

em.fORMAção

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



DESTAQUES
2016/17

em.fORMAção

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



DESTAQUES
2016/17

ISBN 978-85-67022-28-4

© 2018 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Os artigos assinados, no que diz respeito tanto à linguagem quanto ao conteúdo, não refletem necessariamente a opinião do Instituto Federal de Goiás. As opiniões são de responsabilidade exclusiva dos respectivos autores.

É permitida a reprodução total ou parcial desde que citada a fonte.

B823	<p>Brasil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.</p> <p>Destaques 2016–2017/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. – Goiânia: Editora IFG, 2018.</p> <p>140p.: il. (Em.formação: cadernos de iniciação científica e tecnológica do IFG; 4)</p> <p>ISBN 978-85-67022-28-4</p> <p>1. Iniciação científica e tecnológica. 2. Pesquisa-iniciação científica. 3. Pesquisa- iniciação tecnológica. 4. Formação educacional. I. Título. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 370.7</p>
------	---

Catálogo na publicação:

Maria Aparecida Andrade de Oliveira Tsu – CRB /1–1604

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Editora IFG

Avenida C-198, Qd. 500. Jardim América.

CEP: 74270-040 | Goiânia/GO

(62) 3237-1816

editora@ifg.edu.br

Impresso no Brasil

em.fORMação

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



DESTAQUES
2016/17

Sumário

Apresentação	7
1. Utilização da farinha de feijão endurecido e quirera de arroz na elaboração de biscoito salgado	9
2. Planejamento e confecção de modelos didático-pedagógicos para aplicação no ensino de Ciências Biológicas	21
3. Efeito da enzima lactase e da adição de leite em pó sobre as características físico-químicas e sensoriais do iogurte caseiro	37
4. Avaliação do grau de contaminação ambiental de águas de cavas de mineração a céu aberto localizadas em Mara Rosa/GO	53
5. Modelagem de dados ambientais utilizando redes neurais artificiais	69
6. Estudo e implementação de um algoritmo adaptativo para controle de vibrações de um sistema mecânico	81
7. Caminhos da educação em Goiás: vestígios de materiais e métodos de ensino nas escolas de primeiras letras oitocentistas	91
8. Representações sociais de leitura e de leitor de professores de um câmpus do IFG	105
9. Representações sobre a deficiência intelectual em pesquisas científicas <i>stricto sensu</i> no Brasil	121

Apresentação

A série *Em. formação: Cadernos de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG*, publicada anualmente, foi concebida para constituir um meio de divulgação dos resultados de pesquisas realizadas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG (Pibicti/IFG). Esta série foi inspirada no Prêmio Destaque de Iniciação Científica e Tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), concedido anualmente aos melhores trabalhos desenvolvidos pelos bolsistas de Iniciação Científica (Pibic) e de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pibiti) em três grandes áreas: 1) Ciências Exatas, da Terra e Engenharias; 2) Ciências da Vida, que engloba Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde e 3) Ciências Humanas e Sociais, Letras e Artes.

O Pibicti/IFG se iniciou em 2006, antes da transformação do Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás (Cefet/GO) em Instituto Federal, com dez bolsas de Iniciação Científica (Pibic), financiadas com recursos institucionais próprios. No ano seguinte, a Instituição firmou acordo com o CNPq para a concessão, por esta agência, de uma cota institucional de dez bolsas de Iniciação Científica (Pibic/CNPq) e cinco de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pibiti/CNPq). Hoje o IFG possui mais de duas centenas de bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica, contabilizando tanto aquelas financiadas pelo CNPq quanto as subsidiadas pela própria Instituição. Nesse conjunto, estão envolvidas mais de três centenas de alunos e quase duas centenas de servidores do IFG (docentes e técnico-administrativos), que atuam como orientadores.

