias centrais na forma de porcentagem é um apoio à interpretação. Da mesma forma, serão apresentadas as variáveis relativas ao perfil dos estudantes e as respostas dadas às perguntas fechadas.

## RESULTADOS

Quanto ao sexo e idade, foi encontrada praticamente a mesma proporção de ambos os sexos, tendo a grande maioria idade entre 16 e 18 anos. Quanto ao perfil religioso, a maioria do grupo declarou-se cristã (70%), sendo evangélicos e católicos na mesma proporção (35% cada um deles), seguidos dos que declararam não aderir a nenhuma religião (21%) e de adeptos de outras religiões (9%). Nenhum dos sujeitos se declarou ateu, embora parte dos “sem religião” tenha manifestado dúvidas sobre a existência de Deus (4%).

Todos os 115 estudantes responderam ao questionário. Com relação à pergunta “você já conversou ou aprendeu algo sobre a morte com os seus familiares?”, os estudantes ficaram praticamente divididos: 47% responderam “sim” enquanto 53% “não”. Já no caso da mesma pergunta feita com relação ao grupo de amigos, houve uma diminuição dos que já haviam conversado ou aprendido algo, tendo 39% respondido sim contra 61%. As respostas mostraram que a igreja foi o espaço social onde eles mais conversaram ou aprenderam sobre o tema: 67% sim e 33% não. O inverso apareceu com relação à escola: apenas 8,7% responderam ter conversado ou aprendido algo sobre a morte ao passo que 91,3% responderam nada ter conversado ou aprendido.

Os DSC serão apresentados a seguir de acordo com suas respectivas questões e ideias centrais com seus percentuais de adesão. Para todas as questões foram encontradas respostas não mutuamente excludentes, isto é, nelas foram identificadas mais de uma ideia central. Com relação à primeira questão, “Que pensamentos ou sentimentos você tem quando pensa na morte?”, foram encontradas 4 ideias centrais: “a morte traz sofrimento” (DSC 1), “a morte é uma passagem” (DSC 2), “a morte faz parte da vida” (DSC 3) e “tenho dúvidas sobre a morte” (DSC 4) como se segue abaixo.

### DSC 1 – A morte traz sofrimento (50,4%)

A morte é um assunto sempre doloroso, intenso. [...] Sinto tristeza, rancor, lamentação, angústia, medo, desespero, preocupação, remorso, solidão, amargura, abandono, vazio, pois aquela pessoa que amamos ou com quem temos uma proximidade não está mais entre nós. Sentimos a dor da perda, a saudade que aquela pessoa fará [...]. Dá um sentimento de culpa por não ter ficado muito com a pessoa [...]. Viver é muito bom, mas infelizmente todos temos que morrer. [...] Eu tenho medo por que sou muito jovem. [...] Eu só consigo pensar em como vai ser: não quero ter uma morte triste, dolorosa, trágica.[...] Por passar tanto tempo pra conquistar os meus objetivos... Aí vem o pensamento de que não levaremos nada daquilo que conquistamos... Desanima. [...] Confesso que quero adiar a morte ao máximo.

### DSC 2 – A morte é uma passagem (29,5%)

Eu penso na morte como uma passagem de uma vida para outra. [...] Essa vida é passageira e vai acabar porque iremos para a vida eterna no céu, onde há a verdade e a felicidade com Deus. [...] A alma da pessoa que faleceu vai para um lugar melhor. [...] Ao contrário de muitas pessoas que acham a morte algo ruim, eu fico feliz [...]. Mas também sinto medo e incerteza pois a morte é um desconhecido... Na verdade, não sei o que acontecerá com a minha alma quando a morte chegar. [...] Por isso, penso em me confessar antes de morrer... Para morrer sem pecados e ir para o céu. [...]. Enfim, sinto medo e esperança: medo de morrer e não encontrar o que desejo, e esperança de encontrar uma vida melhor após esta. [...] confesso que quero adiar a morte ao máximo [...].

### DSC 3 – A morte faz parte da vida (16,5%)

A morte faz parte da vida. Penso que é uma coisa natural, normal. Todos nós estamos propícios à morte. [...] Todo mundo um dia vai morrer, pois ninguém nasce pra semente. [...] A vida precisa passar: nascemos, crescemos, envelhecemos e também morremos. A

morte não é algo muito relevante, mas apenas uma consequência de viver. [...] Espero esse momento sem muita ansiedade, sem pensar muito nisso. Quando penso nisso, me dá mais vontade de curtir minha vida [...] como se fosse uma motivação para eu sempre estar feliz, porque um dia isso acaba. [...] A morte é a única certeza que temos.

#### **DSC 4 – Tenho dúvidas sobre a morte (13%)**

Quando penso na morte, me vem curiosidade: como seria a morte? Existe vida após a morte? O que deve acontecer? Não sei. Não há nada definido. [...] Às vezes tenho curiosidade pra saber o que realmente acontece ou não depois do fim da vida. Às vezes encaro a morte como algo sombrio e inevitável; outras vezes, a morte me parece reconfortante, um fim para a dor. [...] Talvez não seja ruim, que seja libertador, embora venha trazer dor a outras pessoas.

Com relação à segunda questão sobre a quantidade de mortes que ocorre entre jovens no Rio de Janeiro, a grande maioria dos estudantes considera que é “muito grande” (60%) ou “grande” (34,8%), contra os que consideram “normal” (4,3%) ou “pequena” (0,9%). Com relação aos discursos produzidos para justificar a quantidade de mortes, foram encontradas 7 ideias centrais: “o cotidiano é violento”, “o jovem é culpado”, “a causa é as drogas”, “a morte é imprevisível”, “os jovens são vítimas”, “o diabo é culpado” e “não há tantas mortes”.

#### **DSC 5 – O cotidiano é violento (46%)**

Todos os dias têm mortes de jovens inocentes e culpados. Muitos jovens são assassinados e casos são noticiados nos telejornais. A maior parte morre assassinada. [...]. O número de violência vem aumentando constantemente. A cada minuto uma pessoa morre. As estatísticas de mortes são maiores no estado do Rio, é muito grande. E a cidade vem se tornando cada dia mais perigosa. As mortes acontecem por brigas entre policiais e bandidos, estupro, dirigir alcoolizado, assaltos, sequestros, suicídio, racismo, discriminação, brigas, ciúmes, raiva, inveja... É nor-

mal: as pessoas procuram a sua morte ou matam por nada. Tem muita gente se matando por motivos banais, fúteis, por prazer. [...]

#### **DSC 6 – O jovem é culpado (30,4%)**

Muitos jovens procuram a sua própria morte. Os jovens são atraídos por coisas ruins, fazem coisas erradas e cometem crimes. Eles “não estão nem aí” e só querem se divertir: não se preocupam com o que é certo ou errado. Na verdade, gostam de correr risco e fazer coisas erradas. É pela sua irresponsabilidade, imprudência, inconsequência, falta de cuidado, falta de juízo e desobediência aos pais que fazem escolhas ruins e têm más companhias. [...] Querem se dar bem na vida indo por caminhos errados. Por isso, os jovens estão virando bandidos, envolvidos na violência. Buscam o crime como o caminho mais fácil para conseguir dinheiro e [...] estão matando uns aos outros.

#### **DSC 7 – A causa é as drogas (18,2%)**

A causa é o envolvimento com o mundo do tráfico e das drogas. Os jovens têm a cabeça muito fraca em relação ao uso de drogas. Usar drogas é diversão. Os próprios jovens procuram, bebendo e se drogando. Estão entrando para o tráfico e se entregando para as drogas.

#### **DSC 8 – A morte é imprevisível – (13,9%)**

A cada hora tem um jovem morrendo por coisas imprevisíveis. Acontecem coisas que não esperamos que aconteçam com a gente. As mortes naturais já são grandes e ainda ocorrem muitos tipos de acidentes [...]. Também ocorrem muitos tipos de doença, como doenças sexualmente transmissíveis. [...] Tão jovens... É assustador.

#### **DSC 9 – Os jovens são vítimas (9,5%)**

Os jovens estão muito expostos ao perigo. O sistema é falido. Não tem leis nem organização. Faltam segurança, educação e saúde públicas [...] oportunidades de trabalho [...], além de falta de oportunidades de curso. Prevalece a impunidade e a desigualdade social. A culpa é dos adultos também. Há irresponsabili-

dade e falta de incentivo dos pais.

#### **DSC 10 – O diabo é culpado (1,7%)**

A culpa é do diabo. Muitos jovens têm servido a Satanás.

#### **DSC 11 – Não há tantas mortes (1,7%)**

Os jovens de hoje têm mais cuidado. Outras cidades têm índices de violência maiores que o Rio.

Com relação à terceira questão, “Para você, é possível fazer alguma coisa para diminuir o número de mortes entre jovens no Rio?”, 72% dos estudantes assinalaram a alternativa “sim”, enquanto 28% assinalaram a alternativa “não”. A justificativa para esses posicionamentos produziu discursos com 7 ideias centrais: “a solução é reprimir a criminalidade”, “a solução é investir na área social”, “a solução é conversar com os jovens”, “a solução é valorizar a vida e o outro”, “a solução é obedecer a Deus” e “não há solução”.

#### **DSC 12 – A solução é diminuir a criminalidade (27,8%)**

A solução é as autoridades fazerem algo para evitar a violência e diminuir a criminalidade. Precisam melhorar e reforçar a segurança pública, com aumento da força policial. Tem que prender os criminosos e acabar com o tráfico, fazendo um combate mais agressivo. [...] Tem que haver justiça e punição: fazer leis e cumpri-las, dando fim ao “jeitinho brasileiro” e melhorando a lei contra os crimes cometidos. Isso inclui o fim da corrupção na polícia [...]. Só assim para o Rio se tornar um lugar tranquilo, sem tiroteios.

#### **DSC 13 – A solução é investir na área social (17,3%)**

A solução são projetos governamentais e sociais para resgatar os jovens e não deixar que se percam no tráfico. O governo deve priorizar e investir em programas educacionais, dando mais oportunidades aos jovens de obterem melhores condições de educação e ensino. [...] dar mais palestras sobre doenças sexualmente transmissíveis. [...] o governo deve melhorar a saúde, investir nos hospitais e na cura de algu-

mas doenças [...]. Por fim, é preciso haver mais assistência social e construir mais áreas de lazer.

#### **DSC 14 – A solução é conversar com os jovens (16,5%)**

A solução não depende do estado e do governo: depende muito de cada jovem fazer as escolhas certas e escolher o melhor caminho. [...] É preciso conversar com eles a respeito do que fazem, fazendo-os refletir sobre os seus atos na sociedade. [...] conscientizá-los a não cometerem infrações e serem violentos. [...] é preciso dar a eles mais alertas sobre os perigos do mundo e passar mais confiança. Assim os jovens vão sair da vida do crime, parar de se matar por motivos fúteis e se interessar mais por outras coisas.

#### **DSC 15 – A solução é valorizar a vida e o outro (9,5%)**

A solução é haver uma conscientização [...]. Nós temos que agir corretamente, não ficar brigando e xingando um ao outro. É preciso ensinar as pessoas a serem mais humanas e mais compassivas [...] deixar de julgar o comportamento das pessoas e tirar os preconceitos. Se cada um fizer o bem, tiver amor à própria vida e ao próximo, o ciclo da vida será o que deve ser: nascer, crescer, reproduzir e morrer. Enfim, é preciso conscientizar as pessoas sobre o valor da vida.

#### **DSC 16 – A solução é obedecer a Deus (6%)**

A solução é ouvir e obedecer a Deus. A ajuda da religião é fundamental. Se os jovens conhecessem a Jesus seriam mais prudentes [...]. Se eles vivessem segundo as ordens de Deus, o mundo não estaria do jeito que está. Deveriam ser feitas palestras [...] sobre como os jovens devem se portar e o que Jesus acha sobre o que eles fazem. Além, é claro, de muita oração. O que mais Satanás quer é a alma deles.

#### **DSC 17 – Não há solução (3,4%)**

O Brasil não tem salvação, pois continua do mesmo jeito de muito tempo atrás. O mundo está corrompido e

muito violento em qualquer lugar. Não adianta: cedo ou tarde a morte vai chegar para todos.

#### **DSC 18 – Não sei o que pensar e fazer (1,7%)**

Isto gera muita dúvida. O melhor é não sair de casa.

### **DISCUSSÃO DE RESULTADOS**

O dado que mais chama a atenção é o que se refere ao fato de pouquíssimos estudantes terem conversado ou aprendido algo sobre a morte na escola, especialmente se comparados com a igreja, o principal espaço de trocas interpessoais sobre o tema, superando também o grupo familiar e o de amigos. Observa-se que a religião é a principal referência popular sobre o tema da morte, onde não apenas este é objeto de atenção como de atividades educativas sistemáticas. Deve ser lembrado que a grande maioria desses estudantes é cristã e acredita em Deus, cuja expressão religiosa se pode ver nos DSC 2 (a morte é uma passagem), DSC 10 (o diabo é culpado) e DSC 16 (A solução é obedecer a Deus). Mas esse dado não aponta apenas para o lugar privilegiado da igreja nesta área, mas para o lugar quase inexistente da escola para troca de ideias e aprendizagem. Assim sendo, fica faltando o contraponto secular para a compreensão do fenômeno da morte em toda sua complexidade. Pode-se inferir nos discursos desses estudantes que, mais do que no espaço religioso, a escola reflete o tabu contemporâneo sobre a morte.

Percebe-se, pelo DSC 1 (a morte traz sofrimento), a necessidade de uma abordagem adequada do tema da morte em função do sofrimento que a ele está associado. Por um lado, esse sofrimento está relacionado à morte dos entes queridos; por outro lado, está relacionado ao medo da própria morte, seja pela possibilidade de esta ser dolorosa ou de esta ocorrer precocemente antes de se realizar um projeto de vida. Sem dúvida, o grupo expressa o seu apego à vida e, assim, a morte é percebida como algo que desmotiva a conquistar objetivos na vida e que tira o valor das realizações. Deve-se lembrar, aqui, que a adolescência é a etapa onde são elaborados os projetos de vida fundamentais, nos quais a vida escolar possui uma participação central. Quando os adolescentes em seus discursos expressam o seu temor à morte, eles expressam, dentre outras coisas, perderem algo que estão construindo junto com a escola, ou seja, o ser futuro. Vislumbra-se aí mais

um motivo para se tratar do assunto na escola. Pode-se considerar que o DSC 2 (a morte é uma passagem), discurso de ancoragem religiosa, expressa uma busca de possibilidade de superação do sofrimento expresso pelo DSC 1, além de uma tentativa de dar um sentido sobrenatural à morte. Neste caso, tanto ela é considerada positivamente, como uma passagem para uma vida melhor, como negativamente, como um destino incerto após a morte. Em todo caso, neste discurso não aparece o desejo de abreviar a vida. Observa-se, na verdade, demandas que desafiam a escola a dar a sua contribuição no sentido de discutir posicionamentos frente à realidade da finitude humana.

O DSC 3 (a morte faz parte da vida) representa uma percepção da morte como parte da vida. Não se observa aqui nenhuma expressão de sofrimento ou justificativa religiosa, mas apenas a constatação do seu caráter inevitável e da sua ligação necessária com o ciclo da vida de todo ser humano, o que evidencia a influência do ensino de ciências biológicas. O DSC 4 (tenho dúvidas sobre a morte) representa a morte como uma incógnita. Nesse caso, pensar sobre a morte não permite chegar a respostas fechadas, mas suscita questões, despertando curiosidade e inquietação intelectual. Tanto o DSC 3 quanto o DSC 4 apontam para um questionamento da visão predominantemente religiosa e a busca de outras possibilidades de significação e valoração da morte cuja ancoragem não seja religiosa. Percebe-se, nesses discursos, uma abertura cognitiva e emocional que pode ser explorada no contexto escolar em benefício dos estudantes.

Os discursos dos estudantes expressam grande preocupação com a quantidade de mortes de jovens no Rio de Janeiro, embora uma parte do grupo a tenha considerado normal, tal como se vê no DSC 9 (Não há tantas mortes). Percebe-se que se trata de uma preocupação de intenso valor pessoal, o que é compreensível, já que estão diretamente implicados nela. O DSC 5 (o cotidiano é violento) mostra a percepção de que a morte está estreitamente relacionada com a violência cotidiana no Rio de Janeiro em suas diversas formas, mas, como mostra o DSC 7 (a causa é as drogas), especialmente no que se refere ao tráfico e ao consumo de drogas, que é uma realidade premente na comunidade onde vivem os sujeitos da pesquisa. Trata-se de uma percepção de maior vulnerabilidade e risco de morte, tal como se encontra no DSC 8 (a morte é imprevisível). No DSC 6 (o jovem é culpado), os estudantes atribuem as causas da morte ao comportamento moral dos jovens, o que remete ao fato de os adolescentes, em sua potência de

vida, estarem particularmente dispostos a desafiar os seus próprios limites. Esse discurso aproxima o tema da morte ao da saúde, no sentido da preservação da vida, o que deve, indiscutivelmente, receber tratamento educacional. Já no DSC 9 (os jovens são vítimas), os estudantes atribuem as causas da morte, sobretudo, às omissões do estado, pela falta de investimentos sociais preventivos, mas também dos pais, pela falta de apoio e estímulo. A influência sobrenatural não foi descartada pelos estudantes como sendo a causa das mortes, como expressa o DSC 10 (O diabo é culpado). Pode-se constatar, nos discursos, a falta de elementos próprios da educação escolar que possam contribuir para uma reflexão mais crítica e abrangente sobre o tema, como conteúdos relacionados à saúde, ao exercício da cidadania, à ética e aos determinantes sociais da morte no contexto urbano.

Toda essa preocupação é acompanhada pela expectativa positiva de que é possível intervir, tal como expressam os discursos de maior adesão, ainda que coexista um discurso de descrença, tal como aparece no DSC 17 (não há solução), e outro de perplexidade, tal como no DSC 18 (não sei o que pensar e fazer). Em geral, as soluções propostas apontam para intervenções do poder público, embora, no caso do DSC 12 (a solução é diminuir a criminalidade), o foco seja a repressão da criminalidade e, no caso do DSC 13 (a solução é investir na área social), o investimento em áreas sociais consideradas carentes e em oportunidades para os jovens. Observa-se que os estudantes sentem falta da presença do Estado no seu entorno e a relaciona com a quantidade elevada de mortes entre jovens. A educação é destacada como uma prioridade, aparecendo demandas específicas relacionadas à ética e às doenças sexualmente transmissíveis, dois temas cuja reflexão sobre as relações interpessoais é fundamental. Esse aspecto é explicitado e expandido nos DSC 14 (a solução é conversar com os jovens) e 15 (a solução é valorizar a vida e o outro): ambos os discursos mostram a importância dos espaços de troca como facilitadores da reflexão sobre o tema da morte, sejam trocas intelectuais ou afetivas. É de se questionar por que a escola não tem sido esse espaço, uma vez que, dentre os seus objetivos, encontra-se a formação integral do ser humano. Constata-se, em quase todos os discursos, o predomínio de um tom prescritivo sobre as condutas consideradas corretas para evitar a morte baseada na ideia da obediência, cuja expressão maior é de natureza religiosa, tal como se encontra no DSC 16 (a solução é obedecer a Deus). Como pode ser visto nesses dis-

cursos, a busca de referenciais durante o processo de amadurecimento pessoal provoca a escola a oferecer linhas de ação adequadas dentro do seu projeto político-pedagógico.

## CONCLUSÃO

A totalidade dos discursos dos estudantes mostra que o tema da morte humana não só é objeto de preocupação deles, mas também faz parte do seu cotidiano. Também sugere uma demanda de intervenções do poder público no sentido de lhes garantir proteção à vida e condições de pleno desenvolvimento humano, sendo a promoção de atividades educativas uma parte considerada essencial. Além disso, destaca a importância dos espaços de troca para que seja possível a expressão e a construção de sentidos sobre a morte. Por outro lado, os estudantes deixam muito claro em suas respostas que a escola não é percebida como um lugar que acolhe ou estimula a reflexão sobre o tema da morte. Os dados apontam, portanto, para a necessidade de mudanças na relação da escola quanto a esse tema, o que implica a superação do tabu contemporâneo em torno dele.

Cabe ressaltar que o PCN e o DCN para o ensino médio, mesmo sem fazerem uma referência explícita ao tema da morte, justificam indubitavelmente a sua abordagem em virtude de suas orientações básicas, tal como apresentados no início deste trabalho. Tanto o desenvolvimento das competências no trato com as questões tecnológicas, que preparam os estudantes para o exercício de uma profissão, quanto as competências no trato com as questões humanas, que os preparam para o exercício das relações consigo mesmo e com os outros, devem ser uma realidade no ensino médio. Os dados apresentados neste trabalho apoiam a ideia de que a inclusão do tema da morte no currículo, bem como a elaboração de estratégias educativas para a sua abordagem, é não apenas pertinente como também necessária.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. F.; FALCÃO, E. B. M. Cultura, morte e representações de jovens: um estudo em 4 escolas. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, número extra, p. 3.580-3.585, 2009.
- ALMEIDA, L. F.; FALCÃO, E. B. M. Representação social dos estudantes do ensino médio acerca da mortalidade entre jovens e as perspectivas de intervenção na escola. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2007, Florianópolis. *Anais do VI ENPEC*, 2007.
- ALMEIDA, L. F.; RAMOS, I. N. B.; FALCÃO, E. B. M. O ensino da morte humana no contexto das aulas de Biologia. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2009, Florianópolis. *Anais do VII ENPEC*, 2009.
- AQUINO, T. A. A. et al. Falando da morte e da finitude no ambiente escolar: um estudo à luz do sentido da vida. *Psic. cien. prof.*, Brasília, v. 4, n. 2, abr./jun. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-98932014000200004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98932014000200004)>. Acesso em: 1 out. 2016.
- ARIËS, P. *A história da morte no ocidente*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003.
- ASSIS, S. G.; MARRIEL, N. S. M. Reflexões sobre violência e suas manifestações na escola. In: ASSIS, S.G.; CONSTANTINO, P.; AVANCI, J.Q. (Orgs.). *Impactos da violência na escola: um diálogo com professores*. [On-line]. Rio de Janeiro: Ministério da Educação/ Editora FIOCRUZ, 2010. p. 41-63. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/szy5t/pdf/assis-9788575413302-03.pdf>>. Acesso em: 1 out. 2016.
- ASSIS, S. G.; DESLANDES, S. F.; SANTOS, N. C. Violência na adolescência: sementes e frutos de uma semente desigual. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Impacto da violência na saúde dos brasileiros*. Brasília: Ministério da Saúde, p. 79-115, 2005. Disponível em: <<https://www.nescon.medicina.ufmg.br/biblioteca/imagem/0199.pdf>>. Acesso em: 1 out. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. *Resolução nº 2, de 30 de janeiro de 2012*. Define diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio. Disponível em: <[http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/resolucao\\_ceb\\_002\\_30012012.pdf](http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/resolucao_ceb_002_30012012.pdf)>. Acesso em: 1 out. 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais (ensino médio)*. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14\\_24.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf)>. Acesso em: 1 out. 2016.
- CARVALHO, L. S. et al. Perception of death and dying of the nursing studies. A quality study. *Online Brazilian Journal of Nursing*, v. 5, n. 8, 2006. Disponível em: <<http://www.objnursing.uff.br/index.php/nursing/article/view/507/116>>. Acesso em: 1 out. 2016.
- COELHO, F. J. F.; FALCÃO, E. B. M. Ensino científico e representações sociais de morte humana. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 39, p. 1, 2006.
- COELHO, F. J. F.; FALCÃO, E. B. M. Ensino de ciências e representações sociais de morte humana. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005, Bauru. *Anais do V ENPEC*, 2005.
- DOLTO, F. *A causa dos adolescentes*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.
- ELIAS, N. *A solidão dos moribundos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editores, 2001.
- KAPPEL, V. B. et al. Enfrentamento da violência no contexto escolar na perspectiva dos diferentes atores. *Interface (Botucatu)*, Botucatu, v. 18, n. 51, p. 723-735, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-32832014000400723&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-32832014000400723&script=sci_abstract)>. Acesso em: 1 out. 2016.
- LEFÈVRE, F.; LEFÈVRE, A. M. C. *O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa (desdobramentos)*. Ed. rev. e ampl. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2003.
- LEE, H. G. et al. The perception of good death among human service studies in South Korea: A Q-Methodological Approach. *Taylor & Francis OnLine*, v. 32, n. 9, p. 870-890, 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07481180802359797>>. Acesso em: 1 out. 2016.
- MORIN, E. *O homem e a morte*. Rio de Janeiro: Imago, 1997.
- MOSCOVICI, S. *Representações sociais: investigações em psicologia social*. Petrópolis: Vozes, 2010.
- NORDET, M. C. A.; CABRERA, J. J. R.; BIGNOTE, M. S. L. Percepción de muerte y felicidad em estudiantes de Licenciatura em Enfermería. *Rev. Cubana de Enfermer.*, Ciudad de La Habana, v. 24, n. 2, abr./jun. 2008. Disponível em: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192008000200003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192008000200003)>. Acesso em: 1 out. 2016.
- RODRIGUEZ, C. F.; KOVÁCS, M. J. Falando de morte com o adolescente. *Estudos e Pesquisas em Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 127-143, jan./jun., 2005. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revispsi/article/view/11161/8861>>. Acesso em: 1 out. 2016.
- ROSA, L. P. *Tecnociências e humanidades: novos paradigmas, velhas questões*. V.1. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2005.

## DADOS DOS AUTORES

**Anderson Nunes Pinto** ([andernup@gmail.com](mailto:andernup@gmail.com)), psicólogo da UFRJ, mestre em Educação em Ciências e Saúde pelo NUTES/UFRJ, doutorando em Educação em Ciências e Saúde pelo NUTES/UFRJ.

**Eliane Brígida Morais Falcão** ([elianebrigida@uol.com.br](mailto:elianebrigida@uol.com.br)), professora associada da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e pesquisadora do CNPq. Atualmente, desenvolve suas atividades docentes e de pesquisa no Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde (NUTES/UFRJ) e no OLE (Observatório da Laicidade do Estado/UFRJ). Doutora pela Coppe/UFRJ e pós-doutora pela Universidade de Cambridge (Reino Unido).

## COMPORTAMENTO DE PROFESSORES E ALUNOS DURANTE VISITAS ESCOLARES AO MUSEU NACIONAL

Carina Costa dos Santos

Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira

**RESUMO:** O objetivo desse artigo é analisar as visitas escolares ao Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) com relação ao comportamento de professores e alunos. Como referenciais teóricos, foram consideradas as estratégias facilitadoras da aprendizagem museal descritas por Griffin (1998) e a análise comportamental dos professores realizada por Tal (2001). A metodologia empregou entrevistas semiestruturadas, observações não participantes e questionários. Os resultados obtidos revelaram que, embora reconhecendo a importância dos espaços não formais de educação, os professores, seja por deficiência na formação inicial, seja por dificuldades na logística para a preparação das visitas, não adotam as práticas específicas facilitadoras da aprendizagem desse campo educacional.

**Palavras-chave:** Comportamento do professor. Visitas escolares. Museu Nacional.

**ABSTRACT:** The propose of the paper is to analyze the school visits to National Museum of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). It is investigated the behavior of the teachers accompanying visitors groups. As theoretical references were considered facilitating strategies of museum learning described by Griffin (1998) and behavioral analysis of teachers conducted by Tal (2001). Semi-structured interviews, observations and questionnaires nonparticipants were employed. The results revealed that, while recognizing the importance of informal settings of education, teachers, either by disability in the initial training or difficulties in logistics for the preparation of visits, do not adopt the specific practices of this educational field.

**Keywords:** Behavior of teachers. Scholar visits. National Museum.

## INTRODUÇÃO

O desinteresse dos estudantes com relação à química ou às ciências naturais em geral é assunto recorrente na maioria das rodas de conversas de professores. Aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que deveriam aprender. As dificuldades enfrentadas pelos alunos, possivelmente responsáveis pelo referido desinteresse, são de naturezas diversas, passando por lacunas conceituais, ausência de estratégias de raciocínio e solução de problemas de cunho científico e desvinculação da realidade vivenciada pelo discente (POZO; CRESPO, 2009).

Fourez (2003) aponta que o ensino de ciências deve permitir que os alunos compreendam sua importância dentro de um contexto histórico. Na mesma linha de argumentação, Chassot (2003) admite que não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados com relação aos aspectos sociais e pessoais dos estudantes.

A metodologia que utiliza Espaços Não Formais (ENF) de educação, tais como museus e Centros de Ciências, apresenta-se como uma alternativa potencialmente motivadora, capaz de aguçar a curiosidade e o interesse dos alunos pelas ciências. Temas contextualizados ligados à história, às artes, à cultura, à cidadania e à tecnologia podem ser trabalhados de forma lúdica, proporcionando, para além da aprendizagem de conceitos, importantes ganhos afetivos e comportamentais (KING; GLACKIN, 2010). Trabalhos relatados na literatura desenvolvidos a partir de visitas escolares a museus (OLIVEIRA et al., 2014) ou centros de divulgação científica (OLIVEIRA; MARCONSIN, 2014) constatarem ganhos afetivos e cognitivos por parte dos estudantes da educação básica.

No entanto, ao se considerar a realidade brasileira, uma série de dificuldades de ordem prática surge para o professor que procura organizar uma agenda de visitas a um museu. A falta de apoio e o aspecto logístico podem se tornar estressantes e desestimulantes para o professor. Tarefas como o agendamento junto à escola e ao museu, o transporte e o lanche para os alunos, a substituição por outro professor na escola, o termo de permissão do responsável, a responsabilidade sobre a segurança e o comportamento dos alunos. Vencidas todas essas etapas de ordem prática, o professor se depara com aquela que talvez seja a sua principal dificuldade: o de-

spreparo ou mesmo o desconhecimento do que diz respeito às metodologias e especificidades da aprendizagem em espaços museais. De fato, segundo Monteiro et al. (2016, p. 9):

Em nossa revisão da literatura dos últimos 10 anos, não foi possível encontrar registros de exemplos da incorporação da educação em espaços não formais no âmbito da formação inicial de professores, especialmente nos programas de licenciamento inicial de professores no Brasil.

Diante dessa realidade e sem o preparo para lidar com as especificidades da educação em ENF, o que acontece com frequência é uma “adaptação” por parte do professor da didática desenvolvida para uma aula formal ao contexto não formal. Essa prática constitui o que Lopes (1991) chamou de “escolarização” do museu.

Neste trabalho, foram investigadas três visitas escolares ao Museu Nacional, no Rio de Janeiro/RJ. Os principais objetivos foram avaliar a dinâmica da visita e o comportamento dos alunos e dos professores que acompanhavam a turma.

## O MUSEU NACIONAL

O antigo Museu Real do Rio de Janeiro foi criado por D. João VI em 1818, tornando-se a primeira instituição brasileira dedicada à história natural onde antes existia a “Casa de História Natural”. De acordo com Marandino (2009), a criação da instituição estreitou as relações entre Brasil e Portugal, tornando-se uma atividade costumeira enviar a Portugal produtos brasileiros oriundos da fauna e da flora, além de minerais e artefatos indígenas.

No Brasil imperial, o novo museu era símbolo de urbanismo, civilização e progresso. Sua conformação original foi inspirada nos museus europeus, em especial o Muséum National d’Histoire Naturelle de Paris. Desde a sua inauguração, possuía a peculiaridade de ser uma instituição aberta ao público, oferecendo cursos e palestras populares (VALENTE et al., 2005).

Em 1892, já denominado Museu Nacional, foi transferido para o antigo Palácio Imperial, no Paço de São Cristóvão. Em 1946, o Museu Nacional foi incorporado à UFRJ e, atualmente, a instituição é considerada o maior museu de História Natural da América Latina. Seu acervo atual é composto de exposições públicas, permanentes e temporárias que abrigam coleções das áreas de Biologia, História, Antropologia e Paleontologia e que constituem a maior par-

te da memória nacional no campo da História Natural. O Museu Nacional permanece prestando serviços como um centro de atividades culturais, científicas e de formação de pessoal.

Oliveira et al. (2014) realizaram uma descrição detalhada do acervo do Museu Nacional, relacionando-o com aspectos artísticos, históricos e culturais, bem como com os possíveis conteúdos químicos a serem trabalhados durante visitas escolares.

## MUSEUS COMO ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO

Vários autores nacionais e estrangeiros reconhecem um museu de ciências como um dos principais ENF para a produção e o aperfeiçoamento do conhecimento (GRIFFIN, 2004; KRAPAS; REBELLO, 2001; MARANDINO, 2003; 2009; TAYLOR, 2008). No entanto, a aprendizagem que neles se desenvolve possui particularidades que a distinguem da aprendizagem num ambiente formal (BIZERRA, 2009). Segundo Oliveira et al. (2014, p. 474):

Para grupos escolares, é de suma importância para um efetivo trabalho de mediação visando objetivos educacionais que as especificidades da aprendizagem nesses ambientes sejam consideradas na elaboração do roteiro das visitas. Habitualmente tratadas pelos alunos como “passeios”, o que já permite uma descontração que não faz parte do ambiente escolar, a dinâmica dessas visitas a museus deve se situar entre o rigor de uma aula formal (onde as variáveis tempo e espaço são mais rígidas) e um passeio meramente contemplativo sem qualquer compromisso com conteúdos ou com alguma forma de avaliação.

No ambiente museal, é comum a ideia de que a aprendizagem relaciona-se a aspectos afetivos, motores, lúdicos e sociais e seja influenciada pela percepção, consciência, emoção e memória do visitante (FALCÃO et al., 2003).

Dessa forma, para que visitas de grupos escolares alcancem as metas educacionais esperadas, diversos programas desenvolveram estratégias que aproximam os objetivos educacionais com relação aos ambientes museal e escolar. Um deles é o School-Museum Integrated Learning Experiences in Science (SMILES) descrito por Griffin (1998). O programa apresenta uma abordagem holística do fenômeno da aprendizagem e descreve a complexidade dos fatores envolvidos como um coletivo indissociável, um processo dinâmico ao longo do tempo. São apresentadas características que devem ser observadas em qualquer trabalho que

visar bons resultados numa visita guiada: participação dos estudantes na escolha de locais e temas; grupos pequenos com certa autonomia de trabalho; oportunidade para descanso físico e mental durante a visita; escolha de atividades complementares às atividades desenvolvidas no museu; possibilidade de compartilhamento das experiências vivenciadas através da promoção de atividades como seminários, oficinas, workshops etc.

Entre os diferentes atores que compõem o cenário de uma visita escolar a um museu – estudantes, professores e profissionais do museu –, é o professor o elo principal, conhecedor de seus alunos e dos conteúdos trabalhados em sala de aula. Embora não seja essencial a conexão imediata entre as exposições e os conteúdos escolares, tal conexão, se possível, constitui um aspecto facilitador do trabalho docente (GRIFFIN, 1998).

O comportamento dos professores que acompanharam as turmas visitantes a um centro de ciências em Israel foi investigado por Tal (2001) e Tal e Steiner (2006). Tal (2001) classificou, após um estudo piloto com 30 visitas, o comportamento do professor como participativo (PAR), disciplinador (DIS) ou passivo (PAS). O professor PAR foi identificado como aquele que planeja as visitas, está ativamente envolvido, faz perguntas, solicita explicações ao guia, sugere ideias, ajuda os alunos nas atividades e procura ligações com o currículo escolar. O professor DIS apresenta um comportamento tradicional, fazendo o seu melhor para manter os alunos na tarefa e fornece ajuda administrativa. Ele se preocupa principalmente com a disciplina. O professor PAS enfatiza o fato de que a visita não é sua responsabilidade. Esse professor está muitas vezes focado em atividades irrelevantes à visita ou sequer acompanha a turma.

Após o estudo piloto, Tal e Steiner (2006) investigaram o comportamento de 102 professores considerando as percepções dos profissionais museais, observações dos pesquisadores e a autopercepção dos professores. Segundo as observações obtidas, 21,5% dos professores apresentaram comportamento PAS, 57% o comportamento DIS e 21,5% o comportamento PAR.

## METODOLOGIA

Esse trabalho investiga as visitas escolares ao Museu Nacional e o comportamento dos professores que acompanham a turma visitante. As especificidades da educação não formal (GRIFFIN, 1998), bem como o comportamento dos professores (TAL, 2001) são comparados e avaliados segundo esses referenciais da literatura.

A metodologia empregada envolveu entrevistas semiestruturadas, observações não participantes e questionários. Foram acompanhadas três visitas entre março e junho de 2016, sendo a primeira com 60 alunos do 2o ano, a segunda com 17 alunos do 1o ano, ambos do ensino médio, e a terceira com 42 alunos do 9o ano do ensino fundamental.

Na chegada da turma ao museu, a pesquisadora se apresenta ao professor responsável, solicitando sua participação na pesquisa e autorização para acompanhar a visita. O docente é esclarecido de que sua participação se dá através da entrevista e da resposta ao questionário e toma ciência também de que não será identificado em nenhuma etapa da pesquisa.

Na entrevista inicial, os docentes respondem a questões que visam conhecer sobre o tempo de atuação na carreira, as escolas onde trabalham e as disciplinas que lecionam. Deseja-se conhecer também se a visita é uma prática comum da escola, se houve alguma preparação prévia e se haverá algum trabalho pós-visita.

O acompanhamento das visitas segue metodologia descrita como observação não participante, em que a pesquisadora se ocupa de registrar, na forma de um “diário de bordo”, o desenvolvimento da visita e o comportamento do professor.

Após a visita, o professor é convidado a responder um questionário em escala de Likert de 4 níveis com 8 assertivas, em que o docente deve manifestar sua opinião sobre como foi sua participação na visita/mediação. Nesse tipo de questionário, o entrevistado deve atribuir um valor entre 1 e 4 às assertivas em que 1 significa “discordo totalmente”, 2 significa “discordo em parte”, 3 significa “concordo em parte” e 4 significa “concordo totalmente”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Registros da visita 1:

Essa visita foi realizada com 60 alunos de duas turmas do 2o ano do Ensino Médio de um colégio particular da capital fluminense. Acompanhando a visita, estavam presentes quatro professores, que se dividiram entre as duas turmas.

O museu dispunha de uma mediadora que, por conta do número de alunos, preferiu

dividi-los em dois grupos e, como esta se encontrava sozinha no momento, houve a necessidade de os professores assumirem a mediação de uma parte do grupo. Desse modo, a mediadora iniciou seu trabalho com um grupo de alunos no primeiro andar do museu, enquanto o outro grupo subiu ao segundo andar acompanhado de dois dos quatro professores presentes.

No primeiro andar, a mediadora iniciou com o grupo no salão dos meteoritos. Acompanhava a visita o professor de Biologia (P1), que aparentava bastante conhecimento sobre o acervo do museu e que, em muitos momentos, completava a fala da mediadora e chamava atenção dos alunos para curiosidades sobre a descoberta dos meteoritos. Em muitos momentos, esse professor assumiu a mediação, pois buscava trazer elementos que faziam parte do currículo de Biologia e que se observava não serem do domínio da mediadora.

Junto a esse grupo também estava o professor de Matemática (P2) que, na entrevista inicial, revelou não ser professor efetivo das turmas que acompanhava. Esse professor, no início, parecia possuir bastante conhecimento sobre elementos de Biologia e Química. Na sala dos meteoritos, ele conversava com os alunos sobre composição química dos meteoros, chamava a atenção de alguns grupos isolados que se aproximavam dele para alguns painéis da exposição. Ele não tinha muito domínio de grupo, talvez pelo fato de não conhecer os alunos.

Esse grupo passou pelo primeiro andar, visitando as exposições de meteoritos, e depois a exposição “Revolução das plantas”, sempre acompanhado de P1. Devido ao grande número de indivíduos, era difícil mantê-los juntos em torno de P1 ou da mediadora. Os alunos, por muitas vezes, se dispersavam. Em um momento, o docente pediu para que o grupo observasse na exposição elementos que mais chamavam a atenção deles. Alguns alunos atendiam ao pedido do professor, mas muitos ficaram sentados demonstrando desinteresse pela visita.

No salão da exposição “Revolução das plantas”, P2 não se pronunciou. Ele estava visitando a exposição como um visitante esporádico, estava curioso pela exposição, chamava a mediadora para pedir explicação, no entanto pouco interagiu com a turma. Esse grupo ficou cerca de 40 minutos no primeiro andar, então subiu para se juntar ao restante dos alunos.

No segundo andar, o grupo se juntou aos que estavam com o professor de Sociologia (P3) e a professora de Filosofia (P4). O grupo que já estava no segundo andar já tinha visitado o salão do Egito Antigo e estava no salão dos indígenas no Brasil. Quem fazia a mediação desse segundo grupo era P3. Ele também aparentava conhecer bem as exposições do museu. Esse grupo estava mais concentrado na mediação que o primeiro grupo.

A professora de Filosofia (P4), que também acompanhava esse grupo, em poucos momentos tomava a palavra da mediação. Ela se mostrou mais participativa na exposição que tratava sobre Antropologia e também no salão dos indígenas.

Então, os dois grupos se juntaram com o P1 e, junto com a mediadora do museu, passaram pela exposição de Paleontologia. Nesse momento, alguns alunos já estavam deitados pelo chão do museu, conversando bastante, e P1 parecia incomodado com a situação.

A mediadora do museu precisou se ausentar, pois a exposição estava se prolongando e já tinha passado o seu horário. Os alunos ficaram muito tempo na exposição de Paleontologia. Por fim, o grupo retornou ao salão do Egito Antigo, pois o primeiro grupo não havia passado por ele, o que prejudicou a passagem do segundo grupo pelo primeiro andar. No final da visita, que durou aproximadamente 4 horas, estavam todos visivelmente esgotados.

### **Análise da visita 1:**

A visita 1 transcorreu com 60 alunos acompanhados de 4 professores e 1 mediadora do museu. O grupo foi dividido, inicialmente, em dois, ficando a mediadora e uma professora com 30 alunos e 3 professores com os outros 30 alunos. Primeiramente, as observações foram feitas junto ao grupo onde se encontrava a mediadora do museu. Esse número de indivíduos em cada grupo dificultou para P1 ou a mediadora manter a atenção de todos. Um procedimento que poderia ter sido adotado seria a divisão dos alunos pelos 5 possíveis mediadores, o que resultaria em 4 grupos de 15 alunos. Na literatura, GRIFFIN (1998) recomenda grupos pequenos de alunos, facilitando o trabalho da mediação.

As observações revelaram também que não houve uma preparação prévia dos profes-

sores para a mediação. Não havia uniformidade entre os professores, sendo ainda que um deles (P2) nem sequer era professor dos alunos visitantes. Para P2, não seria possível qualquer trabalho pré ou pós-visita com os alunos. P1 apresentou-se com bastante desenvoltura, enquanto P3 e P4 preferiram compartilhar a mediação com a mediadora do museu em função dos ambientes visitados. Bizerra et al. (2008) enfatizam a importância da preparação dos mediadores numa visita guiada.

Os alunos foram comunicados de que ocorreria a visita sem, no entanto, ser passada qualquer informação sobre o espaço a ser visitado. Esse procedimento pode gerar uma situação entre os visitantes conhecida como “efeito surpresa”, dispersando a atenção da turma quanto à mediação (WOLLINSKI et al., 2011). Os professores afirmaram que haveria uma atividade pós-visita a ser desenvolvida na escola, no entanto, não foi elaborada qualquer atividade durante a visita que pudesse se relacionar com a atividade pós-visita. A importância de atividades pré e pós-visita também é mencionada na literatura (ANDERSON, et al., 2000; ESHACH, 2007).

De modo geral, o conjunto de professores que atuou na visita 1 mostrou-se empenhado em realizar um bom trabalho com seus alunos, porém o desconhecimento de algumas especificidades do trabalho educativo num ENF impediu o melhor aproveitamento da visita como um momento diferenciado de aprendizagem.

### **Registros da visita 2:**

Essa visita foi realizada com 17 alunos de uma turma de 1o ano do ensino médio de um colégio particular bilíngue da capital fluminense. Acompanhando a visita, estavam presentes quatro professores – uma professora de Biologia (P5), um de Matemática (P6), um professor de História (P7) e uma professora de Inglês (P8) – além da coordenadora da escola.

Na chegada do grupo, não havia nenhum mediador do museu disponível. Então, os professores se organizaram para fazer a mediação. Foram passadas algumas instruções gerais relativas ao comportamento durante a visita e foram distribuídos aleatoriamente alguns aparelhos do tipo tablets para registro dos alunos.

Os alunos iniciaram a visita no primeiro andar, acompanhados da professora de Biolo-

gia (P5), que também lecionava Química, e da professora de Matemática (P6), que também lecionava Física. Então o grupo iniciou a visita no salão dos meteoritos, onde P5 assumiu toda a fala na mediação, enquanto P6 ficava segurando algumas bolsas dos alunos para que estes pudessem fotografar.

Enquanto as professoras acompanhavam o grupo na mediação, o professor de História (P7), junto com a coordenadora, ficavam afastados conversando sobre como ocorreria a dinâmica no segundo andar. P7, em nenhum momento, interferiu na mediação no primeiro andar, provavelmente pelo fato de as exposições possuírem uma abordagem cuja temática voltava-se principalmente para a Biologia. Já a professora de Inglês (P8) a todo instante procurava traduzir a fala de quem mediava.

P5 revelou já ter trabalhado como bolsista de iniciação científica do museu e parecia ter bastante domínio da exposição. Durante a explicação, alguns alunos estavam interessados e faziam perguntas, porém a maioria encontrava-se dispersa. Nesse primeiro ambiente, após a fala de P5, os alunos eram liberados para fotografar, na exposição, os pontos que mais chamaram sua atenção. Nesse momento, os alunos ficavam fotografando tudo, sem qualquer critério ou orientação do que deveriam registrar.

Depois os alunos passaram para a exposição "Revolução das plantas" e foram acompanhando a mediação e fotografando, enquanto a P5 ia dando explicações. A coordenadora também acompanhava a visita e, em alguns momentos, interrompia a fala de P5 para fotografar.

Então o grupo seguiu para o segundo andar e, nessa parte, eles receberam a mediação do professor de História (P7), exceto no salão de Botânica, onde a fala foi de P5. P7 mediou as exposições de Antropologia, Egito Antigo e o salão dos indígenas no Brasil. Ele também aparentava ter domínio do conteúdo abordado no acervo do museu.

Quase ao final da visita, chegou um mediador do museu, que auxiliou P7 na parte final da visita. O grupo não passou pela exposição de Paleontologia porque não deu tempo. A visita durou cerca de 2 horas. P7 e P8 propuseram a gravação de um vídeo onde os alunos deveriam elaborar um material explicando o que mais lhes chamou a atenção na visita.

## **Análise da visita 2:**

Muitas das considerações feitas referentes à visita 1 podem ser reafirmadas na visita 2. Da mesma forma que na visita 1, o grupo total de alunos poderia ser dividido em grupos menores, já que havia 5 possíveis mediadores acompanhando a turma.

Exceto para a professora P5 (pelo fato de já conhecer o acervo do museu), não houve preparação prévia para a mediação. Não havia uma uniformidade entre as atividades propostas: P7 afirmou que pediu aos alunos que fizessem uma pesquisa sobre o Museu Nacional, enquanto os demais professores não solicitaram qualquer atividade prévia.

Logo no início da visita, foi observado que, entre os 17 alunos do grupo, somente aqueles 4 ou 5 que acompanhavam de perto a mediação efetivamente estavam atentos à professora, os demais estavam dispersos. Esse é um efeito comum em visitas escolares com um grupo grande de alunos. Esse efeito poderia ser minimizado com grupos menores e atribuindo atividades aos alunos durante a visita.

A situação se agravou no segundo ambiente visitado, quando, durante a mediação, os alunos conversavam e fotografavam aleatoriamente. Ao interromper a mediação para tirar fotografias do grupo, a coordenadora da escola revela uma preocupação maior em registrar a visita do que com a própria mediação.

No segundo andar do museu, o professor de História (P7) assume a mediação nas exposições sobre Antropologia, Egito Antigo e Indígenas. P7 atua com desenvoltura e parece conhecer bem o acervo das exposições. No salão de Botânica, P5 reassume a mediação, enquanto os demais professores e a coordenadora se comportam como visitantes esporádicos do museu.

A atividade proposta pela professora de inglês, de os alunos gravarem um vídeo, pode servir como um reforço, principalmente se o vídeo puder ser assistido por todos e comentado, num momento posterior na escola. Além dessa atividade, os professores afirmaram que os alunos deverão desenvolver projetos na escola com cada professor presente na atividade. Para Wollinski et al. (2011), as atividades pós-visita podem efetivamente atuar como um reforço do aprendizado.

### Registros da visita 3:

Essa visita foi realizada por uma turma de 9o ano de uma escola municipal de Duque de Caxias com 42 alunos acompanhados por três professoras efetivas da turma: P9, professora de História; P10, professora de Português e P11, professora de Inglês. O professor responsável pelo agendamento, que ministra a disciplina de Ciências não pôde comparecer à visita. Como esta ocorreu em um sábado, não havia mediadores disponíveis no museu, então o responsável pelo setor educativo conversou inicialmente com o grupo passando instruções básicas sobre as regras do museu e o que eles encontrariam no espaço.

A professora P9 relatou, na entrevista inicial, que já fazia mais de 10 anos que não visitava o Museu Nacional e que, por conta da ausência do professor responsável, ela estava cuidando da parte de organização, porém apresentava dificuldade de interagir com os alunos dentro de uma mediação, até mesmo pela agitação do grupo. A docente explicou ainda que essa visita estaria agendada para o mês de julho, mas, por conta de uma possível greve docente no município, eles decidiram adiantar o calendário e, por esse motivo, não houve uma preparação prévia para a atividade. Ainda no mesmo dia, os alunos visitariam o Forte do Leme.

P10 estava acompanhada de seu filho e relatou que não conhecia o Museu Nacional e que estava presente só para acompanhar a visita. Essa professora possuía bastante empatia com os alunos, a maioria deles a seguia, tirava fotos com ela, mas ela não intervinha em nenhum tipo de explicação. P11 pouco interagiu com os alunos, deixava-os à vontade passando pelas exposições e se mostrou pouco à vontade durante a entrevista, mas respondeu a todas as perguntas e também respondeu ao questionário. A visita durou aproximadamente uma hora.

### Análise da visita 3:

Essa visita teve um andamento diferente das demais, pois o professor de Ciências, responsável pelo agendamento e provavelmente pela dinâmica da visita, não estava presente, o que dificultou as atividades realizadas no local. Como o grupo também era grande, os alunos poderiam ser divididos, mas precisariam ser mediados pelas professoras. A apatia das docentes em relação às exposições, contudo, fez

com que os alunos não tivessem seu interesse despertado.

P9 mencionou que já fazia mais de 10 anos que não visitava o Museu Nacional, mesmo sendo professora de história. Afirmou que visitava com frequência outros locais e que já havia visitado com seus alunos o Museu Histórico Nacional, o Jardim Botânico, o Forte de Copacabana e participado de uma visita histórica ao Centro do Rio. Quanto a uma atividade pós-visita, P9 explicou que a proposta inicial era realizar uma atividade de História interdisciplinar com Ciências para falar a respeito do contexto histórico e científico do museu.

P10 relatou que não conhecia o Museu Nacional e que estava presente só para acompanhar a visita, mas que já havia participado de outras visitas e citou o Museu Imperial e o Forte de Copacabana. No entanto, ao entrevistá-la e perguntar sobre a pretensão de realizar alguma atividade pós-visita, ela mencionou que pediria aos alunos um relatório como produção textual, utilizando conteúdos abordados no museu.

P11 foi a única que mencionou ter realizado uma conversa prévia com os alunos sobre o museu e suas exposições, porém, anteriormente, afirmou que já fazia muitos anos que não visitava o Museu Nacional. Além disso, disse pretender realizar uma atividade com os alunos para que eles preparassem uma breve apresentação em inglês sobre os temas abordados na visita. Essa professora relatou que não possuía muito conhecimento sobre ENF, mas já havia acompanhado os alunos a visitas ao Jardim Botânico e ao Forte de Copacabana. Isso demonstra a falta de preparo do profissional que muitas vezes considera a visita como um passeio, perdendo uma excelente oportunidade para desenvolver atividades que estimulem a participação e despertem o interesse e a curiosidade dos alunos.

Em nenhum momento houve mediação ou intervenção das professoras, pouquíssimos alunos estavam interessados, lendo os materiais explicativos, e esse grupo era apressado pelas docentes pois, segundo elas, estavam atrasando o ritmo da visita.

A visita foi corrida, não havia nenhum planejamento, os alunos visitaram todo o acervo do museu, mas não focavam em nenhuma parte. A maneira como se decorreu a visita contradiz a fala da entrevista inicial das 3 professoras que mesmo alegando não serem responsáveis

diretamente pela visita mencionaram que iriam realizar uma atividade posterior com os alunos envolvendo os assuntos abordados na mediação, que, por sinal, não houve.

Além disso, todas afirmaram ser responsáveis pela visita ao responderem às assertivas do questionário, no entanto, pelo comportamento observado, a responsabilidade pareceu estar atrelada à segurança das crianças, e não à responsabilidade pedagógica, relacionada à aprendizagem que poderia ser potencializada no espaço museal.

### Questionário após a visita

Com base na análise realizada por Tal e Steiner (2006), podemos classificar o comportamento do professor durante a visita como participativo (PAR), disciplinador (DIS) ou passivo (PAS). A partir das observações e dos resultados obtidos no questionário após a visita, foi possível classificar o comportamento do professor e conhecer sua autopercepção. Os dados foram agrupados na Tabela 1, que mostra o comportamento observado durante a visita contrapondo-se à autopercepção de cada profissional.

Tabela 1: Comportamento dos professores e autopercepção

Professor	Comportamento observado	Autopercepção do docente
P1	PAR	PAR/DIS
P2	DIS	PAR
P3	PAR	PAR
P4	DIS	PAR
P5	PAR	PAR
P6	DIS	PAR
P7	PAR	PAR
P9	DIS	DIS
P10	DIS	PAR
P11	DIS	PAR/DIS

Como pode ser observado, em todos os casos o professor se considerou participativo. No entanto, segundo os relatos da observação, alguns docentes não tiveram atuação coerente com o que a literatura classifica como comportamento PAR. Nos casos dos professores P1, P3, P5, P7, P9 e P11, houve a coerência entre a classificação do observador com a autopercepção do docente, entretanto, nas outras observações, os profissionais P2, P4, P6 e P10, durante a visita, apresentaram características mais disciplinadoras.

É importante salientar que nenhum dos docentes participantes apresentou comportamento PAS. Esse resultado é relevante, visto que

todos os professores, inclusive P2 – mesmo não sendo professor efetivo do grupo –, de alguma maneira buscava interagir com os alunos, não se mantendo passivo na atividade que estava sendo realizada.

Dessa forma, os resultados obtidos revelam que os professores investigados, embora preocupados com a disciplina e/ou a aprendizagem de seus alunos – seja por não possuírem condições que permitam um efetivo trabalho educacional, seja por desconhecerem as especificidades da educação em ENF –, parecem encarar essas visitas mais como passeios contemplativos e menos como uma oportunidade preciosa de trabalhar os conteúdos disciplinares de uma forma alternativa, procurando também promover a curiosidade, o interesse e o afeto discentes.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O possível desconhecimento, por parte dos professores, das particularidades da educação em ENF acarretou, para as visitas 1 e 2, uma “escolarização” na dinâmica da visita. De fato, para Lopes (1991), a “escolarização” de um museu ocorre quando o docente procura adaptar práticas típicas de sala de aula ao ambiente museal. Para Griffin (1998, p. 276), “o principal engano que é frequentemente cometido nas exposições é tentar utilizar o museu como um livro texto ao invés de garantir as informações na variedade de formas e ofertas”. Nesse trabalho, as observações mostraram que a mediação assumida pelos docentes seguiu de perto o modelo de aulas tradicionais onde o professor assume a postura de conhecedor do conteúdo e, dos alunos, espera-se a postura de expectadores passivos. Além disso, o grande número de alunos por mediador acarretou na distração e conseqüente desinteresse pela visita.

Acredita-se que, da mesma forma que um professor se prepara para oferecer uma aula de qualidade, revendo conteúdos, aproveitando os recursos disponíveis, dimensionando o tempo e planejando, na preparação de uma mediação que vise resultados educacionais, é preciso conhecer bem o acervo, estabelecer ligações com os conteúdos disciplinares, dimensionar o tempo da visita, permitir a participação dos alunos seja na escolha do espaço, seja nas atividades interativas. Além disso, devem-se levar em conta as características próprias da aprendizagem que se realiza nesses espaços onde o estudante tem a possibilidade do contato direto

com uma diversidade de objetos reais ou réplicas suscitando percepções relacionadas aos aspectos afetivos, motores, lúdicos e sociais.

O comportamento observado dos docentes foi classificado como PAR ou DIS. O fato de nenhum professor apresentar comportamento PAS revela o esforço e a boa vontade do grupo investigado em realizar um bom trabalho

com os alunos, apesar do aparente despreparo em lidar com as especificidades da educação museal. A inclusão de disciplinas ligadas à temática da educação não formal na grade curricular dos cursos de licenciatura pode, em médio prazo, amenizar o problema observado nesse trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, D. et al. Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, v. 84 n. 5, p. 658-679, 2000.
- BIZERRA, A. et al. Educação em Museus: a mediação em foco. Organização: Martha Marandino. São Paulo: Geenf, 2008. 38p.
- BIZERRA, A. Atividade de aprendizagem em museus de ciência. 2009. 274 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003.
- ESHACH, H. Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*, v. 16, n. 2, 2007.
- FALCÃO, D. et al. Museus de ciências, aprendizagem e modelos mentais: identificando relações. In: GOUVÊA, G.; MARANDINO, M.; LEAL, M. (Org.). Educação e museus: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências. Rio de Janeiro: FAPERJ, p. 185-206, 2003.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? *Investigação em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- GRIFFIN, J. M. School-museum integrated learning experiences in science. 376 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Technology, Sidney, 1998. Disponível em: <<http://epress.lib.uts.edu.au/research/handle/10453/20150>>. Acesso em: 8 abr. 2016.
- \_\_\_\_\_. Research on students and museums: looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, Honoken, v. 88, n. S1, p. S59-S70, 2004.
- KING, H.; GLACKIN, M. Supporting science learning in out-of-school contexts. *Good Practice In Science Teaching: What Research Has To Say*, p. 259, 2010.
- KRAPAS, S.; REBELLO, L. O perfil dos museus de ciências da cidade do Rio de Janeiro: a perspectiva dos profissionais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 68-87, 2001.
- LOPES, M. M. A favor da desescolarização dos museus. *Educação e Sociedade*, Campinas, n. 40, p. 443-455, dez. 1991.
- MARANDINO, M. Enfoques de educação e comunicação nas bioexposições de museus de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 103-120, 2003.
- \_\_\_\_\_. Museu de ciências, coleções e educação: relações necessárias. *Revista Museologia e Patrimônio*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2 p. 1-12, jul./dez. 2009.
- MARANDINO, M. et al. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz? In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Anais. São Paulo: ENPEC, 2003. 13 p.
- MONTEIRO, B. et al. The issue of the arrangement of new environments for science education through collaborative actions between schools, museums and science centres in the Brazilian context of teacher training. *Cultural Studies of Science Education*, p. 1-19, 2016.
- OLIVEIRA, G. et al. Visitas guiadas ao Museu Nacional: interações e impressões de estudantes da Educação Básica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 1, p. 227-242, 2014.

## DADOS DOS AUTORES

**Carina Costa dos Santos** (ccs\_05\_12@yahoo.com.br), mestranda em Ensino de Química/UFRJ, professora da rede pública SEEDUC/RJ.