O Programa objetiva oferecer aos alunos do IFG, por meio da participação nas atividades práticas e teóricas no ambiente de pesquisa, a oportunidade de descobrir como a ciência é construída e como o conhecimento é ampliado. São abarcados o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic), o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pibiti) e o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica nas Ações Afirmativas (Pibic-Af), que destinam bolsas de pesquisa a alunos dos cursos superiores; o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica no Ensino Médio (Pibic/EM), que oferece bolsas a alunos dos cursos técnicos de nível médio, e, por fim, o Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (Pivic),

que propicia aos alunos de nível médio e superior participar da Iniciação Científica e Tecnológica sem o recebimento de bolsa.

Para a composição deste quarto volume da *Em.formação*, os trabalhos desenvolvidos no período de agosto de 2016 a julho de 2017 foram classificados com base na média das avaliações dos resumos estendidos submetidos ao 10º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG, realizado nos dias 9, 10 e 11 de outubro de 2017 no IFG/Câmpus Aparecida de Goiânia, e de sua apresentação nesse evento. Selecionaram-se cinco destaques das diversas modalidades de Iniciação Científica e Tecnológica de cada uma das três grandes áreas definidas pelo prêmio do CNPq. Depois da seleção, os autores foram convidados a submeter um texto de 10 a 15 páginas para publicação após avaliação do Comitê Inter-no de Iniciação Científica e Tecnológica. Dos quinze autores convidados, somente doze, quatro de cada grande área, enviaram-nos seus textos. Desse total nove foram recomendados pelo Comitê.

Buscamos, com esta premiação, estimular os alunos e os orientadores a se dedicarem ainda mais em suas pesquisas e a ser mais cuidadosos na produção escrita de seus resultados e na realização de sua apresentação no Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, elevando, assim, cada vez mais a qualidade e a repercussão desse evento, tão importante para a formação de nossos alunos.

Compusemos esta série com o intuito de disponibilizar para os leitores uma pequena amostra das pesquisas desenvolvidas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG, a qual servirá não só para divulgar a produção científica da Instituição mas também para incentivar a participação de outros alunos e servidores nesse importante Programa.

Ruberley Rodrigues de Souza
Organizador

Utilização da farinha de feijão endurecido e quirera de arroz na elaboração de biscoito salgado

Antônio Carlos da Costa Magalhães
Thiago Augusto Godoi
Kátia Flávia Fernandes
Beatriz dos Santos Siqueira

Resumo

O arroz e o feijão fazem parte da dieta do brasileiro, porém, durante as etapas de beneficiamento e armazenamento, sofrem alterações físicas e bioquímicas que os tornam subprodutos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver farinhas de feijão endurecido (FFE), farinha de quirera de arroz (FQA) e misturas com diferentes proporções dessas farinhas e avaliar seu potencial na elaboração de biscoito salgado. A FFE, a FQA e suas misturas foram testadas quanto às propriedades funcionais e ao teor de umidade. Elaboraram-se biscoitos com as farinhas e realizou-se avaliação das propriedades físicas e da aceitação sensorial. As farinhas apresentaram teores de umidade abaixo de 15% e não diferiram em relação ao índice de

absorção de água e à atividade emulsificante. A FQA apresentou maior solubilidade em água, menor índice de absorção de óleo e maior capacidade de formação de gel. Biscoitos elaborados com maiores quantidades de FFE apresentaram-se mais duros. Os biscoitos perderam massa de forma igual após o forneamento e não diferiram em relação ao fator de expansão. A formulação com FQA foi a que mais se destacou nos atributos de sabor, cor, textura e aparência global (índice de aceitação 70-73%). A FQA, a FFE e suas misturas são potencialmente utilizáveis para elaboração de biscoito salgado, porém FQA se destaca por apresentar maior aceitação e proporcionar aos biscoitos melhores propriedades físicas.

Palavras-chave: *Hard-to-cook*. Subproduto. Inovação. Agregação de valor.