**Guilherme Cordeiro da Graça de Oliveira** (cordeiro@iq.ufrj.br), doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, docente do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## A CONTRIBUIÇÃO DO CINEMA NA CONSTRUÇÃO DO TEMA SEXUALIDADE

Margareth Costa Neves

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo verificar a contribuição do cinema na construção da temática da sexualidade por alunos do ensino médio de uma escola pública no Rio de Janeiro. A puberdade é indicada por transformações biológicas, hormonais e comportamentais que marcam uma fase determinante da sexualidade. A escola é o ambiente propício para discutir o assunto, visto que é tema transversal dos parâmetros curriculares nacionais (PCN). Foi utilizado um questionário elaborado pelos autores que continham perguntas sobre a temática e os dados foram analisados para a obtenção dos resultados. Observou-se que o cinema ainda é pouco usado nas escolas e pouco entendido pelos alunos como ferramenta pedagógica e que ainda há muitas dúvidas dos discentes com relação à sexualidade. Além disso, torna-se importante focar o estudo da anatomia e fisiologia para que os adolescentes compreendam as mudanças naturais na sua imagem corporal.

**Palavras-chave:** Cinema. Sexualidade. Escola.

**ABSTRACT:** This study aimed to verify the film's contribution in the issue of construction of sexuality by high school students in a public school in Rio de Janeiro. Puberty is marked by biological, hormonal and behavioral changes that mark a decisive phase of sexuality. The school is the enabling environment to discuss the matter because it is cross-cutting theme of national curriculum guidelines (PCN). It used a questionnaire developed by the authors that contained questions on the subject and the data were analyzed to obtain the results. It was observed that the film is still little used in schools and little understood by students as a pedagogical tool and there are still many questions by students regarding sexuality. In addition, it is important to focus on the study of anatomy and physiology so that teens understand the natural changes in their body image.

**Keywords:** Movie. Sexuality. School.

## INTRODUÇÃO

A puberdade é um período de rápido crescimento físico e maturação sexual que finaliza a infância e dá início à adolescência (CONTI et al., 2005). Esse período é marcado por transformações biológicas, hormonais e comportamentais que marcam uma fase determinante da sexualidade (PALÁCIOS, 2004). É importante que seja discutida a sexualidade nesse período, pois muitas são as dúvidas. Nesse sentido, a educação sexual precisa ser um tema a ser discutido nas escolas, uma vez que, no âmbito familiar, muitas vezes essas questões são negligenciadas.

Importante ressaltar que essas questões necessitam ser abordadas por educadores preparados, na medida em que desenvolvam estratégias metodológicas para não gerar conceitos distorcidos e equivocados. Hoje, a educação sexual, quando discutida nas escolas, fica restrita a assuntos sobre reprodução na área de ciências naturais com noções relativas à anatomia e à fisiologia, focando apenas o corpo biológico, além de assuntos como DSTs, em especial a AIDS, e gravidez; esquecendo-se das discussões no âmbito social e psicológico (FIGUEIRÓ, 2006). A orientação sexual, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), não está apenas relacionada à promoção de saúde, mas também ao exercício da sexualidade com prazer e responsabilidade.

A finalidade do trabalho de Orientação Sexual é contribuir para que os alunos possam desenvolver e exercer sua sexualidade com prazer e responsabilidade. Esse tema vincula-se ao exercício da cidadania na medida em que propõe o desenvolvimento do respeito a si e ao outro e contribui para garantir direitos básicos a todos, como a saúde, a informação e o conhecimento, elementos fundamentais para a formação de cidadãos responsáveis e conscientes de suas capacidades (BRASIL, 1998, p. 27).

Para Figueiró (2006), a sexualidade inclui o sexo, afetividade, prazer, sentimentos mútuos de bem querer, comunicação, bem como valores e normas morais que a cultura coloca sobre o comportamento sexual, sendo que cada cultura tem suas particularidades.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, a sexualidade é uma necessidade básica e um aspecto do ser humano que não pode ser separado de outros aspectos da vida; é a energia que motiva a encontrar o amor, contato, intimidade e se expressa na forma de sentir. A sexualidade influencia pensamentos, sentimentos,

ações e interações e, portanto, a saúde física e mental (SANTOS, 2013).

O uso de filmes em sala de aula tornou-se uma metodologia importante, que é destacada na Lei nº 9.394 de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996. Segundo o parágrafo 8 do artigo 26, a exibição de filmes de produção nacional constituirá componente curricular complementar integrado à proposta pedagógica da escola, sendo sua exibição obrigatória por, no mínimo, 2 (duas) horas mensais.

A linguagem cinematográfica aproxima o espectador da realidade. Seu uso em sala de aula pode despertar o interesse dos alunos sobre vários temas, sobretudo o da sexualidade. O cinema tem o poder de fazer o telespectador vivenciar experiências, sensações e emoções adormecidas e com as quais não dialoga por não ter essas vivências em seu cotidiano (ROCHA et al., 2015). Os filmes exercem e exercem pedagogias da sexualidade sobre as plateias (LOURO, 2000).

Na vasta literatura existente sobre linguagem cinematográfica, um aspecto ressaltado refere-se ao fenômeno da impressão de realidade produzida pelo cinema narrativo, à medida que este contém vários elementos da realidade (METZ, 1972 apud SIQUEIRA, 2011). Os filmes são instrumentos didáticos importantes, pois se relacionam facilmente com a realidade, com uma linguagem mais próxima dos alunos do que aquela usada pelos professores nas salas de aula, e, além disso, quebra a rotina professor/giz/lousa (ROSA, 2000; SCHEID; PAN-SERA-DE-ARAÚJO, 2008 apud MENEZES et al., 2013).

Maia et al. (2005 apud MENEZES et al., 2013) discutem as vantagens dos filmes como recurso de ensino de literatura, afirmando que, em relação à transmissão do conhecimento, o filme é melhor do que a linguagem verbal e escrita, porque há acesso imediato ao psiquismo e mais de um canal sensorial é acessado no cérebro. Isso gera reações emocionais e afetivas, facilitando o processo de aprendizagem e memorização, e além disso, promovendo contato e estreitamento social.

Muitos autores têm utilizado o cinema como ferramenta para o tema sexualidade. Menezes et al. (2013) utilizaram o filme "Qualquer gato vira-lata" para realizar discussão sob o ponto de vista emocional e social com alunos do 9º ano de uma escola de ensino

fundamental. Rocha et al. (2015) trabalharam com o tema sexualidade e gênero em uma escola de ensino médio e inferiram que os filmes apresentam potencial relevante para a discussão do assunto. Além disso, comenta que a escola, apesar de apresentar organização e cultura próprias, configura-se um espaço plural, com grande diversidade.

Ao perceber uma nova geração de adolescentes que surgiu há um tempo, ligada à tecnologia de informação, o ensino de ciências e biologia deve acompanhar essas mudanças repensando a metodologia e o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico.

A adolescência é uma fase em que há uma identificação forte com a imagem corporal e, ao assistir filmes, quase sempre, o espectador se identifica com o personagem sendo uma estratégia interessante para novos paradigmas que envolvem valores, questões, problemas, ideologias relacionadas à sexualidade. Além disso, como a adolescência é um período de questionamentos, muitos adolescentes não compreendem essas mudanças corporais. Torna-se importante explicar o processo hormonal característico da fase, que promove mudanças biopsicossociais, e que pode ser incluído nos conteúdos de fisiologia e anatomia humana. O uso da metodologia do cinema na sala de aula torna-se uma ferramenta importante como forma de agregar aos temas abordados pela Biologia, principalmente em relação ao tema da sexualidade, por ser uma prática educativa crítica e reflexiva.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é verificar a contribuição do cinema na construção da temática da sexualidade por alunos do ensino médio de uma escola pública no Rio de Janeiro.

## **METODOLOGIA**

Foi feita uma análise qualitativa dos dados através da aplicação de um questionário com perguntas fechadas sobre a temática da sexualidade, para alunos do curso de Mecânica do ensino médio da Escola Técnica Estadual Visconde de Mauá, da Fundação de Apoio à Escola Técnica (Faetec) no Rio de Janeiro. Os alunos participaram voluntariamente da pesquisa e o questionário foi aplicado pelo professor no final da aula.

Participaram, ao todo, 105 alunos de nível socioeconômico médio e baixo, sendo 81 do sexo masculino e 24 do sexo feminino, na faixa etária entre 15 e 19 anos. Os questionários foram distribuídos na sala de aula pelo próprio professor de Biologia. Todos os alunos estavam presentes e, após esclarecimentos gerais, os alunos responderam individualmente ao questionário.

Os dados foram analisados qualitativamente por meio da análise de conteúdo (BARDIN, 2004 apud CHRISTOFOLETTI, 2009) e foram consideradas todas as respostas apresentadas pelos participantes.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A maior quantidade dos discentes se concentra na faixa etária entre 15 a 19 anos, o que justifica a maioria estar vivenciando a adolescência ainda. Muitos deles moram com os pais e os irmãos e procuram se informar a respeito da sexualidade com eles (40%); 4% dos alunos informaram que não se sentem à vontade para conversar com os pais sobre o assunto e a escola ajudaria muito, porém a maioria conversa com os seus amigos (48%) e utiliza a internet (77%) para seus questionamentos sobre a sexualidade. Verifica-se que as dúvidas que os alunos buscam pela internet, através dos amigos e dos pais nem sempre são esclarecidas, podendo as informações ser precárias e superficiais, e, tratando-se especificamente de internet, nem todos os sites tratam a sexualidade de modo adequado (AMORIM; MAIA, 2012).

Torres, Beserra e Barroso (2007) discutem que tais meios de comunicação podem negligenciar a educação sexual, ao tratar a sexualidade com sensacionalismo, visando a outros fins, como obtenção de grande audiência, sem resultados e reais interesses educativos. O que observamos é que, apesar do grande acesso à informação sobre sexualidade, muitos adolescentes ainda são desinformados sobre essa temática.

O conceito sobre sexualidade pode ser variado conforme a cultura que se estabelece e, mesmo assim, pode ainda ser diferente dentro de uma mesma cultura, dependendo de fatores históricos, que conferem a eles caráter econômico-político (ABDO, 1991). A sexualidade, para os alunos, está relacionada com a afetividade e o desejo (62%), seguidos do ato sexual (35%). Isso pode demonstrar os anseios

do adolescente a respeito da sexualidade, indo além do ato sexual em si, corroborando com o conceito de sexualidade dado pela OMS, mesmo tendo pouca informação sobre o assunto.

O conhecimento anatômico e fisiológico do corpo é abordado na disciplina de Biologia, sem incluir a educação sexual intencional; 86% dos alunos concordam que o conhecimento fisiológico e anatômico do corpo humano ajudaria no conhecimento da sexualidade. A anatomia, na verdade, diz respeito a um processo vivo e dinâmico que dá origem ao sentimento, ao pensamento e à ação. É preciso repensar a forma de conhecer o corpo. O amor e a intimidade mudam a expressão emocional que emerge novas formas somáticas (KELEMAN, 1992). Se a sexualidade, segundo os alunos, está relacionada com a afetividade e o desejo, torna-se importante discutir a educação sexual juntamente com o estudo da anatomia e fisiologia do aparelho genital masculino e feminino.

A maioria dos alunos acha importante falar sobre sexualidade e percebe a escola como o espaço ideal que deveria abordar o tema para dar informações e esclarecer dúvidas. Segundo um deles, “é na escola que se forma a sexualidade, pois é lá que ele passa mais tempo e outros colegas passam pelos mesmos problemas”.

#### Outros comentam:

“Não é um tema que deva ser omitido hora ou outra, o ser humano descobrirá a respeito, logo, que seja melhor a existência de instrutores, para evitar ou ao menos amenizar os imprevistos e contratempos.”

“Com a rápida evolução dos jovens contemporâneos, a vida sexual deles está acontecendo rápido demais. As mídias e familiares não propõem ajuda, ficando as informações a par dos jovens, fazendo procurar por si próprio.”

Além disso, conhecer a temática ajuda a prevenir contra as DSTs e também diminui os casos de gravidez e aborto. Isso demonstra que é possível haver um maior autocuidado (AMORIM; MAIA, 2012). O trabalho de Torres, Beserra e Barroso (2007) corrobora com esse dado, apresentando falas de jovens que se queixam de não poderem falar mais com seus pais sobre o assunto e expõem que seria melhor se pudessem conversar sobre isso, com o intuito de prevenir situações indesejadas relacionadas ao tema. Ou seja, os adolescentes mostram-se conscientes da necessidade de conhecimento visando à prevenção e preocupados com isso.

Discutir sobre sexualidade na escola também ajuda a diminuir o tabu e o preconceito, a desenvolver a maturidade, a entender melhor o parceiro, aumenta o rendimento e o prazer, e ajuda a conhecer os métodos contraceptivos. Segundo o comentário de um aluno: “É um tema natural e deve parar de ser tratado como tabu”. Apenas 6% dos alunos disseram que a escola NÃO é o local apropriado para discutir esse assunto e deve ser tratado pela família. Apenas um aluno informou que esse NÃO seria um assunto que deveria ser discutido na escola, pois existem outros assuntos mais importantes.

A maioria dos alunos acha que o tema deveria ser abordado na escola através de debates e palestras. Apenas 21% utilizariam o recurso dos filmes para discutir sobre a sexualidade, apesar de 66% concordarem que os filmes seriam um recurso importante para contribuir no entendimento sobre a sexualidade e 60% deles assistem a filmes para entender melhor o assunto.

#### Alguns deles comentam:

“O cinema é uma forma visual e intuitiva de aplicar exemplos, situações, soluções etc.”

“Alguns filmes podem explicar de uma forma mais interessante que certas aulas e debates.”

“O filme pornô ajudaria sim na sexualidade, até em algumas posições de sexo, mas atrapalharia em muitas coisas como, por exemplo, o “selvagerismo” de alguns sexos.”

Um dos alunos comentou que “gosta de comédias para abordar o tema sexualidade”. Apenas um aluno disse que o filme não tem influência sobre a sexualidade: “Para mim, a sexualidade é de dentro para fora. Nenhuma influência de filmes pode modificar a sexualidade de ninguém”. Henrique et al. (2014) observaram que a maioria dos alunos concordam que deve trabalhar a educação sexual nas escolas, realizando, principalmente, aulas de educação sexual e palestras, seguidas de filmes e debates.

Um aluno informou que os filmes teriam conteúdo informativo se fossem voltados exclusivamente para adolescentes; 7% não acham que os filmes contribuem, ou porque não mostram a realidade, ou porque não apresentam foco educativo, ou ainda porque alguns mostram exemplos de selvagerismo. Outros alunos acham que a importância em utilizar os filmes para discussão do tema reforça o lado prático e ajuda no desempenho, prepara para o ato sexual, estimula o desejo, mostra a reali-

dade, serve para fazer comparações com outras pessoas e para ter mais “liberdade” em relação ao assunto, tornando-o mais interessante. Segundo um aluno, o uso dos filmes em sala de aula seria importante, desde que não tenha conteúdo pornográfico. Outro aluno afirma: “Sempre quando vemos um filme nos identificamos com o personagem e que parece com a realidade”.

O cinema é uma ferramenta importante para o auxílio na discussão da temática sexualidade, alcançando facilmente o público adolescente; apesar de a maioria dos filmes abordar temas variados.

No caso do uso do cinema para a formação e informação acerca das questões da sexualidade, diversidade sexual e de gênero, os participantes “são capazes de se identificar com o drama, sofrer com os personagens [...], pois os sofrimentos e as alegrias no filme representado dizem respeito às condições humanas” (ARAÚJO, 2009).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os resultados, percebemos que os alunos buscam mais a internet do que os filmes para as suas dúvidas quanto à sexualidade, apesar de a maioria concordar que os filmes poderiam ser recursos interessantes. O cinema ainda é pouco usado nas escolas e pouco entendido pelos alunos como ferramenta pedagógica. Apesar de a sexualidade ser tema transversal, é pouco explorada na sala de aula, talvez pelo fato de professores não se sentirem preparados para discutir o tema mesmo nas disciplinas de Ciências e Biologia. Ainda há muitas dúvidas dos discentes com relação à sexualidade, e a escola deve ser o ambiente adequado para essa discussão.

O uso do cinema deve ser visto como estratégia pedagógica importante, mas não complementar. Pretendemos incentivar seu uso dentro da sala de aula, relacionando-os aos conteúdos das disciplinas de Ciências e Biologia. Além disso, torna-se importante focar o estudo da anatomia e fisiologia para que os adolescentes compreendam as mudanças naturais na sua imagem corporal que podem causar conflitos psicológicos e na vida social.

## REFERÊNCIAS

- ABDO, C. H. N. Sexualidade e cultura. Boletim do Corpo Clínico, v. 12, n. 46, p. 5-6, 1991.
- ALBINO et al. A sexualidade pelo olhar das jovens: contribuições para a prática do médico de adolescentes. Revista paulista de pediatria, 23(3); 124-9, 2005.
- AMORIM, R. M.; MAIA, A. C. B. Sexualidade na adolescência: dúvidas de alunos de uma escola pública. Revista ibero-americana de estudos em educação, v. 7, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://seer.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/viewFile/6290/4700>>. Acesso em: 28 nov. 2015.
- ARAÚJO, A. R.; VOSS, R. C. R. Cinema em sala de aula: identificação e projeção no ensino/aprendizagem da língua inglesa. Conexão – Comunicação e cultura (UCS), Caxias do Sul, v. 8, n. 15, jan./jun., 2009.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977. In: CHRISTOFOLETTI, R. Educação Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 603-616, set./dez. 2009. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/revistaeducacao>>. Acesso em: 24 jan. 2016.
- BRASIL. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Acesso em: 24 jan. 2016.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Orientação sexual. p. 27. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/orientacao.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2016.
- CONTI et al. Insatisfação com a imagem corporal em adolescentes e sua relação com a maturação sexual. Rev. bras. crescimento desenvolv. hum. v. 15 n. 2, São Paulo, ago. 2005.
- FIGUEIRÓ, M. N. D. Educação Sexual: como ensinar no espaço da escola. Revista Linhas, Florianópolis, v. 7, n. 1, jun./dez., 2006.
- HENRIQUE et al. Sexualidade e educação: concepção dos alunos do ensino médio de uma escola pública, MT, Brasil. Biodiversidade, v. 13, n. 2, p. 128, 2014.
- KELEMAN, S. Anatomia emocional: a estrutura da experiência. São Paulo: Summus, 1992.
- LOURO, G. L. O cinema como pedagogia. In: LOPES, Eliana et al. (Orgs.). 500 Anos de Educação no Brasil. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. \_\_\_\_\_ . Cinema e sexualidade. Educação e realidade. 33(1): 81-98, jan./jun. 2008.
- MAIA et al. Psicopatologia no cinema brasileiro: um estudo introdutório. Revista de Psiquiatria Clínica, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 319-323, 2005.
- METZ, C. A. Significação do cinema. São Paulo, Perspectiva, 1972. In: SIQUEIRA, V. H. F. Sexualidade e gênero: mediações do cinema na construção de identidades. Gênero, Sexualidade e Educação / n. 23, 2011.

MENEZES et al. Proposta de abordagem sobre educação sexual: o uso do filme "Qualquer gato vira-lata". Revista Augustus, Rio de Janeiro, v. 18, n. 35, p. 41-50, jan./jun. 2013.

PALÁCIOS, J. O que é adolescência? In: COLL, C.; MARCHESI, A.; PALÁCIOS, J. Desenvolvimento psicológico e educação. Porto Alegre: ART-MED, 2004.

ROCHA, M. B.; THOMAZ, C. M.; MATTOS, M. N. Gênero e sexualidade na sala de aula: o uso do cinema como recurso pedagógico. Interfaces da Educ., Paranaíba, v. 6, n. 17, p. 219-246, 2015.

SANTOS, R. C. O papel da escola na prevenção do abuso sexual infantil. 2013. 47 f. Monografia de especialização. Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2013.

SCHILD, N. M. J.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. Questão de sensibilidade: um filme para conversar sobre a homossexualidade e conceitos básicos de genética. Genética na escola, Ribeirão Preto, v. 3, n. 1, p. 33-35, 2008.

TORRES, C. A.; BESERRA, E. P.; BARROSO, M. G. T. Relações de gênero e vulnerabilidade às doenças sexualmente transmissíveis: percepções sobre a sexualidade dos adolescentes. Escola Anna Nery Revista de Enfermagem, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 296-302, jun. 2007.

#### **DADOS DA AUTORA**

**Margareth Costa Neves** (margarethneves74@gmail.com), mestre em Patologia pela Universidade Federal Fluminense, professora da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro.

## VERIFICAÇÃO DA INTEGRAÇÃO DO BRT COM TREM NA MOBILIDADE URBANA DO RIO DE JANEIRO

Eunice Horácio de Souza de Barros Teixeira

José Artur d'Oliveira Mussi

Ronaldo Balassiano

Rosana Dischinger Miranda

Victor Rodrigues do Amaral

**RESUMO:** A eficiência da mobilidade urbana em uma cidade visa garantir acesso ao trabalho e locomoção da sociedade, aumentando a qualidade de vida, além de criar maior equidade social. Pensando nesses aspectos, surge, então, o estudo da formação de redes por meio da utilização da integração entre diferentes modos de transportes. Este artigo utiliza-se de uma revisão bibliográfica e de estudo de caso realizado com pesquisa de opinião, coletada em campo, a qual foi realizada para obter a avaliação do usuário na integração dos sistemas de transportes do Rio de Janeiro – trem com o BRT Transcarioca – a partir de estudos na Estação Madureira. O estudo aponta os principais resultados, tais como os conceitos obtidos em cada atributo das características do sistema BRT e o atributo que mais motiva a migração do deslocamento de sua viagem para a integração do sistema BRT com trem.

**Palavras-chave:** Mobilidade urbana. BRT. Trem. Rede Integrada de Transporte. Rio de Janeiro.

**ABSTRACT:** The efficiency of urban mobility in a city aims to ensure access to work and mobility of society, increasing quality of life and create greater social equity. Thinking about these aspects, comes up the study of the networks formation using the integration between different transport modes. This article presents a bibliographical review and the results of a field research, which was carried out to obtain the user evaluation in the integration of Rio de Janeiro transportation systems – BRT Transcarioca and train – from studies at the Madureira station. The study highlights the main results, such as the concepts obtained in each attribute of the BRT system characteristics and the attribute that most motivates the migration of its trip to the BRT system integration with train.

**Keywords:** Urban mobility. BRT. Urban Railway. Integrated Transport Network. Rio de Janeiro.

## INTRODUÇÃO

Dentre os diversos desafios contemporâneos das grandes cidades e regiões metropolitanas de todo o mundo, a busca por alcançar a mobilidade urbana é constante e difícil. No Brasil, o crescimento desenfreado dos centros urbanos ao longo dos séculos, juntamente a um modelo de planejamento urbano e de transportes deficiente, cujo intuito, por muito tempo, foi o de estimular a utilização de automóveis particulares nas cidades, ocasionou múltiplos impactos negativos na mobilidade urbana.

As cidades brasileiras cresceram de modo desenfreado e a configuração das redes de transporte se desenvolveu na tradicional forma radial, concentrando viagens nos corredores que interligam os diversos bairros e regiões mais afastadas do centro.

Dentro desse cenário, surge a necessidade de retomada do planejamento de transportes, a fim de promover soluções aos congestionamentos urbanos e estabelecer um sistema que garanta a confiabilidade da população para os deslocamentos realizados com diversos fins. O conceito de mobilidade urbana sustenta que as políticas públicas de transporte, trânsito e de uso e ocupação do solo devem ser elaboradas de maneira totalmente integrada.

Conforme cita Oliveira (2013), para colocar em prática os conceitos de mobilidade sustentável, devem ser executadas obras e instalações de diferentes modos de transporte, como metrô, trem, barcas, seja para interligá-los, seja para, ainda, levá-los a algumas localidades ainda não aplicadas. Além da instalação de modos já existentes, a necessidade de urgência para resolver o caos no trânsito das cidades faz com que novas soluções sejam pensadas e executadas, tais como o sistema de Bus Rapid Transit, mais conhecido como BRT, o qual oferece alta capacidade de transporte para a população, com obras consideravelmente mais viáveis para cidades já conglomeradas.

Com a percepção do crescimento da frota de veículos particulares e os malefícios trazidos por tal fato, a implantação do sistema BRT no Rio de Janeiro vem se mostrando como uma das soluções para o cenário negativo do transporte público que o município vinha enfrentando, com pouco investimento em sistemas de alta capacidade e na integração entre os diversos modos, sobretudo a partir de eixos estruturantes de uma rede.

No entanto, o município passou por transformações com a chegada de grandes eventos, desde 2011, que culminou com os Jogos Olímpicos

de 2016. Isso fez com que o cenário de transportes passasse a ser planejado em forma de rede integrada.

Uma das soluções de mobilidade urbana pode ser o pensamento sistêmico e em rede através da integração modal, e este trabalho visa, por meio de um estudo de caso, avaliar o comportamento da demanda em relação a esse tipo de solução integrada. Nesse caso, a análise é realizada através de uma pesquisa de campo observando-se a mudança no comportamento da população e avaliando-se alguns atributos mais relevantes em relação às integrações. Para a análise, foi escolhido o BRT Transcarioca e sua integração com sistema ferroviário.

Para a realização deste trabalho foram estudados artigos científicos, teses, dissertações e livros acerca dos temas: mobilidade urbana, especificidades dos modos ferroviário (trem) e rodoviário (BRT), assim como seu funcionamento na cidade do Rio de Janeiro. Além disso, para elaboração da metodologia, foi necessário ter conhecimento sobre a qualidade em serviços de transporte e pesquisa com usuários. A metodologia empregada foi, portanto, baseada em uma pesquisa bibliográfica na busca por conceitos que permitissem agregar um bom embasamento teórico capaz de, posteriormente, possibilitar um estudo de caso, para o qual foi elaborado o formulário utilizado na pesquisa de campo, visando obter a opinião dos usuários desses modos do transporte público.

A análise dos dados obtidos, juntamente aos conceitos e considerações acerca do assunto, contribuirá para a análise e avaliação das mudanças da mobilidade urbana na cidade do Rio de Janeiro com a implantação do sistema BRT e sua integração com o sistema de trem.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Mobilidade urbana

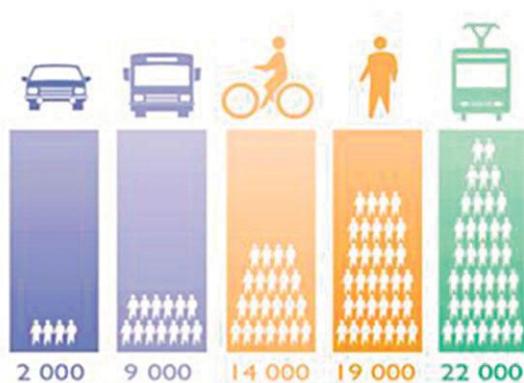
Segundo Bonfim (2010), inicialmente, a análise da mobilidade urbana contemplava essencialmente questões da malha viária e da condição e fluxo de transporte de passageiros. Posteriormente, o conceito se ampliou envolvendo aspectos socioeconômicos relativos ao modo de vida nas cidades, vinculando as oportunidades advindas por meio do acesso aos meios de transporte para o trajeto casa-trabalho (deslocamento pendular) e aos serviços de saúde, educação, cultura e lazer. A questão da mobilidade urbana é agravada pela forma de ocupação e

organização do espaço nas cidades, atingindo, sobretudo, as metrópoles. As áreas dinâmicas, que concentram a maioria dos postos de trabalho, em geral, estão localizadas nas áreas urbanas centrais, e as residências da população de baixa renda concentradas em áreas irregulares ou nas periferias.

Segundo o World Resources Institute – WRI (2015), a mobilidade pode ser mais segura se houver a redução das viagens de carro, associada à escolha por um transporte coletivo seguro – e de alta qualidade – e, se houver boa infraestrutura, por deslocamentos a pé e de bicicleta. É entendido como seguro o projeto de engenharia cuidadoso, o qual visa proteger todos os usuários da via, por meio de melhores travessias e interseções, e, ao mesmo tempo, medidas moderadoras de tráfego que reduzem acidentes de alto impacto. A melhor ocupação do solo por modo de transporte pode ser entendida pela análise da Figura 1, com o número de pessoas que circulam por hora num espaço de 3,5 m de largura em área urbana, de acordo com a escolha modal realizada, segundo a União Internacional dos Transportes Públicos – UITP (2015).

A instituição ainda apresenta o seguinte cálculo: para transportar 10 mil pessoas por um quilômetro, seriam necessários 2 mil automóveis, que ocupariam mais ou menos 24 mil metros quadrados de espaço viário. Já com um ônibus urbano comum, de 12 metros de comprimento, seriam necessários 100 veículos para transportar as mesmas 10 mil pessoas, mas que ocupariam 3,2 mil metros quadrados. Por outro lado, se forem usados ônibus de alta capacidade, como os articulados que circulam no BRT, seriam 50 veículos, que ocupariam 3 mil metros quadrados. Ou seja, em 24 mil metros quadrados, caberiam 10 mil pessoas de carro, mas 80 mil pessoas em ônibus articulados.

**Figura 1** – Capacidade máxima dos corredores de transporte urbano, com número de pessoas por hora em ambas as direções, em uma faixa de 3,5 m



Fonte: UITP (2015)

Estudo, trabalho, lazer e outras atividades dos usuários constituem a principal ação que o transporte coletivo traz ao processo de deslocamento urbano. Dessa forma, o planejamento dos sistemas de transporte deve ser plenamente acessível. Tal modelo deve adotar a política de mobilidade com orientação voltada para acessibilidade, combinando normas e especificações de projetos com investimentos no espaço urbano, além dos equipamentos associados aos serviços de transporte coletivo (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Cabral et al. (2013) afirmam que o transporte coletivo é um elemento essencial quando se trata de mobilidade sustentável. Só com ele é possível reduzir a necessidade de utilização do automóvel para os deslocamentos mais longos, proporcionando inclusão social. Esta grande participação do transporte coletivo na matriz de divisão modal mostra, de certa forma, a quantidade de pessoas que poderão ser beneficiadas por uma política de investimentos em transporte coletivo. Essa abordagem está apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1** – Características da mobilidade urbana sustentável perante a abordagem tradicional de gestão de transportes urbanos

Aspectos	Mobilidade – Visão Tradicional	Mobilidade Sustentável – Visão Atual
Definição/atribuições de um sistema de transporte	Viabilizar o fluxo de veículos motorizados.	Deve assegurar, junto com o planejamento do uso do solo, o acesso a bens e serviços eficientemente a todos, com diversidade modal.
Modos priorizados	Principalmente os modos motorizados, vistos como melhores porque são mais rápidos.	Todos os modos, com atenção especial aos não motorizados. Cada modo cumpre uma função na cidade.
Consideração do uso do solo	Indutor de uma ocupação dispersa do solo. Geralmente dissociado do planejamento de uso do solo.	Pensamento integrado. Indutor de adensamento populacional, compacidade e usos mistos.
Estratégias de melhorias favorecidas	Melhoria de vias e aumento da oferta de estacionamentos.	Diversificação da oferta modal e ampliação de modos mais eficientes no uso do espaço urbano.