Introdução

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais importante entre as leguminosas, por ser a mais antiga e a mais cultivada nos

cinco continentes, correspondendo a aproximadamente 95% da produção mundial de *Phaseolus* (EMBRAPA, 2005). Essa leguminosa, além de constituir um dos alimentos básicos em países desenvolvidos, é um dos principais fornecedores de proteína na dieta alimentar das populações economicamente menos favorecidas, devido a seu menor custo em relação aos produtos de origem animal (MECHI; CANIATTI-BRAZACA; ARTHUR, 2005). No Brasil, o feijão, a carne e o arroz, juntos, contribuem com 70% da ingestão proteica da população (MESQUITA et al., 2007).

Sobre o feijão, cabe ressaltar que esse grão, quando submetido ao armazenamento sob alta temperatura (30-40°C) e umidade (>75%), condições comuns em países tropicais como o Brasil, apresenta perda gradual da qualidade tecnológica, nutricional e sensorial (NASAR-ABBAS et al., 2008; SHIGA; CORDENUNSI; LAJOLO, 2009). As alterações físicas, biológicas e químicas ocorridas durante a estocagem tornam os grãos endurecidos, fenômeno conhecido como *hard-to-cook* (HTC) ou "difícil de cozinhar".

Outro grão de significativo valor socioeconômico e nutricional é o arroz (*Oryza sativa* L.), um dos cereais mais importantes em nível mundial. A produção de arroz no Brasil totalizou aproximadamente 12,4 mil toneladas na safra de 2016 (CONAB, 2016), o que faz do país um dos maiores produtores de arroz entre as nações não asiáticas. Embora seja extremamente mecanizada, a cadeia produtiva do arroz ainda enfrenta vários problemas, em especial no que diz respeito ao grande volume de resíduos gerados pelo seu beneficiamento, que apresentam difícil manejo e/ou baixo valor comercial. Durante as etapas do processamento do arroz, são gerados cerca de 10% de grãos quebrados e 5% de quirera (SILVA et al., 2008). A quirera de arroz possui a composição similar à do grão inteiro e, por isso, é muito utilizada na fabricação de ração animal e na fermentação de cerveja. Além disso, a quirera pode ser uma boa alternativa na elaboração da farinha de arroz destinada às indústrias processadoras de alimentos, para a fabricação de alimentos infantis, barras de cereais, chocolates, massas, pães e outros produtos. Contudo, apesar de todos os benefícios socioeconômicos e nutricionais que pode proporcionar, a farinha de quirera de arroz ainda está inserida no mercado de alimentos para o consumo humano em quantidades modestas (GARCIA, 2017; IRGA, 2008).

No Brasil, a dupla "arroz com feijão" é considerada como o "par perfeito", porque esses dois alimentos se completam nutricionalmente. O feijão apresenta a lisina, aminoácido essencial que não é encontrado no

arroz, enquanto o arroz apresenta a metionina, aminoácido essencial que não é encontrado no feijão. Adicionalmente, estudos recentes mostram a viabilidade do uso da farinha de arroz e da farinha de feijão como ingredientes na elaboração de alimentos para consumo humano (BASSINELLO et al., 2011; LOPES, 2010).

O uso da farinha mista de arroz e feijão tem sido estudada como substituta da farinha de trigo, principalmente com o objetivo de atender um grupo específico da população, que busca produtos com valores nutritivos significativos (CASTRO-ANTUNES et al., 2010). Diversos estudos evidenciam a baixa ingestão de fibras, vitaminas e minerais pela população, que, por não fazer consumo frequente de vegetais frescos, sofre com a ausência desses componentes nutricionais. Para que haja maior ingestão desses nutrientes, várias alternativas vêm sendo avaliadas nos últimos anos, entre elas merece destaque a produção de alimentos que tenham valor nutricional superior ao dos alimentos originais, mas que sejam economicamente viáveis às famílias de baixa renda. Nesse sentido, é bastante promissora a proposta de adição de novos ingredientes, tais como a farinha mista de quirera de arroz e feijão endurecido a alimentos que já são produzidos, com o intuito de elevar o valor nutricional deles.