Fonte: Adaptado de Litman (2004)

## Sistema ferroviário

Para Ferraz e Torres (2004), o transporte urbano de passageiros por via férrea, denominado trem urbano ou metropolitano, compreende o transporte de passageiros com características regionais realizado nas grandes metrópoles. Apresenta como características principais: tração elétrica ou diesel; distância entre as estações de 1.000 a 4.000 metros; velocidade operacional de 80 a 100 km/h; carros com largura de 2,5 a

3,2 metros e de 20 a 26 metros de comprimento; capacidade de 150 a 250 passageiros por carro; operação em comboios de 4 a 10 carros, denominados trens-unidades; bilhetagem nas estações e automação variada, desde talões de licenciamento até controles semiautomáticos.

Segundo França (2012), a principal diferença entre o transporte ferroviário regional e o de trens metropolitanos é que os trens metropolitanos estão focados na movimentação de pessoas entre o local onde vivem e onde trabalham diariamente, enquanto que o transporte ferroviário regional opera fora das grandes cidades. Ao contrário do trem de média e longa distância, o trem regional para na maioria das estações, ou em todas, ao longo da linha.

Ele fornece um serviço entre as comunidades ao longo da linha e, também, conexões com serviços de média e longa distância. O transporte ferroviário regional deve ser parte de uma so-

lução integrada de transporte. Individualmente, não será a solução completa.

É necessário estar integrado a uma rede de transporte que deverá envolver outros modos, inclusive outros tipos de serviços ferroviários, para aprimoramento do funcionamento em rede.

De acordo com dados da Supervia (2014), o sistema ferroviário urbano do Grande Rio atravessa 12 municípios, ao longo de 102 estações espalhadas por 270 quilômetros de trilhos e é responsável pelo transporte médio de 700 mil passageiros/dia, com recorde de 735 mil passageiros transportados. Houve recente renovação da frota de trens na forma de investimento para a população, visando maior conforto físico e térmico, totalizando uma frota de 183 trens com ar-condicionado. Um comparativo com alguns sistemas ferroviários é apresentado na Tabela 1, que mostra o potencial de crescimento do sistema de trens urbanos do Rio de Janeiro.

Cidade	Ano de implantação	Demanda diária (pax/dia)	Extensão total (km)	Nº de estações
Madri	1919	1,7 milhão	370,0 km	101
Paris	1900	3,6 milhões	571,0 km	246
São Paulo	1870	2,7 milhões	260,8 km	92
Rio de Janeiro	1858	0,7 milhão	270,0 km	102

**Tabela 1** – Comparativo entre trens urbanos

Fonte: Adaptado de Supervia (2014) e Renfe (2015)

### Sistema BRT (Bus Rapid Transit)

Segundo o Ministério das Cidades (2008), Bus Rapid Transit (BRT) é um sistema de transporte rodoviário que realiza a mobilidade urbana por meio da provisão de infraestrutura segregada com prioridade de passagem, enfocando uma operação rápida e frequente, suportada por ações de *marketing* e o aprimoramento do serviço aos usuários. Basicamente, esse sistema busca alcançar níveis de desempenho e conforto semelhantes aos de sistemas de transporte sobre trilhos, a um custo menor.

A página BRT Brasil (2015) define BRT como um sistema de transporte coletivo de passageiros que propõe mobilidade urbana rápida, agregada ao conforto, segurança e eficiência, na forma de infraestrutura segregada, permitindo e priorizando ultrapassagens, com operações rápidas e frequentes, tudo isso atrelado a ações de *marketing* e serviços de excelência. Algumas características do sistema aparecem na Figura 2.



**Figura 2** – Características principais do sistema BRT

Fonte: Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos – NTU (2013)

Segundo o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento – ITDP Brasil (2015), o transporte urbano de passageiros sobre pneus está em processo de modernização para atender, de forma cada vez mais eficiente, às necessidades da população. Esse processo vem ocorrendo de forma gradual, mediante a transformação das relações entre o setor empresarial, os órgãos gestores e a comunidade, que passaram a trabalhar em conjunto, em prol do estabelecimento de serviços e infraestrutura condizentes com os avanços econômico-sociais alcançados nas duas últimas décadas. No atual contexto, os usuários esperam e exigem atendimento com baixo custo, alta confiabilidade, segurança e garantia de participação diária nas diversas atividades espalhadas por todo o espaço urbano. Para atender a essas demandas cada vez mais complexas, a modernização e a transformação dos sistemas de transportes públicos estão diretamente associadas ao uso e aprimoramento do conhecimento e da experiência acumulada pelo setor.

Ainda segundo o instituto, a implantação dos sistemas BRT (Bus Rapid Transit) nas cidades brasileiras é, sem dúvida, um dos passos mais importantes para que o transporte urbano de passageiros seja realmente eficiente e em alinhamento com as expectativas da população. Originalmente concebidos, testados, operados e aprovados em Curitiba, Brasil, os sistemas BRT tornaram-se referências internacionais de transporte coletivo de alto desempenho, qualidade e baixo custo. Hoje, diversas cidades do mundo utilizam o conceito BRT como o principal modo de transporte de massa e como espinha dorsal para políticas sustentáveis de desenvolvimento urbano.

A necessidade de melhorias no sistema de transporte coletivo da cidade sobressai ainda mais pelo fato de a cidade do Rio de Janeiro ter sido uma das sedes da Copa das Confederações em 2013, da Copa do Mundo em 2014 e o palco principal dos Jogos Olímpicos de 2016.

Em meio a esse cenário, surgiu a oportunidade de implantação do sistema BRT no Rio de Janeiro, sistema esse que teve seu primeiro corredor ligando a Barra da Tijuca a Santa Cruz e Campo Grande, o que resultou na redução pela metade do tempo médio de viagem de seus passageiros, nesse trecho do corredor denominado Transoeste. O sistema é composto por quatro corredores, denominados Transoeste, Transcarioca, Transolímpica e Transbrasil – totalizando 150 km de corredores exclusivos para os ônibus de alta capacidade.

Pelo ITDP (2015), o sistema BRT pode complementar os serviços ofertados pelos sis-

temas ferroviários e metroviários, especialmente quando esses não apresentam alta capilaridade e se concentram apenas nos grandes eixos de demanda. Prover a integração entre esses sistemas estimula o uso do transporte coletivo. Observe-se que o terminal do BRT deve ter capacidade suficiente para acomodar todos os passageiros que vierem de sistemas integrados, como vindos do trem ou metrô. Além disso, o sistema BRT deve ter frequência compatível para o atendimento da demanda nos pontos de integração com sistemas que utilizam veículos de maior capacidade que o veículo do BRT.

### **Mobilidade urbana do Rio de Janeiro**

A priorização de um sistema de mobilidade mais sustentável contribui para reduzir todos os impactos negativos do uso massivo e indiscriminado do automóvel nas nossas cidades: acidentes de trânsito, congestionamentos, poluição atmosférica, desumanização do espaço urbano e perda de eficiência econômica das cidades, dentre outros, e proporciona a melhoria da qualidade de vida e o desenvolvimento urbano.

No contexto fluminense, a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro – Firjan (2015) estimou o custo anual dos congestionamentos, englobando as perdas de produção da população economicamente ativa e os gastos com combustíveis, o que teria acarretado um prejuízo, em 2013, de 29 bilhões de reais, o equivalente a 8,2% do PIB metropolitano.

Dentre as 37 áreas metropolitanas pesquisadas pela Firjan, a que registrou o maior tempo de deslocamento foi a do Rio de Janeiro, onde 2,8 milhões de trabalhadores levaram, em média, 141 minutos nas viagens casa – trabalho – casa.

De acordo com estudo da empresa holandesa de tecnologia de transporte TomTom (2015), o Rio de Janeiro se encontra em quarto lugar numa escala global baseada no nível de congestionamento, envolvendo cidades com população maior do que 800.000 habitantes.

É importante destacar que o estudo, ao apresentar o nível de congestionamento, leva em consideração o percentual de acréscimo em tempo que se leva para trafegar nas vias das cidades analisadas, comparando-se esse tempo a uma situação de livre trânsito nas mesmas vias. As setas em vermelho e verde indicam o acréscimo e decréscimo de congestionamento, respectivamente, em relação ao ano anterior. Nas colunas pico matutino e pico vespertino, pode-se analisar o acréscimo de tempo quando comparado à situação de trânsito livre, em ambos os períodos do dia, nestas vias.

A Tabela 2 mostra as dez primeiras cidades em que foi analisado o trânsito dentre 295 cidades, de 38 países e seis continentes. Um dos resultados da pesquisa revelou que os cariocas desperdiçaram 165 horas no trânsito no ano de 2015. O estudo mostra média de 47% de acréscimo no tempo de viagem, em 2015, e queda de 4% em relação a 2014 (seta verde na Tabela 2), quando o carioca gastava 51% a mais do tempo de viagem. Na pesquisa da TomTom, o Rio de Janeiro aparece atrás apenas da Cidade do México (59%), Bangkok (57%) e Istambul (50%) e entre os nove municípios brasileiros avaliados aparece em primeiro lugar em congestionamento, seguido por Salvador e Recife.

**Tabela 2** – Ranking de congestionamentos por cidades no mundo

Ranking Mundial	Cidade	País	Nível de Congestionamento	% incremento	Pico Matutino	Pico Noturno
1º	Cidade do México	México 	59%	4% ▲	97%	94%
2º	Bangkok	Tailândia 	57%	N/A	85%	114%
3º	Istambul	Turquia 	50%	8% ▼	62%	94%
4º	Rio de Janeiro	Brasil 	47%	4% ▼	66%	79%
5º	Moscou	Rússia 	44%	6% ▼	71%	91%
6º	Bucarest	Romênia 	43%	2% ▲	83%	87%
7º	Salvador	Brasil 	43%	3% ▼	67%	74%
8º	Recife	Brasil 	43%	2% ▼	72%	75%
9º	Chengdu	China 	41%	5% ▲	73%	81%
10º	Los Angeles	Estados Unidos 	41%	2% ▲	60%	81%

Fonte: Adaptado de TomTom (2015)

Esse cenário de caos urbano tem que ser revertido, e a integração entre os modos de transportes passa a ser uma solução viável e que começa a ser implementada de forma gradativa no município do Rio de Janeiro.

Nesse município, a integração modal entre diferentes operadores ocorria apenas entre os sistemas ferroviários, devido à facilidade de ambos estarem sobre trilhos. Com o advento do BRT, porém, esse cenário começou a receber novas proporções na questão de integrações físicas. Atualmente, a Estação Madureira é onde se realiza a integração entre o BRT e o trem (Figura 3), os dois sistemas estudados, conectando os ramais Deodoro, Japeri e Santa Cruz do sistema de trens da Supervia ao corredor Transcarioca.

**Figura 3** – Estação multimodal de Madureira



Fonte: Gonçalves (2015)

Inaugurado em julho de 2014, o BRT Transcarioca quase dobrou a quantidade de passageiros que embarcam diariamente na estação de trem de Madureira, que fica ao lado do corredor exclusivo para ônibus.

O balanço da Supervia aponta que os embarques na Estação Madureira, cresceram de 23 mil por dia, em maio de 2014, para 42 mil, ao fim de 2015. Segundo Ribeiro (2015), um dos pontos centrais dos planos para transformar a mobilidade no Rio, a integração de diferentes modos de transportes registrou um salto significativo nos últimos anos.

De acordo ainda com a Supervia (2014), a fim de suportar a demanda, desde outubro de 2014, os intervalos entre os trens foram reduzidos de dez para seis minutos no ramal Deodoro, e os ramais Japeri e Santa Cruz passaram a contar com viagens expressas, parando apenas em estações estratégicas.

## ESTUDO DE CASO

O estudo de caso está baseado em verificar a integração entre o BRT e o trem por meio de uma pesquisa de campo em que foi elaborado um questionário com o intuito de avaliar, sobretudo, a percepção dos usuários em relação aos atributos dessa integração.

Segundo Reck (2011), o usuário utiliza o sistema de transporte por necessidade de deslocamento para cumprir um objetivo específico, ou seja, deslocar-se de um local de origem para um determinado destino por algum motivo, numa determinada hora, realizando determinado trajeto, utilizando o modo de transporte que achar mais conveniente, ponderando uma série de atributos dos serviços disponíveis para avaliar qual será o mais eficiente para seu deslocamento. Portanto, os atributos de cada um dos sistemas devem sempre ser revistos para atender da melhor maneira o cliente, assim como a integração deve ser mantida de modo que haja um desempenho satisfatório.

Para medir as características que determinam a qualidade da integração do transporte público entre ônibus e trem, executou-se uma pesquisa de opinião, por meio da aplicação de um questionário aos usuários, dividido em três partes. A primeira parte foi um breve perfil do usuário e do seu deslocamento, a segunda parte apresentava, como principal finalidade, conhecer as classificações de opiniões emitidas por notas, sendo atribuídos níveis de satisfação e a terceira parte consistia em saber o grau de importância dos principais indicadores de qualidade para a utilização do sistema BRT.

Antes de empreender a análise detalhada, foram verificadas a consistência e a integridade das respostas, com o intuito de controlar questionários incoerentes ou incompletos e validar a quantidade de questionários respondidos.

O formulário foi aplicado em uma amostra aleatória de 123 usuários do transporte público por ônibus e trem, propiciando uma amostragem de 9% da população de passageiros. A pesquisa foi realizada em dias típicos nos horários de pico da manhã, abordando pessoas oriundas do BRT ou do trem na Estação Madureira.

O método de entrevista utilizado foi o presencial, permitindo bom índice de resposta dos usuários abordados e tendo-se, inclusive, a observação e apontamentos da percepção espontânea e externa às perguntas fechadas, que contribuem para eventuais soluções. Para garantir a qualidade das respostas, foram considerados alguns procedimentos, como a abordagem ao explicar os objetivos da pesquisa, o questionário e o esclarecimento de eventuais dúvidas.

Com os dados coletados, utilizou-se uma técnica de análise de dados quantitativos. A análise tem como objetivo organizar os dados de forma que fique possível o fornecimento de respostas para o problema proposto. Em relação

às formas que os processos de análise de dados quantitativos podem assumir, tomando-se como referência Gerhardt e Silveira (2009), observam-se, em boa parte das pesquisas, os seguintes passos: estabelecimento de categorias; codificação e tabulação; e análise estatística dos dados.

Os dados qualitativos foram transformados em notas para que se pudessem equalizar as respostas e verificá-las de forma numérica.

### Pesquisa de campo

A pesquisa de campo teve como foco especificamente os usuários da integração entre o sistema BRT Transcarioca e o sistema de trem na Estação Madureira.

A todo o momento, a pesquisa de campo voltou-se à coleta de dados capazes de quantificar e qualificar preferências dos clientes quanto à integração modal (física e tarifária) e também quanto aos serviços prestados pelo BRT em questão, a fim de se obterem resultados que possam ser utilizados para o processo de melhoria contínua do transporte público e do uso de integrações entre os modos de transportes, assim como para a mobilidade urbana em toda a cidade do Rio de Janeiro.

Buscando ser o mais eficiente possível, as pesquisas foram bem direcionadas à demanda-alvo. Foram realizadas em dias e horários considerados de pico de passageiros, visando alcançar o público que utiliza a integração e que pudessem trazer informações mais precisas e realistas. A Tabela 3 traz, em resumo, as atividades e datas da realização da pesquisa de campo.

**Tabela 3** – Resumo do cronograma das entrevistas da pesquisa de campo

Data	Dia da semana	Horário da pesquisa	Estação
15/03/2016	Terça-feira	06h30 – 10h30	Madureira
17/03/2016	Quinta-feira	06h30 – 10h30	Madureira

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

O questionário elaborado para a pesquisa buscava, nas primeiras perguntas, identificar o perfil do entrevistado (usuário) com idade e gênero, bairro ou estação de origem e destino, forma de deslocamento anterior e uso de demais modos complementares à viagem.

O próximo questionamento ao entrevistado tinha o intuito de qualificar a facilidade de integração entre as estações de BRT e trem e os serviços prestados pelo sistema BRT, em uma escala de 0 a 5. Ao ser questionado, o usuário

tomava conhecimento sobre os conceitos para a avaliação: os índices 0, 1, 2, 3, 4 e 5 correspondiam a muito ruim, ruim, regular, bom, ótimo e excelente, respectivamente.

Ao final, o usuário era questionado quanto à principal característica motivacional (dentre as qualificadas anteriormente), que o levara a mudar seu método de deslocamento anterior e a optar pela utilização do sistema BRT juntamente com o trem (Figura 4).

Figura 4 – Questionário utilizado para pesquisa de campo

	PESQUISA COM USUÁRIOS SOBRE INTEGRAÇÃO DO SISTEMA BRT COM O TREM - ESTAÇÃO DE MADUREIRA, RIO DE JANEIRO - RJ		
	FEMININO ( )	MASCULINO ( )	IDADE: _____
Chegou à estação de trem utilizando o Sistema BRT? Sim ( ) Não ( )			
Qual seu bairro/estação de origem? _____		Qual seu bairro/estação de destino? _____	
Como fazia esse mesmo itinerário antes do BRT?			
Ônibus + Metrô ( )    Ônibus + Ônibus ( ) Trem + Metrô ( )    Van + Metrô ( )    Outros ( )			
Utiliza mais algum modal de transporte para completar sua viagem?		BRT ( ) Metrô ( ) Ônibus ( ) Trem ( ) Van ( ) Carro ( )	
A pé ( ) Barcas ( ) Bicicleta ( ) Outros: _____			
Em uma escala de 0 a 5, como avalia a facilidade de transbordo de um modal para outro? _____			
Faça uma avaliação quanto à qualidade dos aspectos mencionados abaixo, numa escala de 0 a 5.			
RAPIDEZ / TEMPO DE VIAGEM ( ) CONFORTO TÉRMICO ( ) CONFORTO FÍSICO ( ) SEGURANÇA ( ) CUSTO ( )			
Dos aspectos avaliados acima, qual foi o principal motivador para começar a utilizar o Sistema BRT? _____			

Toda vez que se realiza uma pesquisa, é fundamental que seja feita uma análise prévia de tamanho de amostra, para que, dessa forma, seja possível prever um erro amostral, que, sendo inevitável, precisa ser suficientemente tolerável. O método adotado para quantificar a amostra foi de amostragem aleatória simples, em que, conforme explica Barbetta (2002), cada subconjunto da população com o mesmo número de elementos tem a mesma chance de ser incluído na amostra. Como fórmula para cálculo do tamanho da amostra foram utilizadas as equações 1 e 2.

$$n_0 = \frac{1}{E_0} \quad (1) \quad n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0} \quad (2)$$

Onde:

N = Tamanho da população

$E_0$  = Erro amostral tolerável

$n_0$  = 1ª aproximação do tamanho da amostra

n = Tamanho da amostra

O erro amostral adotado foi de 9% para o trem, que poderia ter sido reduzido para maior representatividade das respostas, no entanto, por se tratar de um trabalho acadêmico, com restrição de quantidade de pesquisadores, admitiu-se esse erro como tolerável.

Segundo a Fetranspor (2016), diariamente, durante o horário de pico, 3.598 usuários realizam integração com o trem na Estação Madureira, tendo-se como referência o mês de novembro de 2014, e de acordo com dados da bilhetagem eletrônica.

Ao fazer o cálculo levando-se em consideração o erro amostral de 9% e população de 3.598 usuários que realizam integração, com a aplicação das equações 1 e 2, chega-se ao tamanho de amostra necessária de 119 entrevistados na Estação Madureira. Durante a pesquisa, foram validadas as entrevistas de 123 pessoas.

## Resultados

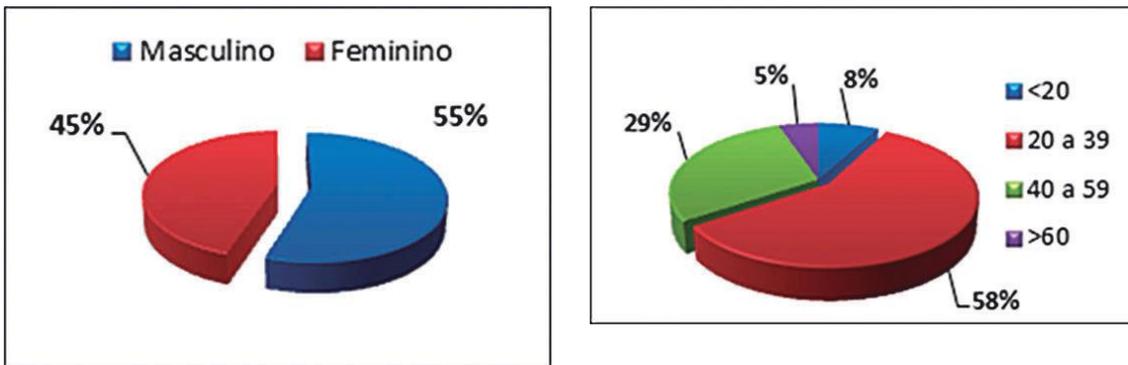
Serão apresentadas apenas as análises resultantes da integração. Ainda que se tenham avaliado os atributos do sistema BRT e que haja possibilidade de análise cruzada de resultados com a caracterização da demanda, serão apresentados os resultados de forma comparativa e apenas para avaliar como está se dando essa integração. Restringindo-se ao objetivo do artigo, a Tabela 4 apresenta a média geral dos atributos do sistema BRT.

**Tabela 4** – Conceitos obtidos em cada atributo das características do BRT

	Rapidez/ Tempo de viagem	Conforto térmico	Conforto físico	Segurança	Custo tarifário	Avaliação do transbordo
Média geral	4,31	3,54	2,76	2,51	2,62	3,84

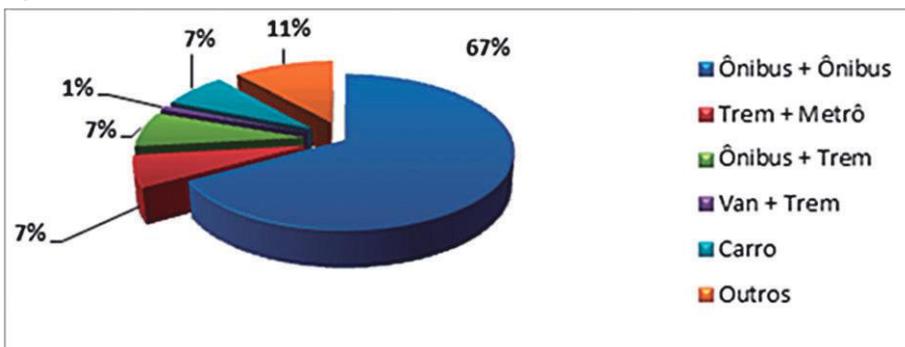
Para mostrar que não houve tendência na amostra, as Figuras 5 e 6 caracterizam os usuários entrevistados.

**Figuras 5 e 6** – Percentual dos gêneros e faixa etária dos usuários entrevistados



Quando questionados sobre como realizavam seu deslocamento anteriormente à implantação do BRT, a grande maioria respondeu que fazia o percurso com dois ônibus e esse número de pessoas que utilizavam somente integrações entre ônibus de fato tenderia a ser maior, visto que a capilaridade da integração intermodal era bem menor antes do sistema BRT. Analisando-se a Figura 7, percebe-se a absorção de usuários que esta integração permitiu, de modo a tanto reduzir o tempo entre as integrações anteriores, quanto mitigar o uso de veículos particulares, que correspondem a 7% dos entrevistados que utilizavam o carro como de transporte ao realizar seu deslocamento.

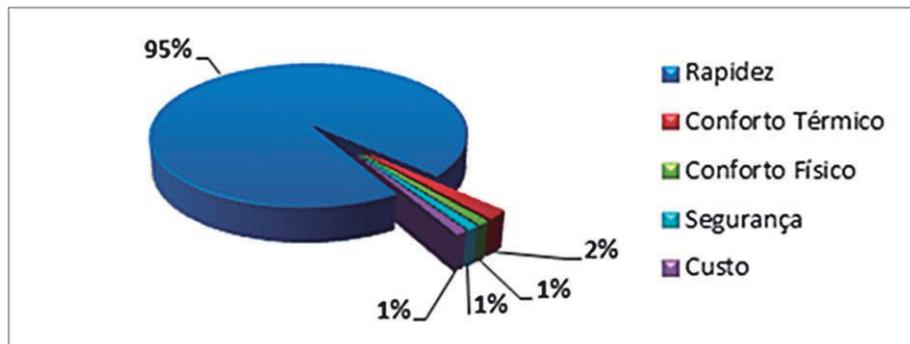
**Figura 7** – Modo como era realizado o deslocamento antes do BRT



A Transcarioca, por ser o corredor de BRT de mais recente implantação à época da pesquisa, tende a obter, teoricamente, resultados mais satisfatórios. Em relação aos seus serviços, foi também analisado, por fim, qual das opções pontuadas foi a influenciadora para a utilização do sistema BRT. A opção quase que unanimemente pontuada foi a rapidez, conforme Figura 8, com 118 usuários avaliando esse atributo como principal motivador (95%), assim ressaltando a confiabilidade do sistema em relação à garantia do tempo de viagem, visto que o sistema

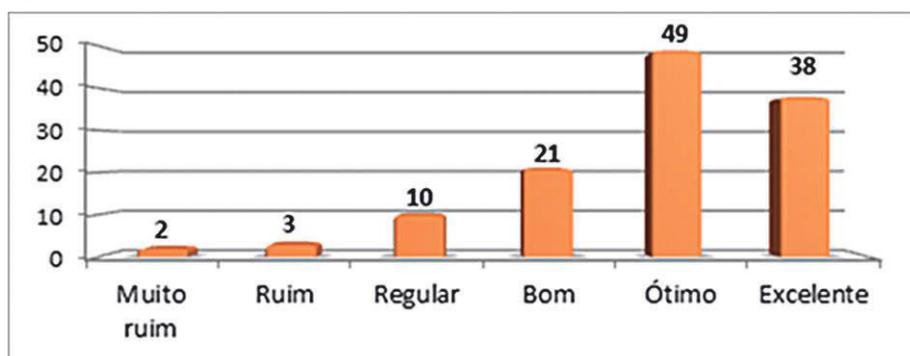
proporcionou um ganho de tempo significativo em relação a outros modos de transporte, realizando o mesmo trajeto. Dois usuários afirmaram que optaram pelo conforto térmico, fator de que não se dispõe na maior parte dos ônibus convencionais, e, quando existente, é cobrada uma tarifa maior. E nos quesitos segurança, conforto físico e custo, apenas um usuário elegeu cada uma destas opções, o que mostra a diversidade de opiniões daqueles que utilizam diariamente o sistema, porém de forma praticamente inexistente frente à imensa opinião do quesito rapidez.

**Figura 8** – Motivação para migração da integração do BRT com outro trem



Além do questionamento acerca dos atributos do BRT, foi avaliado também o transbordo entre os modos de transporte e, apesar de algumas críticas – tais como falta de cobertura, largura da passarela e restrições de acessibilidade, visto que os elevadores nem sempre estão funcionando –, os usuários reconhecem essa opção como boa a ótima, e deram uma média de 3,84 para a integração física entre o trem e o BRT, qualificando-a entre os conceitos bom e ótimo. A representação quantitativa das avaliações do transbordo pode ser observada na Figura 9.

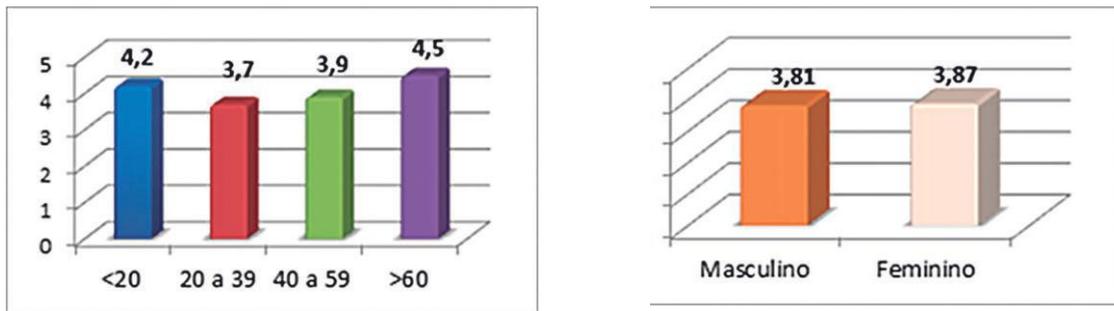
**Figura 9** – Quantitativo de notas em avaliação do transbordo



A integração foi avaliada em relação às opiniões de cada faixa etária, sendo que os entrevistados acima de 60 anos foram responsáveis pela melhor média nesse atributo, conforme Figura 10. Essa média representa um fator interessante, dado que, geralmente, os maiores de 60 anos são mais críticos em relação à integração física, por terem, muitas vezes, dificuldades de locomoção, e ainda assim conceituaram o transbordo de ótimo a excelente, em média.

O transbordo realizado para integração física entre o trem e o BRT, em relação ao gênero dos entrevistados, foi mais bem avaliado pelos usuários do gênero feminino. Ambos os gêneros mantiveram avaliações médias próximas, qualificando o transbordo entre bom e ótimo (Figura 11).

Figuras 10 e 11 – Avaliação do transbordo em relação à faixa etária e ao gênero dos entrevistados



Em relação às zonas de origem, os usuários que originaram da Zona Norte foram os que melhor avaliaram o custo do sistema, porém, pode-se observar, a partir da Figura 12, que a melhor média não está muito acima da pior média, o que demonstra certo nivelamento de opiniões, independente do bairro de origem da viagem, evidenciando que este atributo está qualificado entre regular e bom (entre 2 e 3), em relação à opinião média dos usuários originários de todas as zonas.

Figura 12 – Avaliação do transbordo em relação ao bairro de origem do entrevistado

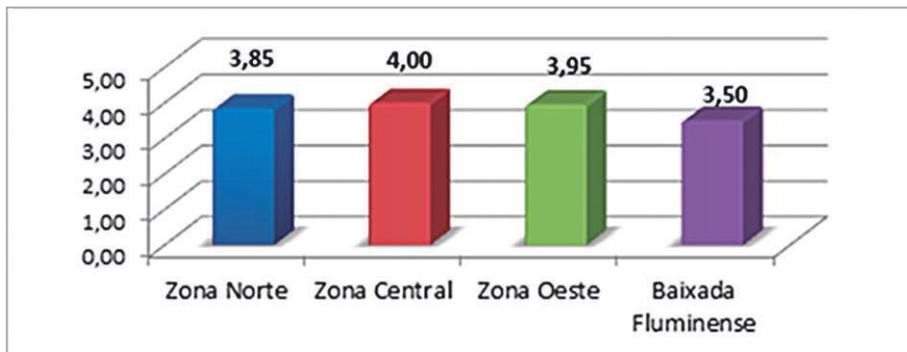
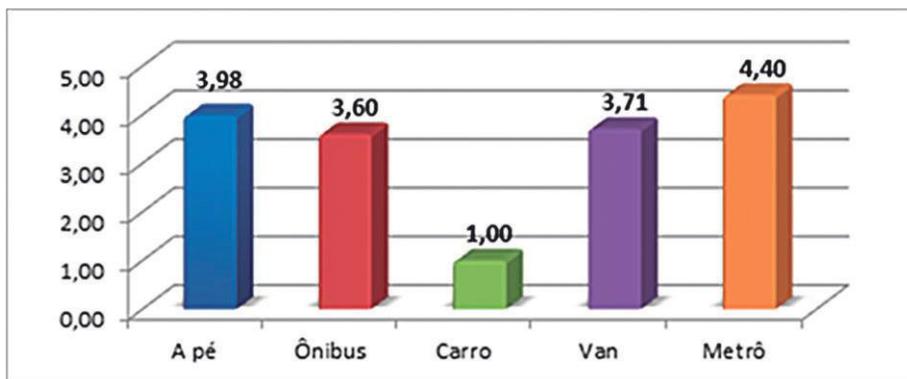


Figura 13 – Avaliação de transbordo em relação ao complemento de viagem



Em relação aos entrevistados que utilizam complemento de viagem com outros modos, a melhor avaliação do transbordo foi dos que utilizam o metrô como complemento, qualificando o transbordo como ótimo a excelente. Conforme Figura 13, pode-se observar que os usuários que utilizam van, ônibus ou realizam o complemento de viagem a pé qualificaram o transbordo entre bom e ótimo (notas entre 3 e 5). A pior avaliação foi dos usuários que utilizam carro como complemento modal, que qualificaram o transbordo como ruim (nota 1).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As decisões acerca do futuro do transporte devem acompanhar as tendências de crescimento das cidades, sem permitir a degradação do espaço urbano, de modo a não provocar prejuízos em nenhuma das partes do sistema: nem dos planejadores, nem dos operadores, nem dos usuários.

Foi possível identificar a transferência dos usuários das linhas convencionais de ônibus que foram extintas para o sistema BRT, garantindo o usuário cativo no sistema de transporte público. Mas faz-se necessário o estudo de impacto em algumas regiões que têm solicitado mais linhas convencionais, como possíveis regiões para expansão do sistema BRT. Enquanto isso, deve-se prover linhas alimentadoras eficientes que atendam às regiões de modo a não ocasionar o efeito oposto ao intencionado pela implantação do sistema, que é o de reduzir o tempo de viagem.

Para acompanhar o comportamento dos usuários com relação à integração entre o BRT e outros modos, recomenda-se ampliar os estudos de integração entre BRT e trem para fins de melhoria da qualidade do serviço. É importante

ressaltar a necessidade de realização periódica dessas pesquisas ao longo dos anos, objetivando acompanhar os níveis de satisfação junto à evolução dos sistemas.

O Rio de Janeiro ainda está muito longe de estratégias de transporte alternativo, como bicicletas, para complementos de viagens, o que foi constatado devido a nenhum dos usuários entrevistados utilizaram esse modal como complemento de sua viagem, apesar de ser uma alternativa de imenso valor.

Para a construção da imagem do BRT como um sistema rápido e eficiente – já que a rapidez foi apontada pela pesquisa como conceito mais atribuído ao incentivo para o uso do sistema –, deve ser realizada manutenção e revisão dos serviços, principalmente, no intervalo entre veículos (*headways*), que foi a principal reclamação dos usuários, os quais comparam o início do funcionamento do sistema com os dias atuais, alegando que esses intervalos aumentaram.

Após análise de todos os dados, entende-se que a solução de integração modal é o ponto crucial para o desenvolvimento do transporte público na cidade e no estado do Rio de Janeiro, suprimindo a necessidade por décadas ausente, porém apontando a um futuro que coloca o sistema de transporte público nos requisitos ideais para mobilidade urbana de megacidades, ao manter o trecho de alta demanda com um modal de transporte de alta capacidade, integrado a outros modos de alta capacidade e com baixos custos.

É indubitável que a implantação do sistema em pleno funcionamento acarretará benefícios ainda maiores e que o BRT venha a ter maior impacto na cidade do Rio de Janeiro, permitindo a melhor fluidez do tráfego em zonas anteriormente condenadas a congestionamentos intensos.

## REFERÊNCIAS

- BARBETTA, Pedro Alberto. *Estatística aplicada às ciências sociais*. 5. ed. Porto Alegre: Ed. da UFSC, 2002. cap. 3.
- BONFIM, I. *Uma contribuição à mobilidade urbana sustentável: estudo de caso da cidade de Juiz de Fora*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.
- BRT BRASIL. *O que é BRT?* Disponível em: <<http://www.brtbrasil.org.br>>. Acesso em: 16 dez. 2015.
- CABRAL, Richele et al. *Guia da mobilidade sustentável: uma cidade melhor para uma vida melhor*. Rio de Janeiro: Fetranspor, 2013.
- FERRAZ, Antonio “Coca” Pinto; TORRES, Isaac Guillermo Espinosa. *Transporte público urbano*. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004.
- FIRJAN. *O custo dos deslocamentos nas principais áreas urbanas do Brasil*. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/o-custo-dos-deslocamentos-nas-principais-areas-urbanas-do-brasil.htm>>. Acesso em: 14 jan. 2016.
- FRANÇA, Hélio Mauro. *Trens regionais: uma necessidade que se impõe – Trem regional de passageiros de alta velocidade*. Brasília, nov. 2012. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/10279016-Trens-regionais-uma-necessidade-que-se-impoe-trem-regional-de-passageiros-de-alta-velocidade-implantacao-do-tav-rio-de-janeiro-campinas.html>>. Acesso em: 16 dez. 2015.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). *Métodos de Pesquisa*. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GONÇALVES, Fábio. [Sem título]. 20 jun.2015. 1 fotografia. In: O DIA. Foto apresentada em BRT aumentou a integração entre os transportes. Disponível em <<http://odia.ig.com.br/noticia/observatorio/2015-06-20/brt-aumentou-integracao-entre-meios-de-transporte.html>>. Acesso em: 9 jan. 2016.
- INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO – ITDP Brasil. *Análise de impacto do BRT Transcarioca na mobilidade urbana do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2015.
- LITMAN, T. A. Transit price elasticities and cross-elasticities. *Journal of Public Transportation*, Tampa-FL, v.7, n. 2, p. 37–58, 2004.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana. *Manual de BRT – Bus Rapid Transit: Guia de Planejamento*. Brasília: Ministério das Cidades, 2008.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável*. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em: 29 mar.2016.
- NTU – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. *Mobilidade Sustentável: para um Brasil mais competitivo*. Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano. Brasília: NTU, 2013.
- OLIVEIRA, Gilmar Silva de. *Integração tarifária temporal nos sistemas de transporte público por ônibus*. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Coppe/UFRJ. Rio de Janeiro, 2013.
- RECK, Garrone. *Transporte público*. Departamento de Transportes da Universidade Federal do Paraná – UFPR. Paraná, 2011. Apostila. Disponível em: <[http://www.dtt.ufpr.br/Transporte%20Publico/Arquivos/TT057\\_Apostila.pdf](http://www.dtt.ufpr.br/Transporte%20Publico/Arquivos/TT057_Apostila.pdf)>. Acesso em: 9 nov. 2015.
- RENFE. Informações sobre modal ferroviário de Madrid e Cercanias. Disponível em: <http://www.renfe.com/>> Acesso em: 22 out. 2015.
- RIBEIRO, Gustavo. BRT aumentou integração entre meios de transporte. *O Dia*. Rio de Janeiro, 20 jun. 2015. Disponível em: <<http://odia.ig.com.br/noticia/observatorio/2015-06-20/brt-aumentou-integracao-entre-meios-de-transporte.html>>. Acesso em: 12 mar. 2016.
- SUPERVIA. *Passageiros da Supervia podem chegar a mais lugares do Rio com a nova integração em Madureira*. 2014. Disponível em: <<http://www.supervia.com.br/noticia/passageiros-da-supervia-podem-chegar-a-mais-lugares-do-rio-com-a-nova-integracao-em-madureira/751-2014>>. Acesso em: 9 jan. 2016.
- TOMTOM. *Measuring congestion worldwide*. TomTom Americas Traffic Index. 2015. Disponível em: <[https://www.tomtom.com/pt\\_br/traffic-cindex/](https://www.tomtom.com/pt_br/traffic-cindex/)>. Acesso em: 30 jan. 2016.
- UITP – UNIÃO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO. *UITP Public Transport Trends*. 2015.
- WRI BRASIL. *BRT – Bus Rapid Transit*. Disponível em: <<http://wricidades.org/BRT>>. Acesso em: 4 dez. 2015.

## DADOS DOS AUTORES

**Eunice Horácio de Souza de Barros Teixeira** ([eunice.horacio@gmail.com](mailto:eunice.horacio@gmail.com)), M.Sc. em Engenharia de Transportes pela Coppe/UFRJ, engenheira civil e professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) do Departamento de Engenharia Civil do Cefet/RJ.

**José Artur d’Oliveira Mussi** ([arturmussi@gmail.com](mailto:arturmussi@gmail.com)), mestre em Tecnologia pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ), engenheiro civil, professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) e chefe do Departamento de Engenharia Civil do Cefet/RJ.

**Ronaldo Balassiano** ([ronaldo@pet.coppe.ufrj.br](mailto:ronaldo@pet.coppe.ufrj.br)), pós-doutor pela University of California, Berkeley, PhD. em Engenharia de Transportes na University of Westminster, M.Sc. em Planejamento Energético e Ambiental, M.Sc. em Engenharia de Transportes, engenheiro civil, professor associado do Programa de Engenharia de Transportes/Coppe/UFRJ.

**Rosana Dischinger Miranda** ([rosanacefetrj@gmail.com](mailto:rosanacefetrj@gmail.com)), M.Sc. em Tecnologia pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ), engenheira civil, professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT) e chefe substituta do Departamento de Engenharia Civil do Cefet/RJ.

**Victor Rodrigues do Amaral** ([rodrigues.victor@live.com](mailto:rodrigues.victor@live.com)), engenheiro civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ).

## TURBIDEZ EM ORGANISMOS AQUÁTICOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E SUAS IMPLICAÇÕES LEGAIS

Bruno Villardi

Gandhi Giordano

Olavo Barbosa

**RESUMO:** As questões sobre poluição aquática carecem de estudo mais aprofundado, pois, devido à grande quantidade de resíduos sólidos e efluentes, a contaminação de ambientes aquáticos se torna inevitável. Um parâmetro de qualidade das águas para consumo é a turbidez causada por sólidos em suspensão presentes na água. De acordo com os autores aqui discutidos, sedimentos finos são definidos como partículas inorgânicas de tamanhos entre 0,45µm até 2 mm, dentre os quais os sedimentos finos de origem antropogênica são reconhecidos como os maiores contaminantes de ecossistemas aquáticos. No presente trabalho se discute a mortalidade de organismos decorrente da turbidez causada a partir de uma determinada quantidade de sedimentos suspensos e como a respectiva legislação aborda o assunto. Conclui-se que a Resolução da CONAMA nº 357 utiliza valores de turbidez acima de outras legislações, desconsiderando efeitos sobre organismos aquáticos.

**Palavras-chave:** Turbidez. Organismos aquáticos. Legislação. Filtração.

**ABSTRACT:** The issues of water pollution need to be studied and deepened, because due to the large amount of solid wastes and effluents the contamination of aquatic environments becomes inevitable. Turbidity, which is caused by the presence of solids in suspension is a measure of the quality of consumption water and industrial wastewater. According to several authors here discussed, fine sediments are defined as inorganic particles with sizes among 0,45µm up to 2 mm. The fine sediments of anthropogenic origin are recognized as major aquatic ecosystems contaminants. In this paper, the discussion about a certain amount of suspended sediments causing turbidity that will cause the mortality of aquatic organisms. A discussion is also made about some of the current laws and regulations across the issue. It is concluded that the CONAMA's No. 357 resolution adopts turbidity values above other environmental laws disregarding effects over aquatic organisms.

**Keywords:** Turbidity. Aquatic organisms. Legislation. Filtration.

## INTRODUÇÃO

A turbidez em corpos hídricos é também gerada por sedimentos finos de origem antropogênica, ou seja, provenientes de atividades humanas. Esses sedimentos finos são reconhecidos como o maior contaminante de ecossistemas aquáticos (BILOTTA; BRAZIER, 2008; CLAPCOTT et al., 2011). Esse parâmetro é formado por várias substâncias: algas microscópicas como fitoplânctons, bactérias, substâncias orgânicas dissolvidas que mancham a água, partículas suspensas de argila e sólidos coloidais (HARGREAVES, 1999). Para classificar a turbidez, realiza-se a mensuração da propriedade da luz dispersa em uma solução contendo partículas suspensas ou coloides (METCALF; EDDY, 2014).

Outro parâmetro de qualidade da água denominado Sólidos Suspensos Totais (SST) é definido pela Apha (2005) como uma variedade de material sólido encontrado em corpos hídricos, mediante coleta de uma amostra de efluente ou água de outros corpos aquáticos, utilizando um filtro membrana de fibra de vidro e evaporando esta amostra. O que permanecer na amostra é sólido suspenso (APHA, 2005).

A diferença entre turbidez e sólidos suspensos totais é que a turbidez mensura como a luz penetra na água, o que depende também da composição e do tamanho do material particulado suspenso, podendo ser afetada pela matéria orgânica dissolvida; já os sólidos suspensos totais são definidos pelo peso da matéria sólida por volume da água (ROBINSON, 2009).

Assim, turbidez tem uma forma de mensuração mais simples, pois utiliza somente um instrumento, enquanto os sólidos suspensos totais (SST) necessitam de filtração, secagem, e pesagem de grandes volumes de amostras.

Segundo Cavanagh (2014) a mensuração de sedimentos suspensos na água é feita por níveis de turbidez em NTU – Nephelometric Turbidity Units – ou pela concentração de sedimentos suspensos em mg/L.

Sedimentos ou sólidos suspensos podem estar presentes em grandes quantidades em áreas já afetadas por atividades como a mineração.

Embora os efeitos dos sedimentos finos ainda não sejam completamente compreendidos, já são conhecidos quais limites aceitáveis podem ocorrer para a mortandade e a mudança de comportamento de organismos aquáticos.

Diferentemente de outros poluentes, como pesticidas, fármacos e remédios, os sedimentos

suspensos são encontrados na natureza como componentes do ecossistema aquático e também têm importância no funcionamento ecológico desses sistemas.

## SEDIMENTOS SUSPENSOS NO MEIO AQUÁTICO

Denominam-se sedimentos as partículas transportadas por processos da natureza, como água, vento e geleiras, e depois depositadas (BILOTTA; BRAZIER, 2008).

Em condições normais de correnteza, partículas menores que 0,0625 mm, incluindo coloides, argila, barro e silte, denominam-se sedimentos suspensos. A movimentação dos sedimentos é alterada com correntes de água com velocidades maiores ocorrendo transporte de partículas maiores (CLAPCOTT et al., 2011).

Segundo Gordon et al. (2004), em qualquer ponto de um rio, a quantidade e a mobilidade de sedimentos varia naturalmente durante o tempo, a movimentação de sedimento fino e influenciada pelo escopo do rio, seu relevo, velocidade e descarga de sedimentos. Em águas com correnteza, os sedimentos podem ser definidos pelo tamanho da partícula e pela composição. Também podem ser orgânicos ou inorgânicos na natureza, causando turbidez suspensos nas colunas de água ou depositados no leito dos rios (CLAPCOTT et al., 2011).

· A classificação de Wentworth (1922) caracteriza sedimento pelo tamanho da partícula em barro e silte (<0,0625 mm); areia (0,0625 – 2 mm).

As atividades humanas tais como desenvolvimento urbano e agricultura podem acelerar a sedimentação em rios ou modificar a progressão natural dessa sedimentação. Para Clapcott et al. (2011) a deposição de sedimentos finos ocorre quando as partículas inorgânicas depositadas na nascente do rio apresentam tamanho menor que 2 mm.

Uma das causas de prejuízo da qualidade da água é a presença de excesso de sedimentos suspensos que variam de tamanho na escala de nanopartículas, coloides até o tamanho de grãos de areia. Sedimentos suspensos podem ter uma série de efeitos nas fontes de água, desde questões estéticas até altos custos de tratamento da água, declínio na quantidade de peixes e séria degradação ecológica. Com isso, podem ocorrer problemas nos serviços fornecidos por

ecossistemas aquáticos mundiais cujo valor está estimado em 1,7 trilhões de dólares por ano (COSTANZA et al., 1997).

Conforme estudos preliminares para construção de um oleoduto na costa de Maptaphut, no leste da Tailândia, os sólidos suspensos causados por uma dragagem provocaram aumento da turbidez e redução da penetração da luz. Com isso, ocorreu redução do crescimento e morte de organismos da biota aquática (WORAMUT et al., 2015).

Já nos EUA, para prevenir problemas causados por turbidez e sólidos suspensos, o estado da Florida regulamentou que a turbidez não pode exceder 29 NTU no mar; na Austrália, para proteção dos recifes de corais, foi regulamentado em 199 mg/L de sólidos suspensos durante uma dragagem e, na Tailândia, os sólidos suspensos estão regulamentados seguindo a notificação da National Environmental Board N. 27, B.E. 2549 (2006), não podendo ultrapassar o desvio padrão da soma da média diária ou média mensal ou média anual (WORAMUT et al., 2015).

## EFEITOS DOS SEDIMENTOS SUSPENSOS EM ORGANISMOS AQUÁTICOS

Partículas pequenas de argila ficarão em suspensão afetando a penetração da luz e causando prejuízo a organismos pelágicos como peixes e zooplânctons (SPARKS, 2003).

O problema mais comum causado por sedimentos em organismos aquáticos invertebrados é sua mudança no hábitat. Os invertebrados bentônicos vivem acima ou dentro das nascentes de rios, por isso, mudanças em seu hábitat afetarão diretamente sua comunidade. Existe uma grande variedade nas respostas de invertebrados bentônicos para aumento de sedimentos como mudanças na alimentação e crescimento, comportamento, diversidade e abundância, composição da comunidade (WOOD; ARMITAGE, 1997).

Espera-se que águas com turbidez afetem especificamente e criem limitações a certas espécies aquáticas. Estudos com salmões de Birtwell, Farrell e Jonsson (2008) demonstraram o efeito da turbidez em salmões chinook jovens (0-1270 NTU: 0-1000 mgL<sup>-1</sup>) e salmões coho (5,8 NTU; 2,7-3,0 mgL<sup>-1</sup>) expostos a períodos de 3 a 9 semanas e 6 meses, mostraram a importância de averiguar que níveis baixos de turbidez tiveram efeito na biota.

A alimentação de invertebrados pode ser diretamente afetada pela obstrução de seu aparelho digestivo, impedindo a alimentação por filtração; efeitos indiretos podem ocorrer, tais como mudanças nas fontes de alimentos e aderência de substâncias tóxicas nos sedimentos (COLLIER, 2002).

Já no ensaio desenvolvido por Chen et al. (2011) utilizando, como biomonitoradores, o microcrustáceo *Daphnia magna* e o *Oryzias latipes* (conhecido como peixe-arroz), foi observado o comportamento desses organismos, avaliando-se a influência dos parâmetros temperatura, pH e turbidez. Os equipamentos de biomonitoramento são baseados nas respostas comportamentais de organismos aquáticos (sua sensibilidade). Um Biological Early Warning System (BEWS), que é um sistema de aviso biológico, foi conectado a um monitor de qualidade de água (multi-parameter), a turbidez foi ajustada em 1, 2, 5, 10, 20, 50 e 100 NTU, com diatomito, que é um mineral composto por células unicelulares de plantas aquáticas.

Aturbidez da água está correlacionada não somente com matéria suspensa, mas também com o tamanho da partícula, que varia de 0 NTU para mais de 1000 NTU em dias de chuva. Ainda segundo Chen et al. (2011), a *Daphnia magna* teve uma diminuição em sua movimentação quando ocorreu um aumento da turbidez de 50 NTU e também em 100 NTU; já o peixe-arroz mostrou grande diferença em relação à *Daphnia magna*, pois, em 24 horas com 50 NTU, não mostrou mudança em sua mobilidade, mas, com 100 NTU, mostrou uma mobilidade intensa. Assim, esses resultados sugeriram que a turbidez da água pode afetar o comportamento desses organismos aquáticos.

Existem outros trabalhos sobre avaliação da turbidez e sólidos suspensos utilizando biomonitoradores. Turley et al. (2014) avaliaram uma ferramenta de biomonitoramento para sedimento fino. Nesse trabalho, o transporte de sedimentos e materiais particulados de vários tamanhos (coloidal até areia) por rios e oceanos representa uma parte importante do sistema de erosão global, um importante componente dos ciclos biogeoquímicos, importante para a heterogeneidade e o funcionamento ecológico. Entretanto, as atividades antropogênicas causam um desequilíbrio na dinâmica dos sedimentos finos, tanto no meio natural, quanto nas condições padrão, o que pode causar degradação ecológica.

O microcrustáceo *Daphnia*, como organismo filtrador, não distingue durante sua ali-

mentação partículas de comida ou sedimentos suspensos. Assim, a ingestão de quantidade significativa de sedimentos suspensos pode causar uma obstrução no trato intestinal, reduzindo o processamento de alimento (ROBINSON, 2009).

Segundo Robinson (2009), sólidos suspensos afetam diferentes tipos de animais de várias maneiras, indiretamente, quando reduzem a penetração da luz, causando diminuição da fotossíntese de plantas aquáticas. Por esse motivo, há redução no crescimento celular de algas e de outras plantas que servem de fonte de comida para vários organismos aquáticos e peixes. Os efeitos diretos mais comuns são o efeito abrasivo das partículas suspensas, que danificam o tecido das guelras, ou a redução da respiração pela obstrução das guelras, o que leva à redução da resistência a infecções ou doenças, à redução do crescimento ou à mortandade (BILOTTA; BRAZIER, 2008).

Robinson (2009) menciona ainda que também é possível que os sólidos suspensos iniciem uma mudança em parâmetros de qualidade da água. Um exemplo seriam as partículas orgânicas que contidas em sedimentos suspensos causarem um esgotamento do oxigênio dissolvido, aumentando a demanda biológica por oxigênio. O aumento da turbidez reduz a habilidade de caça de peixes que dependem da visão para encontrar comida. A escuridão pode beneficiar tanto as presas quanto os caçadores, pois alguns predadores podem encontrar um contraste entre a presa e suas emissões sonoras.

Existe também o problema de que grandes acréscimos de sedimentos podem causar modificações em ambientes bentônicos usados por peixes na desova e também prejuízo na capacidade respiratória dos peixes causada pela adição de sólidos suspensos que abrasam suas guelras.

Em peixes, os efeitos de sedimentos suspensos ou depositados podem ser diretos ou indiretos, tanto na transparência da água quanto no habitat onde peixes comem e se reproduzem. Kemp et al. (2011) mencionam que níveis altos de sedimentos suspensos podem atingir tecidos e órgãos de peixes. A diminuição na penetração da luz e a claridade da água causam efeitos como mudanças comportamentais até mortandade. A gravidade dos efeitos está associada a fatores como concentração dos sedimentos, frequência ou duração da exposição, forma e tamanho das partículas, poluentes associados, espécie e estágio da vida do organismo em que ocorre a exposição.

Kemp et al. (2011) afirmam que peixes são afetados indiretamente por sedimentos suspensos quando ocorre diminuição da claridade da água (aumento da turbidez), o que tem como consequência alterações nos movimentos migratórios, facilidade ou sucesso em se alimentar e qualidade/quantidade do habitat, causando diminuição nas taxas de crescimento e mudanças na estrutura e tamanho populacional.

McLeay et al. (1987) reportam que danos severos às guelras tendem a ocorrer em níveis relativamente altos de sedimentos suspensos (>500 mg/L), mas ocorrem respostas diferentes entre espécies e estágios de desenvolvimento. Algumas espécies têm danos mínimos ou nenhum dano em altas concentrações de sedimentos suspensos, por exemplo, o peixe grayling do Ártico. Em contraste, longos tempos de exposição a baixos níveis de sedimentos suspensos (100 mg/L) podem causar danos moderados.

Trabalhos como os de Lake e Hinch (1999) mostraram uma diminuição nas taxas de crescimento, o que levou os autores a afirmar que partículas sedimentadas menores podem ser mais prejudiciais às guelras do que partículas grandes.

Sutherland e Meyer (2007) citaram que a redução nas taxas de crescimento em duas espécies de peixes expostas a sedimentos suspensos apresenta relação com dificuldades na respiração. Assim, mortandade pode ocorrer em concentrações variando de 20 para 20.700 mg/L e peixes jovens se mostraram mais sensíveis que adultos.

Wood e Armitage (1997) afirmam que muitos peixes evitam águas com turbidez, temporariamente buscando refúgio ou até se deslocando para águas não impactadas. O mecanismo de evitar águas túrbidas, já foi registrado em diferentes níveis de turbidez dependendo da sensibilidade da espécie à redução da claridade da água.

Como exemplo, Richardson, Rowe e Smith (2001) mostraram que o comportamento de migração para cima do rio do peixe banded kokopu (*Galaxias fasciatus*) foi reduzido quando a turbidez excedeu 25 NTU, resultando em limitação da sobrevivência da espécie. Turbidez elevada tende a reduzir também a atividade de se alimentar, a taxa e o sucesso na detecção de comida, perturbação da visão do peixe, reduzindo, assim, a variabilidade de alimento tanto para bentos quanto para peixes (BILOTTA; BRAZIER, 2008).

Esses autores destacam que as taxas de alimentação são variadas pela turbidez em diferentes espécies. Entre 5-10 NTU, já ocorre de-

créscimo na distância em que o peixe reage para capturar ou consumir sua presa. Em sequência, ocorre declínio na abundância de macroinvertebrados e redução na quantidade de presas e suprimento de comida para peixes. Mesmo que ocorra abundância de presas em águas com turbidez, como ocorre decréscimo na capacidade visual para caça e alimentação nos peixes e, com isso, taxas de crescimento menores.

Kemp et al. (2011) afirmam que períodos extensos ou frequentes de alta turbidez podem resultar em mudanças na distribuição de peixes e na estrutura da comunidade. Isso acontece quando as espécies mais sensíveis são substituídas pelas mais tolerantes em condições de aumento de sedimentos e turbidez (RICHARDSON; JOWETT, 2002).

Na Nova Zelândia, os estudos sobre sedimentos suspensos e seus efeitos estão direcionados à alimentação, ao comportamento de evitar migração e à sobrevivência. O peixe banded kokopu tem sua sensibilidade ligada a comportamento e resposta de evitar turbidez, limitações na migração de desova no rio e redução nas taxas de alimentação quando a turbidez excede 25 NTU, tanto no laboratório quanto nos estudos em rios (RICHARDSON; ROWE; SMITH, 2001).

Rowe, Smith e Williams (2002) mencionam o peixe banded kokopu como espécie referência para águas com turbidez na Nova Zelândia, por ser sensível e bem distribuído; já os peixes longfinn, Īnanga ou redfin bullies são mais tolerantes a elevadas quantidades de sedimentos suspensos, não demonstrando respostas comportamentais para evitar turbidez ou redução em taxas de alimentação com até altos valores de turbidez (420-1100 NTU) após exposição a jatos de sedimentos em laboratório.

Rowe et al. (2009) verificaram concentrações letais de sedimentos suspensos (24h LC50: 300 mg/L). Nesse trabalho, a sobrevivência do peixe common smelt foi reduzida com valores maiores que 1000 mg/L. Em contraste, no caso do peixe banded kokopu, com concentrações de 43000 mg/L, não ocorreu letalidade. E a sobrevivência do c. smelt não foi afetada quando exposta repetidamente (4 horas a cada 2-3 dias) a valores de 800-1000 mg/L por mais de três semanas, que é uma concentração comum em eventos de inundação.

Existem trabalhos que demonstram uma mudança estrutural na comunidade aquática e, assim, a diversidade e a abundância de peixes nativos foram reduzidas com aumento nas descargas de sedimentos. Richardson e Jowett

(2002) verificaram que a abundância e a diversidade de peixes foram reduzidas de acordo com o aumento na carga de sedimentos ao longo de alguns rios. Por isso, de nove espécies que habitavam rios com pouca carga de sedimentos, remanesceram duas que estavam presentes mesmo com altos níveis de sedimentos (> 830 mg/L). Rowe, Hicks e Richardson (2000) já haviam encontrado uma redução na ocorrência de banded kokopu em 89,5% nos rios com elevada turbidez (ou seja, em que as concentrações de sedimentos suspensos excederam 120 mg/L em mais de 20% do tempo), assim como outras espécies migratórias de peixes se tornaram menos comuns.