Nesse contexto, as farinhas de feijão endurecido e quirera de arroz podem ser aproveitadas para o suprimento da demanda por produtos voltados a nichos específicos do mercado. Além disso, a busca por alimentos mais nutritivos e saudáveis justifica o desenvolvimento de estudos sobre o uso dessas farinhas na alimentação humana, os quais poderão assim agregar valor aos subprodutos da indústria de arroz e do feijão e, assim, contribuir para a garantia da segurança alimentar e nutricional de determinados grupos.

Diante disso, objetivamos avaliar as propriedades funcionais de misturas de farinhas de feijão endurecido e farinha de quirera de arroz, desenvolver biscoitos salgados com essas misturas e avaliar as propriedades físicas e a aceitação sensorial desses biscoitos.

Materiais e métodos

O feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) endurecido e a quirera de arroz (*Oryza sativa*) foram adquiridos em cerealista do município de Inhumas/GO e processados no Laboratório de Panificação do IFG/Câmpus Inhumas. Para obtenção das farinhas, os grãos de feijão endurecidos e a quirera de arroz foram moídos em moinho de facas Willye – Star FT 50/Fortinox.

Os produtos obtidos foram peneirados em tamis de 35 *mesh* (0,425 mm) e designados de farinha de feijão endurecido (FFE) e farinha de quirera de arroz (FQA). Posteriormente, foram preparadas as misturas das farinhas, sendo elas: FQA-70 (70% de FQA e 30% de FFE); F-50 (50% de FQA e 50% de FFE); e FFE-70 (70% de FFE e 30% de FQA) – p/p.

As farinhas e suas misturas foram caracterizadas em relação às propriedades físicas e funcionais. Foi realizada análise: do teor de umidade, por método de secagem em estufa a 105°C até peso constante (AOAC, 2000); do índice de absorção de água, da solubilidade em água e do índice de absorção de óleo conforme metodologia descrita por Okezie e Bello (1988); da capacidade de formação de gel segundo metodologia de Coffman e Garcia (1977) e, por fim, da atividade emulsificante de acordo com procedimento exposto por Yasumatsu et al. (1971).

Na formulação dos biscoitos salgados, foram utilizados, além das farinhas e suas misturas, os seguintes ingredientes: farinha, ovos, água, óleo, condimentos e sal. Em um recipiente, foram misturados a farinha, o sal e os condimentos. A seguir, essa mistura foi escaldada com água e óleo ferventes, após a escaldadura total, foi deixada em repouso para resfriamento natural. Posteriormente, adicionaram-se os ovos, até total incorporação e homogeneização da massa. Depois, com o auxílio de uma manga de confeitiro, foram moldados biscoitos com aproximadamente 4 cm de comprimento, os quais foram distribuídos uniformemente em assadeira untada com óleo de soja e, na sequência, foram assados em forno industrial Pró-Gás Turbo, a 160°C, por aproximadamente 35 minutos. Por fim, os biscoitos foram resfriados naturalmente até temperatura ambiente, sendo acondicionados em sacos plásticos de polietileno e armazenados sob condições ambientes até a realização das análises.

As propriedades físicas dos biscoitos foram analisadas de acordo com os procedimentos descritos no macro método 10-50D da American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000) para determinação de peso, espessura, comprimento e largura antes e após a cocção. Os biscoitos foram também avaliados quanto à dureza instrumental em texturômetro Lloyd TA1 (Lloyd Instruments Ltd., Reino Unido), por meio do software Exponent Stable Micro Systems. A amostra foi selecionada de forma aleatória e colocada horizontalmente em plataforma. Para cortar os biscoitos ao meio, foi utilizada uma lâmina de aço retangular de ponta arredondada com dimensões de 8 cm por 3 mm. As condições do teste foram: velocidade pré-teste de 2 mm/s, velocidade de teste de 5 mm/s; velocidade pós-teste de 10 mm/s. Todas as análises físicas foram conduzidas com

dez biscoitos provenientes de uma mesma fornada, após serem resfriados naturalmente até temperatura ambiente.