Os sedimentos suspensos são depositados sempre em algum ponto do sistema aquático, os efeitos de sedimentos depositados em peixes estão mais ligados na degradação e perda de habitat, ocorrendo também declínio na quantidade e qualidade de áreas para desova e redução de suprimentos de alimentos.

Kemp et al. (2011) mencionam que altas ou contínuos níveis de sedimentação podem iniciar mudanças e alterações na presença de peixes e estrutura da comunidade, redução no sucesso da reprodução e aumento nas taxas de mortalidade, particularmente de ovos e larvas.

Henley et al. (2000) mencionam que, pela infiltração de sedimentos em espaços intersticiais e cobrindo o substrato, sedimentos depositados podem reduzir a complexidade de habitat para peixes. Ovos de peixes e larvas são especialmente sensíveis à deposição de sedimentos, pois causam decréscimo no suprimento de oxigênio pela redução na velocidade da água e flutuação através do substrato, causando redução na incubação de ovos, aumento de mortandade e dificuldade na eclosão dos ovos.

Suttle et al. (2004) afirmaram que sedimentos depositados podem atrasar o desenvolvimento de ovos, larvas e alterar o desenvolvimento do organismo (ex.: idade do desenvolvimento de salmonídeos). Com redução de áreas habitáveis tanto em quantidade quanto em qualidade, peixes jovens e adultos são afetados, particularmente os que têm preferência em maiores espaços intersticiais para refúgio (MCEWAN; JOY, 2013).

A disponibilidade de presas para peixes pode diminuir por efeitos adversos da sedimentação em macroinvertebrados bentônicos (SUTTLE et al., 2004). Com essa redução no suprimento de alimentos combinada à redução na eficiência em se alimentar, as taxas de crescimento podem diminuir com o passar do tempo (COLLINS et al., 2011). Segundo Jowett e

Boustead (2001), quando ocorre aumento na sedimentação, peixes podem se relocar temporariamente, causando, em curto prazo, declínio no tamanho da população, assim podendo ocorrer

mais mudanças permanentes na composição da comunidade durante o tempo. A Tabela 1 abaixo mostra os efeitos diretos em oito gêneros de peixes.

**Tabela 1:** Sumário dos efeitos diretos de sedimentos suspensos

Táxon	Sedimentos suspensos (mg/L)	Duração	Método	Efeitos	País
Peixe whitetail shiner	100-500 mg/L	21 d	Tanque de laboratório	Espessamento das lamelas	EUA
Truta marrom	810 mg/L	21 d	Tanque de laboratório	Espessamento das guelras	Inglaterra
Truta arco-íris	4887 mg/L	64 d	Tanque de laboratório	Afinamento das guelras	Canadá
Tilápia do peito vermelho	35000 mg/L	1-48 h	Tanque de laboratório	Filhotes com obstrução severa das guelras	África do Sul
Salmão coho	40000 mg/L	4 d	Tanque de laboratório	Danos nos filamentos das guelras	Canadá
Tilápia do peito vermelho	60000 mg/L	1-48 h	Tanque de laboratório	Adultos com severa obstrução das guelras	África do Sul
Várias espécies	104000 mg/L	1 d	Em rio	Obstrução das guelras	Bolívia
Grayling do Ártico	250000 mg/L	4 d	Tanque de laboratório	Sem danos nas guelras	Canadá
Steelhead	2500 mg/L		Tanque de laboratório	Aumento na propensão de doenças	EUA
Truta brook	10-14 NTU		Canal artificial	Redução na taxa de crescimento	EUA

Fonte: Adaptado de Cavanagh, Hogsden e Harding (2014), p. 3.

**Tabela 2:** Sumário dos efeitos indiretos de sedimentos suspensos

Táxon	Sedimentos suspensos (NTU)	Duração	Método	Efeitos	País
Peixe carvão	5-10 NTU	70 min	Tanque de laboratório	Redução do consumo de presas	EUA
Peixe rosyside dace	10-30 NTU	40 min	Tanque de laboratório	Diminuição da reação a distância	EUA
Yellowfin shiners	10-30 NTU	40 min	Tanque de laboratório	Diminuição da reação a distância	EUA
Truta brook	10-40 NTU	12 h	Canal artificial	Diminuição da reação a distância	EUA
Truta brook	10-40 NTU	12 h	Tanque de laboratório	Redução do sucesso de captura	EUA
Truta arco-íris	15-30 NTU	1 h	Canal artificial	Diminuição da reação a distância entre 20-55%	EUA
Peixe banded kokopu	20 NTU	2 h	Tanque de laboratório	Redução do apetite	Nova Zelândia
Redfin bully	40-640 NTU	2 h	Tanque de laboratório	Redução na taxa de alimentação	Nova Zelândia
Truta cutthroat	100 NTU	18-24 h	Tanque de laboratório	70% de redução na eficiência de alimentação na deriva dos rios	EUA
Salmão coho	100 NTU	18-24 h	Tanque de laboratório	Redução de 70% na eficiência de alimentação na deriva de rios	

Fonte: Adaptado de Cavanagh, Hogsden e Harding (2014), p. 5.

## LEGISLAÇÃO SOBRE SÓLIDOS SUSPENSOS E TURBIDEZ

A legislação brasileira, desde 1976, estabelece o controle das características dos efluentes líquidos com análises químicas. Esses limites foram estabelecidos utilizando documentos de controle de efluentes norte-americanos. Segundo esses dados, 43% dos efluentes domésticos e 46% dos efluentes industriais continham poten-

cial para efeito tóxico nos mais diversos recursos hídricos (BERTOLETTI, 2013).

Segundo Clapcott et al. (2011), para elaboração de guias e legislação sobre sedimentos finos e sua deposição, o principal ponto será qual nível de sedimentação corresponde a um efeito adverso significativo nos valores de referência. Nesse trabalho, três pontos importantes foram identificados nos conselhos regionais:

1. saúde das comunidades de macroinvertebrados;
2. desova das trutas;
3. valores que mantenham a estética para recreação nas águas.

A United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2006) reportou que 40% dos rios percorridos nos Estados Unidos tinham problemas com sedimentos. Mencionou, ainda, que a maior fonte de problemas nos corpos hídricos é causada por sólidos sedimentáveis que afetam a navegação, consumo e recreação nas águas.

Segundo a USEPA (2006), argila e silte ficam mais tempo suspensas e partículas do tamanho de grãos de areia sedimentam mais rápido na coluna de água.

Ainda em 2006, a USEPA publicou uma estrutura para estados e territórios desenvolverem critérios para sedimentos, e somente 32 dos 53 estados e territórios tinham algum tipo de critério para sedimentos suspensos – alguns utilizam turbidez, outros, sólidos suspensos totais (SST). Outro ponto necessário é encontrar um bioindicador.

Em vários países, agências governamentais criaram relatórios e guias com parâmetros e limites para sólidos suspensos e turbidez na água.

Segundo Birtwell, Farrell e Jonsson (2008), relatórios representam conhecimento de um de-

terminado local e, assim, verifica-se a viabilidade do uso da turbidez como critério de qualidade da água, para proteção de recursos hídricos. Fez-se um estudo dos efeitos da turbidez em diferentes níveis de organização biológica com intuito de prevenção de emergências e melhor entendimento dos efeitos tanto de sedimentos suspensos quanto da turbidez em fontes de água.

Com reconhecimentos do potencial de degradação dos sólidos em suspensão na biota aquática, os governos deveriam trabalhar na construção de guias de qualidade da água e padrões em que, às vezes, se mencionam como sólidos suspensos e, ocasionalmente, turbidez. Até o momento, os guias de qualidade de águas não fazem uma relação de impacto biológico e ambiental, por terem valores que não incluem variações temporais e espaciais. Assim sendo, os guias atuais não refletem as especificidades requeridas para proteção das comunidades biológicas que se propõem a fazer. Apesar de terem ocorrido substituições em algumas diretrizes europeias, sedimentos, sólidos suspensos não foram incluídos nessa diretriz (GROVE et al., 2015).

O trabalho de Cavanagh, Hogsden e Harding (2014) teve, como objetivo, desenvolver um guia para determinar as concentrações aceitáveis de sedimentos suspensos. Nesse trabalho, se aprofundou nos efeitos dos sedimentos suspensos apenas (não trabalhou com os efeitos de sedimentos com adsorção de contaminantes).

**Quadro 1:** Legislação sobre sólidos suspensos em alguns países

País	Limites		Referências
	Rios de planalto >150 - <1500 m de altitude	Rios de planície <150 m de altitude	
Nova Zelândia	4,1 NTU (0,6 m de claridade visual)	5,6 NTU (0,8 m de claridade visual)	ANZECC* (2000)
Austrália (sul-leste)	2-25 NTU	6-50 NTU	ANZECC (2000)
Austrália (sul-oeste)	10-20 NTU	10-20 NTU	ANZECC (2000)
Austrália (Tropical)	2-15 NTU	2-15 NTU	ANZECC (2000)
Austrália (sul-central)	1-50 NTU	1-50 NTU	ANZECC (2000)
Canadá	8 NTU ou 25 mg/L máximo de aumento acima do fundo do rio para exposições curtas até 24 horas. Máximo aumento médio de 2 NTU ou 5 mg/L para exposições longas de 24 horas até 30 dias (rios pouco turbulentos). Aumento máximo de 8NTU ou 25 mg/L acima do fundo do rio em qualquer momento em que os níveis de fundo estejam entre 8-80 NTU ou ≥ 250 mg/L		CCME* (2007)
União europeia	Não exceder 25 mg/L (exceção cheias ou secas) Para <i>salmonidae</i> e <i>ciprinidae</i>		Conselho e Parlamento Europeu Diretriz para água e peixe (2006/44/EC)
Estados Unidos	Sólidos suspensos ou sedimentáveis não podem reduzir a o ponto de profundidade de compensação para atividade de fotossíntese em mais de 10% da norma de sazonalidade estabelecida pela norma de vida aquática.		US EPA (2007)

**Fonte:** Cavanagh, Hogsden e Harding (2014, p.12)

\*ANZECC Australian and New Zealand Environment Conservation Council

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A legislação em vários países menciona parâmetros para turbidez e sólidos suspensos. Com valores de 40 NTU, verificou-se redução em taxas de crescimento e propensão a doenças. No Brasil, a resolução do Conselho Regional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, que classifica corpos hídricos, menciona a turbidez para águas doces classe 1 em até 40 NTU; para águas doces classes 2 e 3, até 100 NTU; e para águas salinas classes 1 e 2 e salobras classes 1 e 2, as exigências são de que a turbidez seja virtualmente ausente. A resolução nº 430, sobre efluentes, não menciona turbidez como parâmetro.

O monitoramento da qualidade das águas da Baía de Guanabara feito pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea, Rio de Janeiro) menciona turbidez como parâmetro a ser monitorado, mas não determina um valor.

A Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 estabelece valor máximo de 1 uT (unidade de turbidez) para água pós-filtrada para consumo humano.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) utiliza, para turbidez, a Turbidimetria (Método 2130) da American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environmental Federation (WEF), 2005, e sólido total Gravimetria (Método 2540) APHA-AWWA-WEF, 2005.

Com os valores apresentados em outras legislações pelo mundo, verifica-se que os valores da CONAMA nº 357 estão acima para biota aquática de vários organismos.

De acordo com livros sobre tratamento de água, processos como filtração resolveriam o problema da turbidez (METCALF; EDDY, 2014).

## REFERÊNCIAS

- ANZECC. *The Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality: The Guidelines*. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Ministry for the Environment. Disponível em: <<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/53cda9ea-7ec2-49d4-af29-d1dde09e96ef/files/nwqms-guidelines-4-vol1.pdf>>. Acesso em: 2 maio 2016.
- APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22th ed. Washington DC: American Public Health Association, 2005.
- BERTOLETTI, E. *Controle ecotoxicológico de efluentes líquidos no estado de São Paulo*. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 2013. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/home/wp-content/uploads/sites/11/2015/06/manual-controle-ecotoxicologico-2013.pdf>>. Acesso em: 2 maio 2016.
- BILOTTA, G. S.; BRAZIER, R. E. Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research*, v. 42, issue 12, p. 2.849-2.861, June 2008, Ed. Elsevier. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/5388371>>. Acesso em: 15 fev. 2016.
- BIRTWELL, I. K.; FARRELL, M.; JONSSON, A. The Validity of Including Turbidity Criteria for Aquatic Resource Protection in Land Development Guideline (Pacific and Yukon Region). *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2008.
- CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: A Protocol for the Derivation of Water Quality Guidelines*. Canada, 2007, p.37. Disponível em: <[http://www.ccme.ca/files/Resources/supporting\\_scientific\\_documents/protocol\\_aql\\_2007e.pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/supporting_scientific_documents/protocol_aql_2007e.pdf)>. Acesso em: 2 dez. 2015.
- CAVANAGH, J. E.; HOGSDEN, K. L.; HARDING, J. S. *Effects of Suspended Sediment on Freshwater Fish*. West Coast Regional Council, 2014. Disponível em: <<http://www.envirolink.govt.nz/PageFiles/1301/1445-WCRC129%20Effects%20of%20suspended%20sediment%20on%20freshwater%20fish.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2016.
- CHEN, L.; FU, X.; ZHANG, G.; ZENG, Y.; REN, Z. Influence of Temperature, pH and Turbidity on the Behavioral Responses of *Daphnia magna* and Japanese Medaka (*Oryzias latipes*) in the Biomonitor. *Procedia Environmental Sciences*, v. 13, p.80-86, Jan. 2011, Ed. Elsevier. Disponível em: <[http://ac.els-cdn.com/S1878029612000084/1-s2.0-S1878029612000084-main.pdf?\\_tid=aa8dc7ea-98b7-11e6-922d-00000aacb35e&acdnat=1477182708\\_14a931baba7ffc42534780ca685cf66b](http://ac.els-cdn.com/S1878029612000084/1-s2.0-S1878029612000084-main.pdf?_tid=aa8dc7ea-98b7-11e6-922d-00000aacb35e&acdnat=1477182708_14a931baba7ffc42534780ca685cf66b)>. Acesso em: 2 dez. 2015.
- CLAPCOTT, J. E.; YOUNG, R. G.; HARDING, J. S.; MATTHAEI, C. D.; QUINN, J. M.; DEATH, R. G. *Sediment assessment methods: Protocols and guidelines for assessing the effects of deposited fine sediments on in-stream values*. New Zealand: Cawthron Institute, 2011. Disponível em: <[http://www.cawthron.org.nz/media\\_new/publications/pdf/2014\\_01/SAM\\_FINAL\\_LOW.pdf](http://www.cawthron.org.nz/media_new/publications/pdf/2014_01/SAM_FINAL_LOW.pdf)>. Acesso em: 2 jun. 2016.
- COLLIER, K. J. Effects of flow regulation and sediment flushing on instream habitat and benthic invertebrates in a New Zealand river influenced by a volcanic eruption. *River Research and Applications*, v.18, issue 3, p. 213-226, maio 2002. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/rra.666/pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2016.



U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Framework for developing suspended and bedded sediments (SABS) water quality criteria*. EPA-822-R-06-001. Washington DC: Office of Water, 2006. Disponível em: <<https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?jsessionid=2FF-17C4A21522A56A48C7AB830A8F92F.cfpub?deid=164423&CFID=79034434&CFTOKEN=79157635>>. Acesso em: 2 dez. 2015.

WENTWORTH, C. K. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, v. 30, n. 5, p. 377-392, jul./ago.1922, The University of Chicago, EUA. Disponível em: <<http://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/622910>>. Acesso em: 2 abr. 2016.

WOOD, P. J.; ARMITAGE, P. D. Biological Effects of Fine Sediment in Lotic Environment. *Environmental Management*, v. 21, issue 2, n. 2, p. 203-217, mar. 1997. Ed. Springer. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s002679900019>>. Acesso em: 2 mar. 2016.

WORAWUT, H.; PENRUG, P.; TERAPOL, P.; KITTIPHONG, S. Suspended Solids-Turbidity Correlation for Monitoring: Challenged Approach for Future Dredging Project in Thailand. *35th Annual Conference of the International Association for impact Assessment*, abr. 2015. Disponível em: <<http://conferences.iaia.org/2015/Final-Papers/Hamarn,%20Worawut%20-%20Suspended%20Solids-Turbidity%20Correlation%20for%20Monitoring.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2015.

#### DADOS DOS AUTORES

**Bruno David Quiroz Villardi** ([bruno.villardi@uerj.br](mailto:bruno.villardi@uerj.br)), gestor ambiental pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ), mestrando em Engenharia Ambiental na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

**Gandhi Giordano** ([gandhigiordano@gmail.com](mailto:gandhigiordano@gmail.com)), doutor em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos, professor associado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), no Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia.

**Olavo Barbosa Filho** ([olavobf@uol.com.br](mailto:olavobf@uol.com.br)), doutor (PhD) no Imperial College of Science, Technology and Medicine, London, UK., Imperial College, Inglaterra. Ocupa o cargo de professor associado do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente (DESMA) e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PEAMB) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

## DINÂMICA E TEMPERATURA: UMA MODELAGEM MATEMÁTICA DE UMA BOLHA SONOLUMINESCENTE

Vanessa P. Cavalcanti

Dayse H. Pastore

Ana L. F. de Barros

**RESUMO:** Sonoluminescência (SL) é o fenômeno que consiste na emissão de luz através do colapso de uma bolha de gás em um líquido. Neste trabalho, apresentamos as modelagens da dinâmica de uma bolha de Argônio baseadas nos modelos de Rayleigh-Plesset, de Keller-Miksis, de Gilmore e de Herring-Trilling. A Sonoluminescência de uma única bolha (*Single-Bubble Sonoluminescence – SBSL*) é um caso especial da SL, a qual permite examinar mais detalhadamente os aspectos físicos envolvidos no sistema, uma vez que múltiplas bolhas contêm um alto grau de aleatoriedade, dificultando um estudo mais preciso. A finalidade deste trabalho consiste em apresentar os resultados modelados da variação da temperatura e do tamanho da bolha, além de propor diferentes fórmulas para o cálculo da temperatura no interior desta, podendo atingir valores semelhantes aos alcançados pela superfície do Sol.

**Palavras-chaves:** Sonoluminescência. Dinâmica de bolhas. Altas temperaturas. Cavitação acústica.

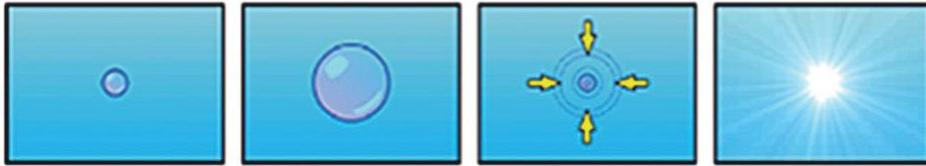
**ABSTRACT:** Sonoluminescence (SL) is the phenomenon that consists in the emission of light by the collapse of a gas bubble in a liquid. In this work, we present a modeling of the dynamics of a noble gas bubble based on models of Rayleigh-Plesset, Keller-Miksis, Gilmore and Herring-Trilling. The Single-Bubble Sonoluminescence (SBSL) is a special case of a SL, which allow to examine in more detail the physical aspects involved in the system, since multiple bubbles have a higher randomness, hiding a more accurate study. The aim of this work is to present modeled results of the variation of the temperature and size of the bubble, and propose different formulas to calculate the temperature inside the sonoluminescence bubble, which may achieve similar values to those reached by the Sun's surface.

**Keywords:** Sonoluminescence. Bubble dynamics. High temperature. Acoustic cavitation.

## INTRODUÇÃO

A Sonoluminescência (SL) é um fenômeno fascinante que consiste na emissão de flashes de luz a partir de bolhas gasosas em colapso suspensas em um líquido (BRENNER et al., 2002). A formação destas ocorre por meio de um processo chamado de cavitação, o qual produz cavidades ou bolhas em um determinado líquido através de explosões, aquecimento ou pela ação

intensa de ondas ultrassônicas emitidas por cristais piezoelétricos localizados nas laterais do frasco (GAITAN et al., 1992). Quando a pressão ambiente em um líquido é reduzida aproximadamente ao valor da pressão de gás presente no meio, há o desenvolvimento de cavidades. Tais bolhas formadas, em sua fase inicial, expandem-se para um volume máximo, contraem-se e, em seguida, entram em colapso (GAITAN et al., 1992). Os ciclos de uma única bolha são evidenciados na Figura 1.

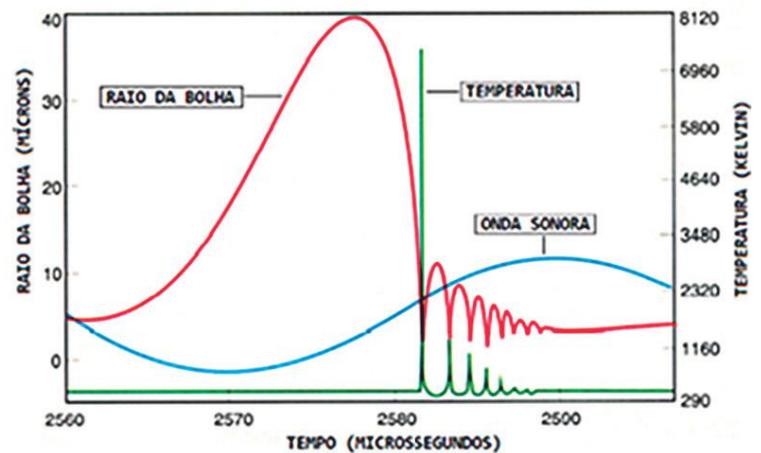


**Figura 1** – Da esquerda para a direita: aparição de uma bolha; expansão lenta; contração rápida e súbita; colapso seguido da emissão de luz (BRENNER et al., 2002).

Assim, no estágio final do colapso, a enorme pressão do gás no interior das bolhas é capaz de irradiar luz. Inicialmente, a SL foi descoberta estudando-se as bolhas formadas pelo processo de cavitação, convencionalmente de cavitação de multibolhas ou Sonoluminescência de Múltiplas Bolhas (“Multi-Bubble Sonoluminescence”, MBSL) (LEIGHTON et al., 1995).

Em 1990, Gaitan et al. (1992), após realizarem uma série de experiências envolvendo a oscilação e o colapso de bolhas, conseguiram atingir exatas condições experimentais que eram estáveis e capazes de produzir a Sonoluminescência de uma Única Bolha (SBSL).

O fenômeno de SBSL ocorre quando uma pequena bolha de gás é suspensa em um líquido (geralmente água) e submetida a ondas ultrassônicas capazes de gerar cavitação. Uma vez criada, a bolha expande-se isotermicamente (processo lento) para cerca de dez vezes o seu raio inicial e, logo após, o colapso acontece de forma extremamente rápida, conduzindo o gás no interior da bolha a um aquecimento adiabático (PUTTERMAN, 1995; PUTTERMAN et al., 2000). A Figura 2 retrata graficamente o processo descrito acima, estando o raio da bolha representado na curva em vermelho, a sua temperatura em verde e a onda sonora em azul. Cabe ressaltar que os momentos de colapso da bolha ocorrem quando o seu raio atinge valores mínimos, e é nesse momento em que há a emissão de *flashes* de luz que são extremamente curtos e intensos o bastante para serem visíveis a olho nu.



**Figura 2** – Apresenta o comportamento da variação temporal do raio da bolha e da sua temperatura interna durante os processos de expansão isotérmica e compressão adiabática (CRUM, 1994).

## MODELAGEM MATEMÁTICA

Neste trabalho foi realizada a modelagem matemática do movimento radial de uma bolha sonoluminescente usando os modelos de Rayleigh-Plesset, Keller-Miksis, Gilmore e Herring-Trilling (HILGENFELDT et al., 1998; VIGNOLI et al., 2013). Além disso, foram propostas diferentes equações que calculam o raio e a temperatura interna da bolha. Dessa forma, temos o objetivo de realizar uma comparação dos resultados de temperatura e raio encontrados pela literatura com os valores atingidos pelas nossas simulações.

Vale ressaltar que as equações propostas permitem a mensuração de uma grandeza que

não pode ser medida experimentalmente, sendo comumente obtida através de equações, que são resolvidas com o auxílio de algoritmos que possibilitam a otimização de cálculos e a descrição do fenômeno de forma gráfica.

### MODELO DE RAYLEIGH-PLESSET (RP)

Em 1917, Lord Rayleigh realizou uma série de pesquisas sobre a cavitação buscando compreender os mecanismos do impacto sobre as hélices de navios. Entre outras realizações importantes, ele foi capaz de prever teoricamente as características básicas da dinâmica de bolhas e estabelecer a base para a maioria dos modelos atuais (GRAAF; PENESIS; BRANDNER, 2002). A equação de Rayleigh-Plesset (RP) descreve o comportamento dos fluidos de uma bolha esférica e perfeitamente simétrica considerando os parâmetros físicos, tais como a viscosidade do líquido, as propriedades do gás no interior da bolha e a tensão superficial de sua parede, além de desprezar a compressibilidade do líquido (HILGENFELDT et al., 1998; BYUN et al., 2005).

A equação de RP é obtida a partir das derivadas das equações de Navier-Stokes resultando em uma equação diferencial não linear de segunda ordem. Por conseguinte, através deste modelo, tem-se a evolução do raio da bolha no decorrer do tempo, além de envolver os parâmetros citados da seguinte forma:

$$\ddot{R}R + \frac{3}{2}\dot{R}^2 = \frac{1}{\rho} \left( P_o - P(t) - 4\eta \frac{\dot{R}}{R} - \frac{2\sigma}{R} + p_g \right) \quad (1)$$

onde os pontos indicam as derivadas temporais,  $P(t)$  é a pressão de condução acústica no ponto onde a bolha está localizada,  $p_g$  representa a pressão variável de gás dentro da bolha (sendo uniforme neste modelo utilizado),  $P_o$  é a pressão do líquido medida em qualquer ponto distante da bolha e possui o valor de **1 atm**,  $\eta$  é a viscosidade da água,  $\sigma$  é a tensão superficial e  $\rho$  é a densidade da água. Para obtermos os valores do raio ao longo do tempo, é preciso calcular a pressão acústica  $P(t)$  que se comporta senoidalmente e pode ser escrita como:

$$P(t) = -P_a \sin(\omega t) \quad (2)$$

Nesta equação,  $P_a$  é a pressão de condução que vale  $1.42 \times 10^5 Pa$ ,  $\omega$  é a frequência angular de ultrassom em ressonância com as oscilações naturais do frasco (VIGNOLI et al., 2013). Ademais, precisamos também de  $p_g$  e, para encontrá-la, utilizaremos a equação de Van der Waals:

$$p_g = \left( \frac{2\sigma}{R_o} + P_o \right) \left( \frac{R_o^3 - h^3}{R^3(t) - h^3} \right)^\gamma \quad (3)$$

temos que  $R(t)$  é o raio da bolha,  $R_o$  é o raio inicial da bolha,  $h$  é o raio de Van der Waals e  $\gamma$  é a relação entre os calores específicos do gás a uma pressão constante e a volume constante ( $C_p/C_v$ ). Pode-se observar que a pressão da bolha só depende dos valores do raio, sendo o restante apenas constante. Como o modelo visa simplificar o fenômeno, consideraremos o ciclo como adiabático, logo, para a compressão,  $\gamma$  é igual a 5/3.

A Figura 3 apresenta o resultado obtido na simulação desses parâmetros utilizando o programa matemático MATLAB (MATHWORKS, 2012) e a equação ordinária de segunda ordem (Eq. 1)

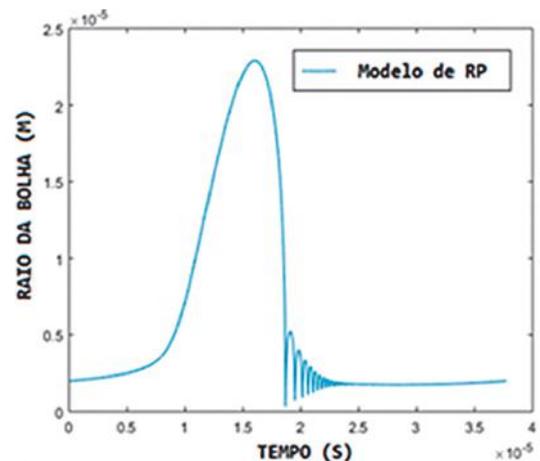


Figura 3 – Resultado obtido na modelagem do raio da bolha em função do tempo utilizando os parâmetros da Tabela 1 (MATHWORKS, 2012).

Tabela 1 – Parâmetros utilizados na modelagem numérica

Tensão superficial	$\sigma = 72.8 \times 10^{-3} N.m^{-1}$
Densidade (água)	$\rho = 1.000 Kg.m^{-3}$
Coefficiente adiabático (Argônio)	$\gamma = \frac{5}{3}$
Velocidade do som (água)	$c = 1.500 m/s$
Viscosidade (água)	$\eta = 1.002 \times 10^{-3} Pa.s$
Raio inicial	$R_o = 2 \times 10^{-6} m$
Hard core (Argônio)	$h = R_o/8.86$
Frequência de ultrassom	$f_o = 26,5 kHz$

## MODELO DE KELLER-MIKSIS (KM)

O modelo Keller-Miksis reconhece a viscosidade do fluido e a equação da onda em coordenadas esféricas. O campo acústico em torno da bolha é modelado assumindo que o potencial de velocidade satisfaz a equação da onda em coordenadas esféricas com velocidade de onda constante (GRAAF, PENESIS, BRANDNER, 2012).

Assim, a dinâmica de uma única bolha de gás em um corpo esférico de material viscoelástico compressível é considerada da seguinte forma na equação de Keller-Miksis:

$$\left(1 - \frac{\dot{R}}{C_\infty}\right)R\ddot{R} + \frac{3}{2}\left(1 - \frac{1}{3}\frac{\dot{R}}{C_\infty}\right)\dot{R}^2 = \left(1 + \frac{\dot{R}}{C_\infty}\right)\frac{P_b - P_\infty - P_a\left(t + \frac{R}{C_\infty}\right)}{\rho_\infty} + \frac{R}{\rho_\infty C_\infty} \dot{P}_a \quad (4)$$

onde  $R(t)$  é o raio da bolha, o ponto significa derivada temporal,  $C_\infty$  é a velocidade de som,  $\rho_\infty$  é a densidade do meio,  $P_\infty = 1.42 \times 10^5 \text{ Pa}$  é a constante de pressão de um campo distante e

$P_a\left(t + \frac{R}{C_\infty}\right) \approx P_a(t) + \left(\frac{R}{C_\infty}\right)\dot{P}_a$  é a variação temporal da componente de um campo distante. Aplicando a Eq. 4, reduz-se a equação de Rayleigh-Plesset para a dinâmica de bolhas em um meio incompressível.

A equação de Keller-Miksis fornece um mecanismo para a radiação acústica, importante em oscilações de grande amplitude, porém se baseia na ideia de que o campo próximo é incompressível. O raio da bolha pode ser obtido através da Eq. 4, onde se devem determinar os valores para a pressão conforme as equações a seguir:

$$P_B = P_I - \frac{2\sigma}{R} + 3 \int_R^\infty \frac{\tau_{rr}(t)}{r} dr \quad (5)$$

$$P_{Go} = P_\infty + \frac{2\sigma}{R_o} \quad (6)$$

$$P_I = P_{Go} \left(\frac{R_o}{R}\right)^{3\gamma} \quad (7)$$

onde  $\sigma$  é a tensão superficial,  $\tau_{rr}(r)$  é o tensor viscoso que está detalhado em Augsdorfer, Evans e Oxley (2000),  $P_I$  é a pressão interna,  $R_o$  é o raio inicial,  $P_{Go} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  é a pressão parcial inicial de um gás (ar) e  $\gamma$  é o coeficiente adiabático. Já a pressão de vapor pode ser incluída como uma constante e aqui será desprezada.

A Figura 4 apresenta o resultado obtido na simulação utilizando a Eq. 4 de Keller-Miksis,

no programa matemático escrito em linguagem MATLAB (MATHWORKS, 2016).

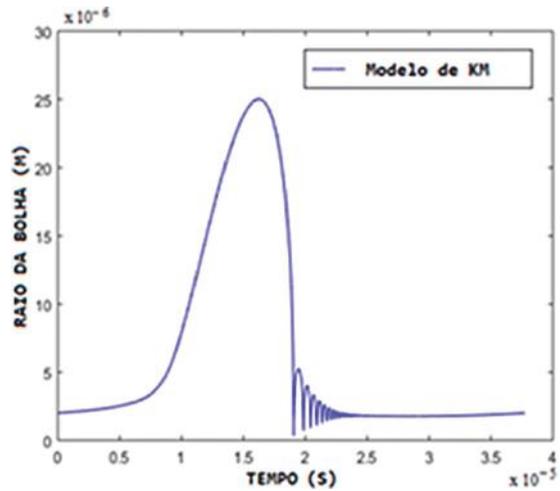


Figura 4 – Resultado obtido na modelagem temporal do raio da bolha, utilizando os parâmetros da Tabela 1 e o modelo de Keller-Miksis (MATHWORKS, 2016).

## MODELO DE GILMORE

Gilmore, em seu modelo, propôs a utilização da hipótese de Kirkwood-Bethe, na qual se assume que as variações de pressão se propagam com velocidade dada pela soma da velocidade do som no líquido e a velocidade local do fluido. Consequentemente, Gilmore considera a velocidade do som constante no meio (LEIGHTON et al., 1995; VIGNOLI et al., 2013). A equação também inclui termos de compressibilidade de segunda ordem, representando a perda de energia da bolha devido às ondas de pressão de radiação. Sendo assim, a equação possui a seguinte forma:

$$\left(1 - \frac{\dot{R}}{c}\right)R\ddot{R} + \frac{3}{2}\left(1 - \frac{\dot{R}}{3c}\right)\dot{R}^2 = \left(1 + \frac{\dot{R}}{c}\right)H + \left(1 - \frac{\dot{R}}{c}\right)\frac{R}{c} \frac{dH}{dt} \quad (8)$$

$$H = n \left(\frac{P_o + B}{(n-1)\rho}\right) \left[\left(\frac{P+B}{P_o+B}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1\right] \quad (9)$$

$$P = P_o \left(\frac{R_o}{R}\right)^{3k} + P_v - \frac{2S}{R} - 4\mu \frac{\dot{R}}{R} \quad (10)$$

$$C = C_\infty \left[\left(\frac{P+B}{P_o+B}\right)^{\frac{n-1}{2n}}\right] \quad (11)$$

$$C_\infty = \sqrt{\left(\frac{P_o+B}{\rho}\right)n} \quad (12)$$

Temos que  $R$  é o raio da bolha,  $\rho$  é a densidade da água,  $P_v$  é a pressão de vapor,  $P_\infty = 1 \text{ bar}$  é a pressão hidrostática,  $P_o = 100 \text{ bar}$  é a pressão ambiente não condensável (CRUM, 1994),  $R_o = 0,014 \text{ m}$  é o

raio inicial da bolha,  $k$  é o índice politrópico – variando entre 1 (isotérmico) e 1,4 (adiabático),  $S$  é a tensão superficial,  $\mu$  é a viscosidade dinâmica,  $H$  é a diferença de entalpia entre o líquido submetido às pressões  $P$  e  $P_\infty$ ,  $C_\infty$  é a velocidade do som na água a uma distância infinita da bolha,  $B$  e  $n$  são constantes usadas para calcular a velocidade local do som. Gilmore atribuiu-as sendo  $B = 3.000 \text{ atm}$  e  $n = 7$ . Os pontos na Eq. 8 representam a diferenciação em relação ao tempo.

A Figura 5 apresenta a modelagem obtida na simulação utilizando a Eq. 8 do modelo de Gilmore, através do *software* matemático escrito em linguagem MATLAB (MATHWORKS, 2012).

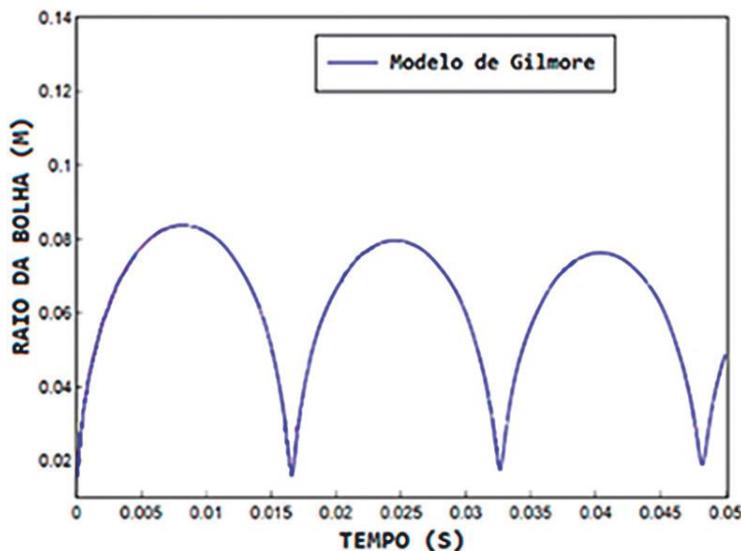


Figura 5 – Nesta modelagem, é possível visualizar a evolução do raio utilizando os parâmetros do modelo de Gilmore (GRAAF, PENESIS, BRANDNER, 2012).

### MODELO DE HERRING-TRILLING

Herring buscou por avanços no sentido de considerar a compressibilidade do líquido, bem como variações da pressão no interior da cavidade, introduzindo correções de primeira ordem na compressibilidade do líquido (LEIGHTON et al., 1995).

A descrição da dinâmica da bolha através dessa abordagem requer o uso do potencial de velocidade, da equação acústica, da equação do momento para líquidos não viscosos e da fórmula modificada de Bernoulli. Trilling também obteve a mesma equação que Herring, ambos negligenciando os efeitos da tensão superficial e viscosidade do líquido (XAVIER, 2000). A equação tem a seguinte forma:

$$\left(1 - \frac{2\dot{R}}{c}\right) R\ddot{R} + \frac{3}{2}\left(1 - \frac{4\dot{R}}{3c}\right) \dot{R}^2 = \left(\frac{P_g - P_\infty}{\rho}\right) + \left(1 - \frac{\dot{R}}{c}\right) \frac{R}{c\rho} \frac{dP_g}{dt} \quad (13)$$

onde  $R$  é o raio da bolha,  $\rho$  é a densidade da água,  $P_g$  é a pressão de vapor,  $P_\infty$  é a pressão hidrostática e  $C$  é a velocidade do som.

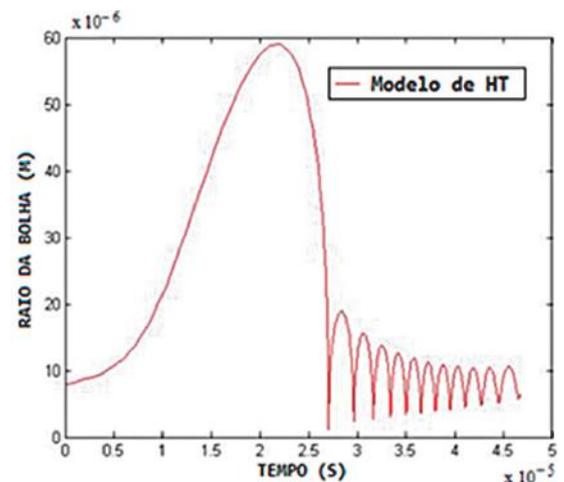


Figura 6 – Apresenta o resultado da simulação do raio da bolha utilizando a Eq. 13 do modelo de Herring-Trilling (MATHWORKS, 2012).

### ANÁLISE DAS SIMULAÇÕES DOS MODELOS DINÂMICOS

A partir dos resultados modelados, pode-se verificar que, nos quatro modelos, tem-se claramente as fases de expansão isotérmica até o raio máximo e a compressão adiabática do raio máximo ao raio mínimo. Nesta última etapa, há o colapso e a emissão de flashes de luz. Tal processo é repetido por diversos ciclos que representam a inércia do sistema.

Na etapa de aumento de volume, a bolha recebe energia que provém dos cristais piezoelétricos (GAITAN et al., 1992), sendo um processo lento que perdura por mais de  $1,5 \mu\text{s}$ , e sua temperatura ambiente, que é a mesma da água contida no recipiente, permanece constante até o raio máximo.

Comparando os gráficos de KM e RP, percebemos semelhanças devido ao fato de possuírem diversos parâmetros e variáveis em comum. No entanto, o raio máximo atingido pelo modelo de KM apresenta-se maior. Já o modelo de HT possui uma taxa de expansão alta, aproximadamente três vezes maior em comparação com os outros dois modelos citados. Esse fato pode ser explicado, uma vez que Herring e Trilling não consideraram a viscosidade em sua equação. Por fim, no modelo de Gilmore, temos um raio máximo ainda maior que os outros três modelos, sendo importante ressaltar que esse modelo também não prevê a viscosidade.

## CÁLCULO DA TEMPERATURA INTERNA DA BOLHA

Para aferir a temperatura interna da bolha utilizando as três fórmulas que serão propostas, é necessário obter, primeiramente, os valores assumidos pelo raio no decorrer do tempo através do modelo hidrodinâmico desejado. Dessa maneira, será possível determinar os valores de temperatura no interior de uma única bolha.

No modelo de RP, consideramos a compressão da bolha sendo adiabática, sua temperatura inicial sendo igual à temperatura do líquido e permanecendo constante por todo o processo de expansão – característica inerente à expansão isotérmica. Assim, podemos calcular os valores de temperatura na etapa de compressão conforme a Eq. 14:

$$T_g(R) = \frac{(P_o R_o^3)^{(\gamma-1)}}{(R^3 - a^3)^{(\gamma-1)}} \quad (14)$$

onde  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  é a relação entre os calores específicos,  $P_o$  é a pressão ambiente para o movimento de expansão e  $a$  é o raio relacionado com o volume de Van der Waals. Este é determinado a partir da Eq. 15:

$$\frac{4}{3} a^3 = nb \quad (15)$$

onde  $n$  é o número de mols da bolha; para o ar consideramos  $b = 0,04 \text{ mol}^{-1}$  e para o Argônio tem-se a relação  $\frac{R_o}{a} = 8,5$ . Sendo assim, por tratar-se de um processo lento, assumimos que, para toda a expansão,  $T_g(R) = T_o$ , sendo  $T_o$  a temperatura ambiente,  $R_o$  o raio ambiente e  $R$  representa os diversos valores de raio obtidos através do modelo de RP.

Pode-se constatar o resultado do cálculo da temperatura interna da bolha na Figura 7 e na Figura 8, considerando a Eq. 14.

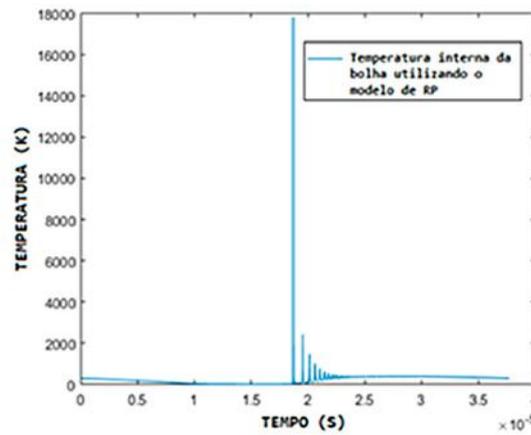


Figura 7 – Resultado obtido na simulação da temperatura interna da bolha utilizando a Eq. 14 e o modelo de Rayleigh-Plesset (RP) (MATHWORKS, 2016).

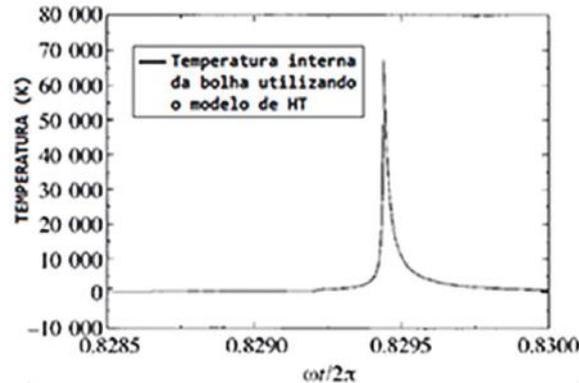


Figura 8 – Apresenta a modelagem gráfica que afer a temperatura no centro da bolha a partir da Eq. 14 e do modelo de Herring-Trilling (HT) (PROSPERETTI et al., 1999).

Em posse dos resultados atingidos no modelo de Keller-Miksis (MK), Hilgenfeldt et al. (1998) utilizaram a Eq. 12 a fim de obter a temperatura do gás ( $T_b$ ), que é considerada uniforme no interior da bolha. A variação temporal da temperatura do gás é obtida a partir da equação de Van der Waals adicionando também um termo de perda de calor por difusão, que tem influência na fase das oscilações (PUTTERMAN et al., 2000).

A equação se apresenta da seguinte forma:

$$\dot{T}_b = - \left[ \gamma (R, \dot{R}, T_b) - 1 \right] \frac{3R^2(t)R(t)}{R^3(t) - h^3} T_b(t) - X_g \frac{T_b(t) - T_o}{R^2(t)} \quad (16)$$

onde  $R(t)$  é o raio da bolha,  $T_o$  é a temperatura inicial no líquido,  $h$  é o raio de Van der Waals,  $\gamma$  é a relação entre os calores específicos do gás e é dado por:

$$X_g = \frac{k_g}{\rho_g(R(t))c_{p_g}} \quad (17)$$

sendo  $k_g$  a condutividade térmica, a densidade do gás e  $c_{p_g}$  é o calor específico sob pressão constante. O gráfico da Figura 9 apresenta os resultados encontrados por Rechiman et al. (2012), que foram comparados com os obtidos na nossa simulação representada na Fig. 7.

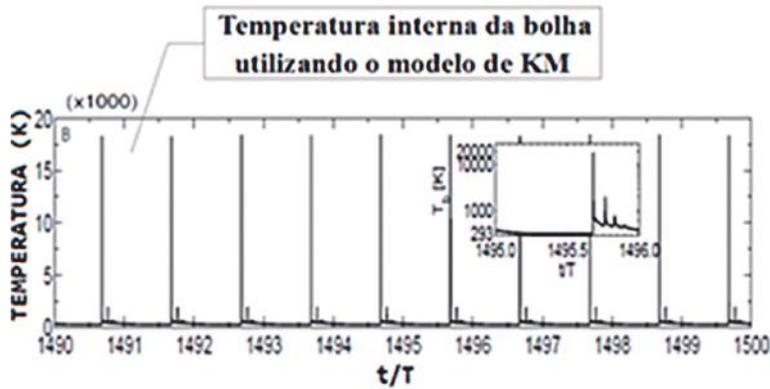


Figura 9 – Apresenta os resultados da temperatura interna de uma bolha em 10 ciclos utilizando a Eq.16 e o modelo de KM (RECHIMAN et al., 2012).

A fim de utilizar uma fórmula mais simples, Leighton et al. (1995) adotaram o modelo Gilmore para aferir os valores de raio e a Eq. 18:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{(1-\gamma)} \quad (18)$$

onde  $T_2$  é a temperatura a ser determinada,  $T_1$  é a temperatura inicial do líquido,  $\gamma$  é a relação entre os calores específicos considerando o processo de compressão sendo adiabática,  $V_1$  é o volume que possui raio inicial da bolha e  $V_2$  é o volume considerando os diferentes valores de raio obtidos no decorrer do tempo.

A Figura 10 representa o resultado obtido por Leighton et al. (1995), no qual há a variação de temperatura pelo número de ciclos da bolha. Nessa simulação, foi utilizado o modelo de Gilmore. Vale ressaltar que a cada período de oscilação da bolha temos um ciclo, ou seja, como o autor utiliza diversos ciclos, o valor da temperatura foi calculado de acordo com cada número de ciclo. Salientamos que, como a bolha é guiada por ondas ultrassônicas, esses ciclos representam também os ciclos da onda sonora.

A Figura 11 representa a modelagem gráfica da temperatura realizada neste trabalho, utilizando a Eq. 18 e o modelo de KM.

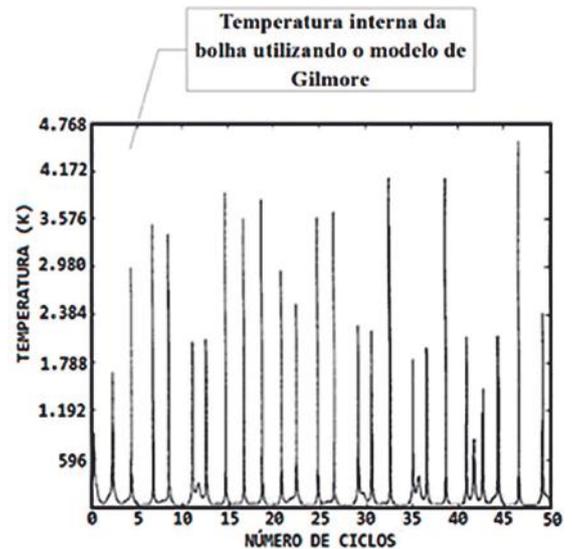


Figura 10 – Resultado obtido na modelagem da temperatura da bolha considerando a quantidade de ciclos desta. Os resultados foram obtidos utilizando a Eq. 18 e o modelo de Gilmore. (LEIGHTON et al., 1995).

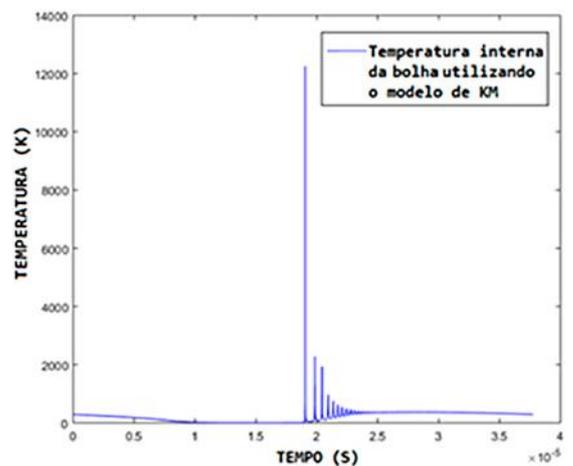


Figura 11 – Nesta modelagem gráfica da temperatura foi utilizada a Eq. 18 e o modelo de Keller-Miksis (KM) para um ciclo da bolha sonoluminescente (MATHEWORKS, 2016).

Percebe-se, nas Figuras 10 e 11, que, em curvas de temperatura, os picos ocorrem no momento em que a bolha colapsa e atinge seu menor raio (emissão de *flash* de luz). Nesse instante, há um aumento brusco em sua temperatura interna. Logo após, a bolha expande-se até o raio máximo e a sua temperatura diminui. Posteriormente, ela comprime-se rapidamente e, no colapso, tem-se novamente o aumento da temperatura. Dessa forma, os ciclos se repetem até a bolha retornar ao valor de seu raio inicial e, conseqüentemente, sua temperatura também retorna aproximadamente ao valor estabelecido inicialmente.

A partir dos resultados obtidos, pode-se dizer que a temperatura interna da bolha variou de 293 K – 70.000 K. Utilizando a Eq. 14, o modelo de RP e estabelecendo a temperatura inicial em 293 K, conseguimos alcançar uma temperatura máxima de 18.000 K nas nossas simulações, um valor cerca de três vezes maior que a temperatura da superfície do Sol, que equivale a 6.500 K (NASA, 2016).

Utilizando a Eq. 14, porém o modelo de HT, Prosperetti et al. (1999) fixaram a temperatura inicial em 293,15 K, alcançando a máxima de 70.000 K, aproximadamente quatro vezes maior que o valor obtido com o modelo de RP e onze vezes maior que a temperatura da fotosfera.

Na nossa simulação, aplicando a Eq. 16 em conjunto com o modelo de KM, e com a temperatura inicial de 293 K, atingimos a temperatura máxima de 20.000 K, valor muito próximo ao encontrado por Vignoli et al. (2013) e que se assemelha também ao resultado obtido por Hiller et al. (1992), o qual logrou o resultado de 25.000 K.

Utilizando o modelo de Gilmore e a Eq. 18, a qual envolve poucos parâmetros em relação às demais, pode-se dizer que, inicialmente, com a temperatura em torno de 298 K, o valor máximo encontrado foi, aproximadamente, 4.768 K, resultado muito abaixo em comparação com os valores atingidos anteriormente, porém próximo a 7.000 K, como obtido por Crum (1994) e a 6.000 K como obtido por Xavier (2000).

A última curva modelada, Figura 11, baseou-se no modelo de KM e na Eq. 18. Após simulações, conseguimos lograr o resultado de 12.000 K. Tal resultado é cerca de 2,5 vezes maior que a temperatura atingida pela modelagem realizada na Figura 10.

Ademais, nota-se uma particularidade na curva da Figura 10. Esta se apresenta dissonante em comparação com as demais, pois em seus 50 ciclos Leighton et al. (1995) consideraram o fluxo de massa na parede da bolha. Logo, o seu tamanho foi modelado de forma “irregular” e, como a temperatura depende dos valores de raio, sua modelagem também se apresentou conforme o gráfico do raio da bolha. A Figura 12 retrata a gráfico citado.

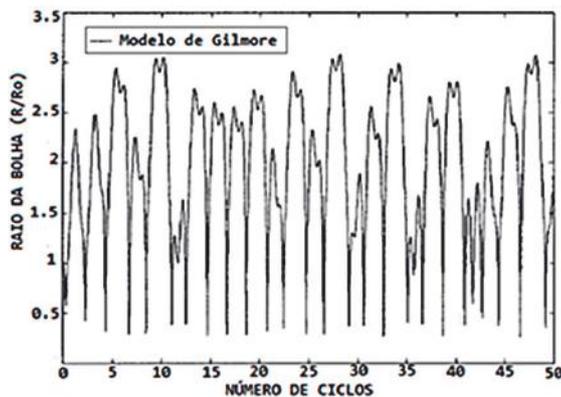


Figura 12 – Apresenta o tamanho da bolha em 50 ciclos. Os resultados foram obtidos utilizando a Eq. 8, o modelo de Gilmore e considerando o fluxo de massa na parede da bolha (LEIGHTON et al., 1995).

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que os quatro modelos referenciados neste artigo modelam a dinâmica da bolha e o seu raio no decorrer do tempo. No entanto, se for feita uma análise comparativa, nota-se que a equação de HT não contém termos que levam em consideração a viscosidade do líquido e isso pode ser um fato que contribui na dissonância do gráfico em relação aos demais, no que tange à alta taxa de expansão. Dessa forma, o uso do modelo de HT é o menos indicado. Mesmo assim, todos os modelos induzem à não linearidade do fenômeno e à iminente descontinuidade da temperatura, da pressão e da velocidade.

Por conseguinte, para modelar a temperatura do gás no seu interior, primeiramente, deve-se optar pelo modelo desejado e, a partir deste, define-se a equação da temperatura que pode envolver poucos parâmetros como a Eq. 18 e a Eq. 14, ou diversos, como a Eq. 15. E, para auxiliar na resolução das equações apresentadas, é interessante utilizar algoritmos que realizem os cálculos e gerem os gráficos automaticamente, através de programas matemáticos como o MATLAB (MATHWORKS, 2012; 2016).

Dessa forma, com base nos resultados de temperatura, podemos dizer que o valor mais baixo se aproxima e os mais elevados ultrapassam (em até 12 vezes) a temperatura da superfície do Sol. Tal fato torna o fenômeno ainda mais interessante, instigando muitos pesquisadores na busca por respostas que justifiquem as altas temperaturas encontradas, bem como as diversas questões em aberto envolvendo a SBSL.

## AGRADECIMENTOS

Às agências de fomento, Capes, CNPq e FAPERJ (E-110.087/2014), pelo auxílio financeiro ao laboratório de Física Experimental e Aplicada (LaFEA) e pela bolsa de iniciação científica do Cefet/RJ concedida à aluna autora deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- AUGSDORFER, U. H.; EVANS, A. K.; OXLEY, D.P. *Thermal noise and the stability of single sonoluminescing bubbles*. *Rev. Mod. Phys.*, v. 5.278, n. 61, 2000.
- BRENNER, M. P. et al. Single Bubble Sonoluminescence. *Rev. Mod. Phys.*, v. 74, n. 2, p. 426-477, 2002.
- BYUN, K. T. et al., Sonoluminescence Characteristics from Micron and Submicron Bubbles. *J. Kor. Phys. Soc.*, v. 47, n. 6, p. 1.010-1.022, 2005.
- CRUM, L. A. Sonoluminescence. *Physics Today*, v. 47, n. 22, p. 22-29, 1994,
- GAITAN, D. F. et al. Sonoluminescence and bubble dynamics for a single, stable, cavitation bubble. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 91, n. 6, p. 3.166-3.183, 1992.
- GRAAF, K. L. de; PENESIS, I.; BRANDNER, P. A. Comparison of the Rayleigh-Plesset and Gilmore Equations and Additional Aspects for the Modelling of Seismic Airgun Bubble Dynamics. *Australasian Fluid Mechanics Conference*, 18, Launceston, 2012.
- HILGENFELDT, S. et al. Analysis of Rayleigh-Plesset dynamics for sonoluminescing bubbles. *J. Fluid Mech.*, v. 365, n.1, p. 171-204, 1998.
- LEIGHTON, T. G. et al. The Cavitation of Bubbles Containing Mon-, Di-, and Tri-Atomic Gases: Discussion Through Modelling of Dynamics Using the Gilmore Equation. *ISVR Tech. Rep.*, v. 2.568, n. 248, p. 1-24, 1995.
- MATHWORKS. MATLAB. *Software*. Massachusetts, USA, 2012; 2016.
- NASA. Layers of the sun. Disponível em: <[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/iris/multimedia/layerzoo.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/iris/multimedia/layerzoo.html)>. Acesso em: 24 nov. 2016.
- PROSPERETTI, A. et al. Modelling of spherical gas bubble oscillations and sonoluminescence. *The Royal Society*, v. 357, n. 1.751, p. 203-223, 1999.
- PUTTERMAN, S. J. et al. Sonoluminescence: How Bubbles Turn Sound into Light. *Rev. Fluid Mech.*, v. 32, n. 1, p. 445-476, 2000.
- PUTTERMAN, S. J. Sonoluminescence: Sound into Light. *Scientific American*, v. 272, n. 2, p. 46-51, 1995.
- RECHIMAN, L. M. et al. Numerical Description of Moving Single Bubble Sonoluminescence State in Sulfuric Acid. *Mecânica Computacional*, v. 31, n. 2, p. 255-278, 2012.
- VIGNOLI, L. L. et al. Modeling the Dynamics of Single-Bubble Sonoluminescence. *Eur. J. Phys.*, v. 34, n. 3, p. 679-688, 2013.
- XAVIER, C. F. *Modelos de implosão de bolhas esféricas para sonoluminescência*. 2000. Tese (Doutorado em Física) – Instituto de Física “Gleb Wataghin”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

## DADOS DAS AUTORAS

**Vanessa Pereira Cavalcanti** ([vanessapcavalcanti94@gmail.com](mailto:vanessapcavalcanti94@gmail.com)), bacharelanda em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca e bolsista de iniciação científica nesta mesma instituição.

**Dayse Haime Pastore** ([daysepastore@gmail.com](mailto:daysepastore@gmail.com)), doutora em Matemática pelo Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, professora associada do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

**Ana Lucia Ferreira de Barros** ([ana.barros@cefet-rj.br](mailto:ana.barros@cefet-rj.br)), doutora em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, coordenadora do Laboratório de Física Experimental e Aplicada (LaFEA) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

## UMA PROPOSTA DE MAPEAMENTO E MODELAGEM DE PROCESSOS COMO REQUISITOS DE NEGÓCIOS

Diego Medeiros Santos

José Luiz Fernandes

Eduardo Linhares Qualharini

Andréa Souza da Cunha Fernandes

**RESUMO:** O presente estudo apresenta uma proposta de aplicação do mapeamento e modelagem de processos como importante técnica de levantamento de requisitos de negócio. Para tal, mostra-se a contribuição de uma prática de análise e levantamento de informações para a elaboração detalhada do plano de escopo de um projeto de automação do processo de requisição e movimentação de pessoal, realizado em uma companhia seguradora da região metropolitana do Rio de Janeiro. A pesquisa objetivou demonstrar como a aplicabilidade do mapeamento e modelagem de processos contribui para a concepção do escopo de projetos.

**Palavras-chave:** Mapeamento e modelagem de processos. Requisitos de negócio. Escopo.

**ABSTRACT:** This study presents an application of the process mapping as an important technique to identify business requirements. The purpose shows the contribution of the analysis and requirement information to do project scope planning of automate a people management process at an insurance company of Rio de Janeiro State. The search aimed to show the applicability of process mapping to achieve a project scope planning.

**Keywords:** Process mapping. Business requirements. Scope.

## INTRODUÇÃO

As organizações estão inseridas em mercados cada vez mais competitivos e dinâmicos. Independente do porte ou segmento da organização, garantir sua sobrevivência é fundamental. Com o avanço da tecnologia e a facilidade de comunicação, os clientes estão cada vez mais exigentes, tornando a competitividade cada vez mais acirrada. Para garantir o primeiro lugar na preferência dos mercados, as organizações precisam cada vez mais traçar suas estratégias de forma a não só atingir as expectativas dos clientes, mas sim superá-las. Diante deste cenário tão competitivo, o Gerenciamento de Projetos, aliado ao Gerenciamento de Processos de Negócios, aparecem como importantes práticas a serem adotadas pelas organizações como meio de oferecer melhores produtos e serviços, agregar valor para seus clientes e adquirir importante vantagem competitiva. O Quadro 1 apresenta as principais definições das duas práticas de gestão.

Quadro 1 – Conceitos do Gerenciamento de Projetos e Gerenciamento de Processos de Negócios

Gerenciamento de Projetos		Gerenciamento de Processos de Negócio	
Autor	Definição	Autor	Definição
Kerzner (2007)	Pode ser definida como o planejamento, a programação e o controle de uma série de tarefas integradas de forma a atingir seus objetivos com êxito, para benefício dos participantes do projeto.	Hammer (2001)	Constitui um sistema integrado de gestão de desempenho de negócios voltado para a gestão de processos de negócio ponta a ponta, totalmente centrado para o cliente.
PMBOK (2013)	É a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos.	ABPMP (2013)	Constitui um conjunto de capacidades de negócio que abrange desenhar, implementar, monitorar, controlar e melhorar continuamente os processos de negócio e tem por objetivo desenvolver os processos de negócio de forma a alcançar os resultados pretendidos em alinhamento com as metas estratégicas da organização.

Fonte: Os autores, 2015.

O objetivo do estudo é propor a aplicação do mapeamento e modelagem de processos como técnica de levantamento de requisitos de negócios para um projeto de automação do processo de aquisição e movimentação de recursos humanos de uma companhia seguradora.

## REVISÃO DA LITERATURA

Gerenciamento do escopo do projeto Segundo Xavier (2009), o gerenciamento do

escopo do projeto abrange cinco processos de gerenciamento: coleta de requisitos, definição do escopo, elaboração da Estrutura Analítica de Projetos (EAP), verificação e controle do escopo. A implementação desses processos garante que seja realizado somente o trabalho necessário para se concluir o projeto com sucesso. O foco principal é definir e controlar o que está ou não incluso no projeto.

De acordo com o PMBOK (2013), o termo escopo do produto contém as características e funções que caracterizam um produto, serviço ou resultado. Já o termo escopo do projeto, contém a definição do trabalho que deve ser realizado para entregar o produto final do projeto, conforme especificado. Existem várias técnicas para identificação de requisitos de negócios para a definição do escopo, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Ferramentas e técnicas para coleta de requisitos de negócios



Fonte: Adaptado Guia PMBOK, 2013.

Segundo Xavier (2009) e Keeling e Branco (2014), os requisitos de negócio são condições ou capacidades que devem ser supridas pelo produto, serviço ou resultado do projeto, para satisfazer um contrato, um padrão, uma especificação ou outro documento formal. Esses requisitos precisam ser definidos e reportados detalhadamente de forma a serem medidos e controlados durante a execução do projeto.

A presente pesquisa propõe a aplicação do mapeamento e modelagem de processos como mais uma técnica para o levantamento de requisitos de negócio, de forma consistente, assertiva e estruturada. O mapeamento e modelagem de processos é uma capacidade de análise que vai muito além da representação em forma de fluxograma. Sua aplicabilidade está justamente em avaliar como a situação atual exige e gera necessidades de negócio, de forma a viabilizar a avaliação dos impactos dos requisitos, esgotando todas as possibilidades e alternati-

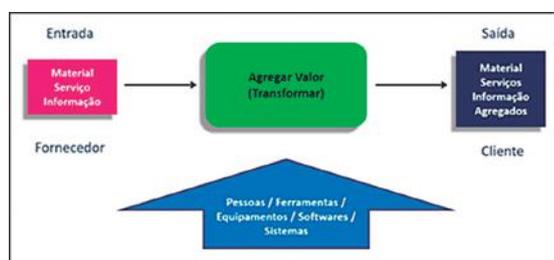
vas de soluções, gerando uma carga enorme de informações para a definição do escopo do produto do projeto.

Para melhor entender o conceito do mapeamento e modelagem de processos, é importante abordar o seu contexto no Gerenciamento de Processos de Negócios.

### Gerenciamento de Processos de Negócios – Business Process Management – BPM

Para se chegar ao conceito de Gerenciamento de Processos de Negócios, é importante iniciar pela abordagem sobre o que é um processo e no que consiste um processo de negócio (Figura 2).

Figura 2 – O processo



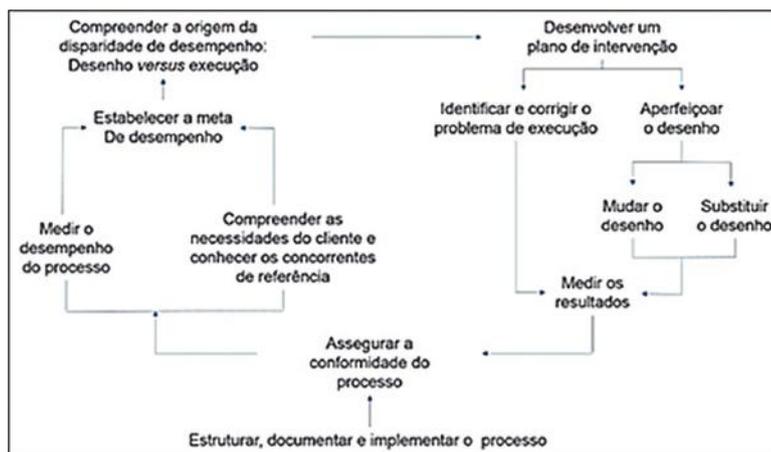
Fonte: Os autores, 2015.

Para Capote (2011), o processo consiste em um conjunto de atividades inter-relacionadas na realização de um trabalho, visando atender necessidades específicas.

Segundo o ABPMP (2013), processo é uma agregação de atividades e comportamentos executados por humanos ou máquinas para alcançar um ou mais resultados. Processos são compostos por atividades que interrelacionam e solucionam uma questão específica. Tais atividades são orientadas por regras de negócio e vistas no contexto de sua relação com as demais atividades de forma a oferecer uma visão lógica de sequenciamento de fluxo. Estes são denominados processos de negócios.

Segundo Hammer (apud Rosemann; Brocke, 2013), processo de negócio consiste num trabalho de ponta a ponta que atravessa uma empresa para criar valor para o cliente, é embasado em um sistema integrado de gestão de desempenho de negócios voltado para a sua gestão. A Figura 3 apresenta o ciclo de gerenciamento de processos proposto por Hammer.

Figura 3 – Tipos de Processos de Negócios

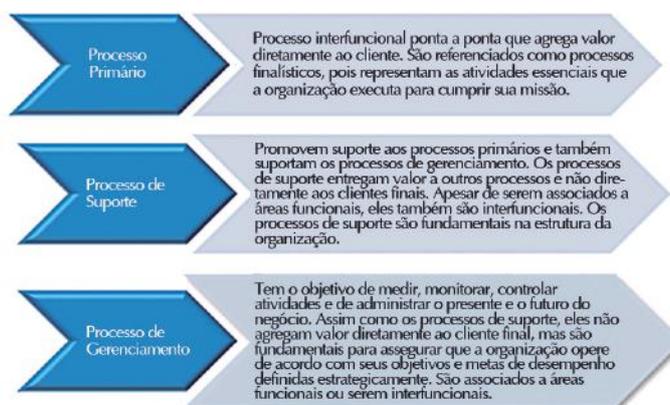


Fonte: Hammer, 2001.

De acordo com Hammer (2001), o gerenciamento de processos de negócios proporciona, em uma organização, a garantia de que seus processos cumpram o prometido e funcionem de forma coerente com o nível de desempenho que são capazes de oferecer. Ele determina quando um processo não está mais atendendo às necessidades dos clientes e permite a criação de processos de alto desempenho, que funcionam com custos baixos, maior velocidade, melhor uso de ativos e maior flexibilidade.

Segundo ABPMP (2013), o gerenciamento de processos de negócios é uma abordagem disciplinar para identificar, desenhar, executar, documentar, medir, monitorar, controlar e melhorar processos de negócio, automatizados ou não, para alcançar resultados consistentes e alinhados com os objetivos estratégicos da organização. Os processos de negócios são caracterizados por três tipos bem definidos, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Tipos de Processos de Negócios



Fonte: Adaptado ABPMP, 2013.

A visão orientada de processos não deve ser considerada apenas para o ambiente interno da organização, é preciso considerar também o ambiente externo, entre eles os fornecedores e os clientes intermediários, pois estes impactam diretamente a organização como um todo. Este conceito está direcionado à ideia de valor agregado ao negócio, por meio da cadeia de valor.

Segundo Porter (1989), cadeia de valor consiste no conjunto de atividades inter-relacionadas que adicionam valor ao produto ao longo de sua criação, onde as atividades uma vez encadeadas adicionam mais valor ao produto que a soma do valor total de cada atividade realizada individualmente. Dessa forma, atores externos podem influenciar diretamente no desempenho de uma organização, como por exemplo, os fornecedores. O modelo de Cadeia de Valor de Michael Porter representa o conjunto de atividades desempenhadas por uma organização desde as relações com os fornecedores, ciclos de produção e de venda até a fase da distribuição final. Na Figura 5, é possível entender as relações e interações dos níveis da organização.

Figura 5 – Cadeia de valores genérica



Fonte: Porter, 1989.

## Mapeamento e Modelagem de Processos

Segundo Capote (2011), o mapeamento de processos ou levantamento de informações consiste no trabalho de se obterem as informações do processo, seus recursos e suas regras de negócio. As informações do processo são obtidas por meio de entrevistas e reuniões de levantamento, com os principais envolvidos e responsáveis pelo processo. A modelagem de processos de negócio refere-se ao conjunto de atividades necessárias para a criação de representações de processos existentes ou que ainda estão em planejamento ou sendo projetados. As regras de negócio são compostas por condições para a realização de determinadas ações

e atividades do processo na realização do negócio. As informações sobre regras de negócio estão, muitas vezes, diluídas entre formulários, sistemas, bancos de dados, procedimentos corporativos e/ou funcionais e no próprio trabalho humano. As regras de negócio são identificadas no mapeamento do processo de negócio. As informações levantadas durante o mapeamento do processo podem ser estruturadas de diversas maneiras. Uma delas é a estruturação por meio da elaboração de um fluxo, também conhecido como modelo. Um modelo deve atender a características básicas que definem um padrão a ser seguido na elaboração dos fluxos, chamado de modelagem de processos de negócio.

De acordo com ABPMP (2013), a modelagem de processos de negócio tem como propósito criar uma representação do processo de maneira completa e precisa sobre seu funcionamento. Possui um nível de detalhamento e modelo específico. Um modelo é a representação simplificada de um conceito ou atividade. Tais modelos podem ser matemáticos, gráficos, físicos, narrativos ou uma combinação de todos esses tipos. Esses modelos possuem uma ampla aplicação em vários ambientes de negócio, entre eles a estruturação, a aprendizagem, estimativas, quantificação de dados, validações e objetivos. O modelo de processos ilustra informações referentes a elementos do processo, relacionamento entre áreas, evidenciando responsáveis e atividades executadas. A notação científica é um conjunto padronizado de símbolos e regras que determinam o significado desses símbolos. No Quadro 2, são listados os tipos de notação mais utilizados pelo mercado e suas respectivas definições.

Quadro 2 – Notações de modelagem de processos

Notação	Descrição
Fluxograma	Originalmente aprovado como padrão ANSI (American National Standards Institute), inclui um conjunto simples e limitado de símbolos não padronizados; facilita o entendimento rápido do fluxo de um processo.
EPC (Event-driven Process Chain)	Desenvolvido como parte da estrutura de trabalho ARIS (programa para modelagem de processos), considera eventos como "gatilhos para" ou "resultados de" uma etapa do processo; útil para modelar conjuntos complexos de processos.
UML (Unified Modeling Language)	Mantido pelo Object Management Group, consiste em um conjunto padrão de notações técnicas de diagramação orientado à descrição de requisitos de sistemas de informação.
BPMN (Business Process Model and Notation)	Padrão criado pelo Object Management Group, útil para apresentar um modelo para públicos -alvo diferentes.

Fonte: Adaptado ABPMP, 2013.

Independente da notação escolhida, o trabalho de mapeamento e modelagem de processos deve ser embasado em duas abordagens: Análise de Processos e Desenho de Processos.

Segundo Capote (2011), a análise de processos se concentra na situação do momento atual do processo, também conhecido como análise do processo “AS IS” (Processo Atual). É por meio da análise do processo atual que é possível entender sobre como os processos da organização são realizados. A análise retrata fielmente o que está acontecendo no negócio, os fatores resultantes dos processos da organização. O desenho de processos visa à realização do novo ou da melhoria do processo “AS IS”, orientado para o futuro, também conhecido como processo “TO BE” (Processo Futuro). A melhoria dos processos só deveria ser realizada após uma análise dos processos “AS IS” de forma a proporcionar uma identificação de inúmeras oportunidades de melhoria no processo, gerando insumos para o desenho “TO BE”. O desenho do processo futuro (“TO BE”) é de suma importância para a garantia do uso das informações coletadas durante a fase da análise (“AS IS”), de forma a idealizá-lo visando sempre a que ele produza os efeitos desejados, de forma planejada, alcançando uma melhoria da capacidade competitiva dos processos da organização.

## **METODOLOGIA**

Segundo Lakatos (2008), método é o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, viabilizam o alcance do objetivo de se adquirir conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando tomadas de decisões. Considerando esse conceito, o trabalho se baseia na utilização do método de análise qualitativa da aplicação do mapeamento e modelagem de processos como técnica de coleta de requisitos de negócio para a composição do plano de escopo de um projeto em uma companhia seguradora.

## **PROPOSTA DE TRABALHO**

Em função do aquecimento do mercado segurador e do crescimento expressivo da companhia, houve um aumento natural na demanda por contratações de profissionais de diferentes áreas, formações e competências técnicas. Esse movimento exigiu

da área de gestão de pessoas um aumento expressivo na execução dos processos de admissões, promoções e realocações de funcionários. Todos esses processos compõem o processo de requisição e movimentação de pessoal.

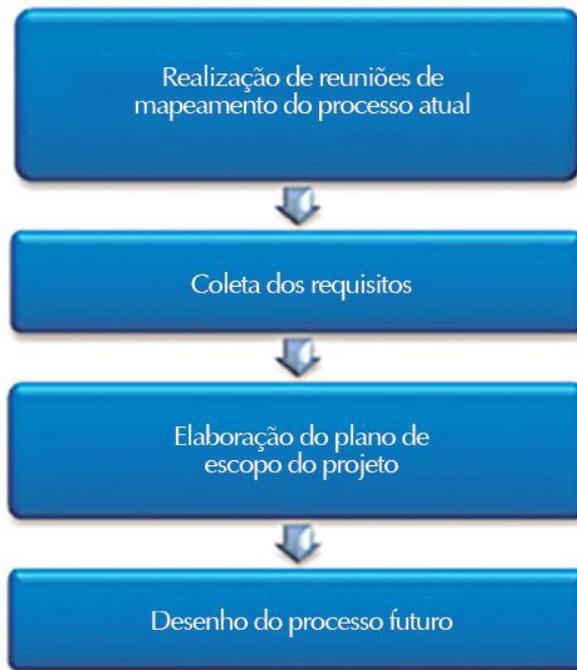
Diante desse cenário, a área de Gestão de Pessoas identificou a necessidade de transferir o processo de requisição e movimentação de pessoal, que é feito de forma manual, para o sistema corporativo de gestão de RH, que atualmente é utilizado pela área de gestão de pessoas para desempenhar outros processos como: folha de pagamento, avaliações de desempenho, cálculo de bônus de participações nos lucros, entre outros (NOKES, 2012).

A área de gestão de pessoas fez uma solicitação de negócio junto ao escritório de projetos, com a necessidade de transformar os atuais processos de requisição e movimentação de pessoal em um workflow de aprovações via sistema corporativo de gestão de RH. O escritório de projetos recebeu a solicitação e avaliou atentamente a necessidade macro desse projeto. Classificou essa solicitação e designou um gerente de projetos responsável por essa demanda. O trabalho também contou com a colaboração do escritório de processos existente na companhia, área responsável por mapear e modelar o processo atual (“AS IS”) e futuro (“TO BE”) de requisição de pessoal, gerando inúmeros dados e informações utilizadas para a definição do escopo do projeto em questão.

## **PROPOSTA DE MAPEAMENTO DO PROCESSO DE RH**

Para desenvolver uma solução, foi identificada a necessidade de se conhecerem detalhes de como é o processo atual de requisição e movimentação de pessoal, além de identificar de uma forma muito bem detalhada os requisitos e regras de negócio para a concepção do escopo do projeto. Para a concepção do escopo do projeto com base na necessidade, foram definidas as seguintes etapas de trabalho, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Etapas do planejamento do trabalho



Fonte: Os autores, 2015.

Definidos esses quatro passos, foi realizado um planejamento de reuniões de mapeamento envolvendo um representante responsável de cada área envolvida no processo.

### Reuniões de Mapeamento do Processo

Identificada a dimensão do processo de requisição e movimentação de pessoal, foi estabelecida uma sequência de reuniões de mapeamento e modelagem para cada etapa do processo com sua respectiva área responsável. A técnica usada para o mapeamento e modelagem do processo atual ("AS IS") foi a entrevista com todos os envolvidos no processo por meio de reuniões. Finalizada a reunião de entrevista, foi elaborado o modelo com base em todas as informações levantadas e, em seguida, realizada a segunda reunião com os mesmos participantes para a validação do modelo. Dependendo da complexidade das etapas do processo, duas reuniões não são suficientes. Durante reunião de levantamento de informações, os envolvidos no processo devem responder às seguintes questões, baseadas na ferramenta 5W2H, conforme ilustração na Figura 7.

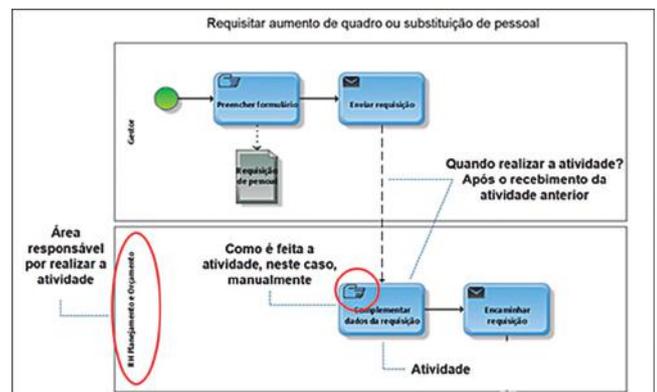
Figura 7 – Técnica de identificação de informações

Atividade	• Ação realizada
Responsável	• Área responsável por executar a atividade
Por que	• O objetivo da atividade
Quando	• Condição de momento para a execução da atividade
Como	• Maneira e/ou insumos necessários para execução da atividade

Fonte: Os autores, 2015.

Ao questionar os envolvidos com base nessa ferramenta, é possível identificar uma dimensão muito clara das atividades em sua sequência lógica. O próximo passo é elaborar o modelo para apresentar na reunião seguinte e dar a dimensão a todos os envolvidos, mostrar o papel de cada um no contexto geral do processo, já que, na grande maioria dos casos, não existe por parte dos envolvidos, a visão integrada de suas atividades realizadas. De posse dos modelos, é possível identificar em cada atividade do processo, os pontos críticos existentes, bem como vulnerabilidades, oportunidades de melhorias e necessidades de negócios. A Figura 8 mostra como deve ser feita a leitura de um modelo.

Figura 8 – Leitura do modelo



Fonte: Os Autores, 2015.

## Levantamento de Requisitos de Negócio

Finalizado o mapeamento e modelagem de todo o processo atual (“AS IS”) de aquisição e movimentação de pessoal, o modelo validado serve como importante instrumento para a identificação das necessidades do projeto. Ao ler atentamente os processos “AS IS” com os seus respectivos responsáveis, é possível identificar inúmeras oportunidades de melhorias, já que a análise não é feita de forma isolada. Desse modo, é possível ter a noção de todo o contexto e os impactos das modificações no processo em sua totalidade.

A coleta de requisitos ocorre por meio de entrevistas com os envolvidos no processo e o modelo do processo deve ser utilizado como base para a coleta. A leitura do modelo deve ser realizada lentamente, analisando cada atividade no detalhe de forma a identificar ao máximo as oportunidades de melhorias. Neste trabalho, todos os envolvidos e responsáveis estavam presentes na mesma reunião, participaram da leitura do fluxo e contribuíram com as suposições, oportunidades e necessidades de melhoria, mitigando consideravelmente os riscos da criação de novos requisitos a serem considerados no plano de escopo ao longo do projeto. Dessa forma, foi possível diminuir consideravelmente as solicitações de mudanças de escopo oriundas de expectativas e necessidades não identificadas durante a coleta de requisitos, na fase de planejamento do projeto.

A contribuição do mapeamento e modelagem de processos para a gestão de mudanças do projeto se dá exatamente pelo fato de diminuir as possibilidades de solicitação de mudanças referente às expectativas dos envolvidos. Uma vez que todos os requisitos foram levantados, esgotando a possibilidade de novas solicitações por parte dos interessados no projeto, as chances de mudanças são mínimas. De qualquer maneira, para o apoio do gerenciamento do projeto em si, o mapeamento também contribui na comunicação do projeto, já que é possível desenhar um fluxo de gerenciamento da mudança e ser apresentado a todo o grupo de trabalho demonstrando como deve ser feita a tratativa diante de uma solicitação de mudança.

### Descrição da proposta

Com base no trabalho apresentado, é possível afirmar que o mapeamento e a modelagem de processos contribuem para a coleta de requisitos de projetos.

O trabalho de mapeamento e modelagem de processos é um pilar do Gerenciamento de Processos de Negócios, que consiste em uma prática que compõe uma iniciativa macro, com objetivos claramente definidos e que agrega valor à gestão da companhia, desde que implementada com apoio da alta administração até a base operacional (“top-down”).

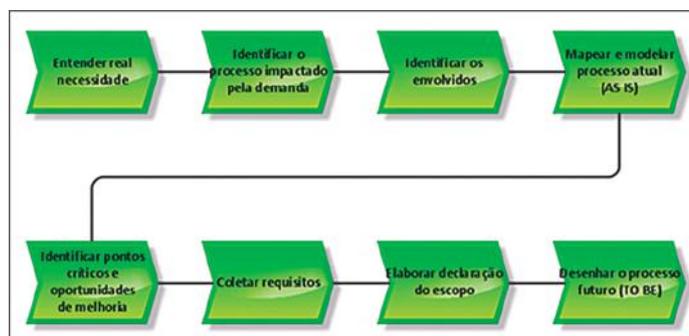
Grande parte das solicitações de projetos são oriundas das oportunidades de melhorias dos processos da organização. Geralmente são etapas do processo que estão vulneráveis e necessitando de uma melhoria, seja sistêmica, operacional ou comportamental.

Com base na pesquisa realizada com o estudo de caso, fica claro como a técnica de mapeamento e modelagem de processos alinhada a uma competente gestão de projetos pode adquirir extrema vantagem competitiva.

A proposta do trabalho foi a utilização da ferramenta de mapeamento e modelagem sempre diante da identificação da necessidade de se realizar um projeto na organização. O mapeamento e a modelagem viabiliza sempre a visão holística e integrada dos processos de negócio da organização.

Considerando todos os benefícios da técnica abordada neste estudo, o presente trabalho apresenta a estratégia para a implementação da proposta de utilizar o mapeamento e modelagem de processos como importante prática para a coleta de requisitos de negócios. A proposta para coleta de requisitos de negócios se baseia em 8 passos ilustrados na Figura 9.

Figura 9 – Proposta de técnica para coleta de requisitos de negócios



Fonte: Os autores, 2015.

Para implementar a estratégia de coleta de requisitos é fundamental: entender a solicitação do projeto; qual a real necessidade do solicitante; e o que motivou a fazer a solicitação. Em seguida, é necessário ter a percepção de que essa solicitação é o resultado de uma ineficiência ou oportunidade de melhoria de determinado processo da organização. A identificação de todas as áreas envolvidas nesse processo é também uma etapa crucial, pois as soluções propostas irão impactá-los direta ou indiretamente. Ao não considerar todos os envolvidos, as chances de ocorrer solicitações de mudanças de escopo aumentam consideravelmente. Após a identificação de todos os envolvidos, é necessário dimensionar o tamanho dessa interação, considerando a necessidade do projeto e os setores impactados. Isso só é possível ao mapear e modelar o processo atual ("AS IS"). De posse do "AS IS", é hora de analisar cada atividade de forma a identificar seus pontos críticos e oportunidades de melhorias. Os requisitos de negócio surgem exatamente nessa etapa, devendo ser estruturados e documentados para contribuir na declaração do escopo do projeto. Por fim, até a fase de encerramento do projeto, o desenho do processo futuro ("TO BE") deve ser realizado, pois este representa como o processo se apresentará após a implementação do projeto, contribuindo diretamente para a gestão do conhecimento da organização. Dependendo da natureza de cada projeto, o modelo futuro ("TO BE") deve ser utilizado inclusive como material base para a concepção de treinamentos, comunicações, desenvolvimentos e soluções sistêmicas.

Concluído os modelos ("AS IS") e ("TO BE"), os mesmos são anexados como documentação do projeto. Tais documentos devem estar disponíveis para consulta a qualquer momento durante e após conclusão do projeto. À medida que novas demandas por projetos são classifica-

das e iniciadas, é de suma importância realizar uma avaliação dos impactos que determinados projetos podem causar na sua entrega. Esta análise é perfeitamente possível se os processos da organização estiverem mapeados e modelados. Diante da ausência do mapeamento, para se garantir um maior desempenho principalmente na etapa da definição do escopo do projeto, o mapeamento e a modelagem do processo atual ("AS IS") e do processo futuro ("TO BE") se faz necessário. Após a conclusão do projeto, os modelos devem ficar à disposição para consulta, assim como os demais documentos do projeto, de forma a contribuir não só para a concepção do escopo, mas também para a gestão do conhecimento do projeto e organização.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Duas importantes práticas de gestão foram apresentadas neste trabalho, o Gerenciamento de Projetos e o Gerenciamento de Processos de Negócios. As duas práticas se complementam e, ao serem implementadas em uma organização, independente da sua estrutura, porte ou segmento, geram aumento de vantagem competitiva. O gerenciamento de processos gera melhorias significativas em uma organização, porém, a sua implementação só é viável se houver um projeto muito bem planejado e gerenciado para conduzir sua implementação.

O benefício do mapeamento de processos é a geração e o registro do grande volume de informações necessárias para a concepção do escopo de projetos. Esta prática faz o levantamento de todas as necessidades dos envolvidos no projeto para que estas sejam identificadas, esgotando ao máximo a possibilidade de surgimento de novas necessidades durante a execução do projeto, reduzindo as possíveis solicitações de mudanças de escopo, interferências no prazo, custo e evitando retrabalhos ao longo da execução do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ABPMP. Association of Business Process Management Professionals Brasil. Corpo Comum de Conhecimento ABPMP (BPM CBOK). v. 3, 1. ed. Brasil: ABPMP, 2013.
- CAPOTE, Gart. Guia para formação de analistas de processos – BPM. v. 1. Rio de Janeiro: Gart Capote, 2011.
- HAMMER, Michael. The Agenda: what every business must do to dominate the decade. New York: Crown Business, 2001.
- KEELING, Ralph; BRANCO, Renato Henrique Ferreira. Gestão de Projetos: uma abordagem global. 3. ed. Porto Alegre: Saraiva, 2014.
- KERZNER, Harold R. Gestão de Projetos: as melhores práticas. 2. ed.. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- LAKATOS, M. Eva. Metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2008.
- NOKES, Sebastian. O guia definitivo do Gerenciamento de Projetos: como alcançar resultados dentro do prazo e do orçamento. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

PORTER, Michael. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Elsevier, 1989.

PROJECT MANAGER INSTITUTE – PMI. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK). São Paulo: Saraiva, 2013.

ROSEMANN, Michael; BROCKE, Jan Vom. Manual de BPM, Gestão de Processos de Negócio. Porto Alegre: Bookman, 2013.

XAVIER, Carlos Magno. Gerenciamento de Projetos: como definir e controlar o escopo do projeto. São Paulo: Editora Saraiva, 2009.

#### **DADOS DOS AUTORES**

**Diego Medeiros Santos** (adm.dmediros@gmail.com), pós-graduado em Gestão e Gerenciamento de Projetos (NPPG-Politécnica/UFRJ), analista de processos sênior na ICATU Seguros.

**José Luiz Fernandes** (jluizfernandes@gmail.com), pós-doutor em Engenharia (UFRJ), professor do curso de Engenharia de Produção do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ).

**Eduardo Linhares Qualharini** (qualharini@poli.ufrj.br), pós-doutor em Engenharia (UFF), professor do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Coordenador do Núcleo de Pesquisas em Planejamento de Gestão (NPPG/UFRJ).

**Andréa Sousa da Cunha Fernandes** (andreascunha@gmail.com), mestre em Ciências (UFRJ), professora do curso de Engenharia Civil do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ).