A análise sensorial dos biscoitos salgados elaborados com FFE, FQA e suas misturas foi determinada por meio de um teste de aceitação. Para tanto, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do IFG, sendo aprovado conforme parecer consubstanciado número 1.915.789. O teste foi realizado com 70 provadores não treinados, recrutados conforme disponibilidade e interesse. Aplicou-se a escala hedônica estruturada de nove pontos (IAL, 1995), avaliando cada formulação em relação aos atributos de textura, sabor, cor e aparência geral. Os provadores também responderam a um questionário para melhor delineamento da análise sensorial e para composição do perfil de consumo. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey (5% de significância), com o software SISVAR, versão 5.6.

Resultados e discussão

A determinação de umidade é uma das medidas mais importantes na análise alimentar, pois está relacionada à estabilidade, à qualidade e à composição dos alimentos, podendo afetar as características de estocagem, embalagem e processamento do produto. Na análise, todas as farinhas e misturas apresentaram teores de umidade abaixo de 15%, que é o valor máximo preconizado pela legislação para farinhas, mostrando-se favorável ao aumento da estabilidade durante o armazenamento (BRASIL, 2005). Os resultados são apresentados na Tabela 1, em que constam o índice de absorção de água (IAA), a solubilidade em água (SA), o índice de absorção de óleo (IAO) e a atividade emulsificante (AE).

TABELA 1

Análises das propriedades físicas e funcionais das farinhas e suas misturas*

Farinha	Umidade (%)	IAA	SA	IAO	AE
FFE	6,25 ± 0,07 C	1,90 ± 0,09 A	28,67 ± 1,72 A	2,43 ± 0,09 A	50,93 ± 1,60 A
FQA	7,89 ± 0,18 A	1,94 ± 0,23 A	1,30 ± 0,49 E	1,90 ± 0,10 B	48,15 ± 1,60 A
FFE-70	7,01 ± 0,13 B	2,36 ± 0,35 A	23,78 ± 0,15 B	2,41 ± 0,31 A	53,70 ± 5,89 A
F-50	6,41 ± 0,21 C	2,20 ± 0,23 A	18,48 ± 0,17 C	2,82 ± 0,05 A	52,78 ± 3,93 A
FQA-70	7,16 ± 0,14 B	1,87 ± 0,27 A	12,60 ± 0,22 D	2,77 ± 0,18 A	54,17 ± 1,96 A

*Resultados apresentados como média ± desvio padrão de três replicatas. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

O IAA mede a capacidade de ligação do material com as moléculas de água, o que depende da disponibilidade de grupos hidrofílicos (BATISTA, 2014). Como observado na Tabela 1, todas as farinhas analisadas apresentaram IAA estatisticamente igual. Segundo Alonso, Aguirre e Marzo (2000) e Souza (2011), um dos fatores que interferem nesse índice é o conteúdo de proteína e de fibras da amostra. A proteína intacta absorve o equivalente a seu peso em água e, quando desnaturada, pode absorver maiores quantidades devido à alteração do balanço hidrofílico-hidrofóbico. Já as fibras têm uma grande capacidade de união com a água e podem ser responsáveis pela absorção de água em até um terço do peso da amostra (ALONSO; AGUIRRE; MAZZO, 2000; SOUZA, 2011). Embora o feijão apresente maior conteúdo de proteínas e fibras que o arroz (FROES, 2012), sua composição não interferiu na propriedade tecnológica do IAA.

A amostra de FFE foi a que apresentou maior solubilidade em água, em contraposição à amostra de FQA, que registrou o menor valor. Observa-se que os resultados dessa propriedade decresceram à medida que foram aumentadas as porcentagens de FQA nas misturas. Essa diferença entre as amostras pode ser explicada pela interação das proteínas com as moléculas de água, o que, mais uma vez, remete à afirmativa de que a FFE possui maior teor de proteínas, as quais, por possuírem excelentes interações iônicas e polares, tonam a farinha mais solúvel em água. Deve-se ainda ser considerado que o aumento da SA nas misturas com maior teor de feijão pode estar associado à presença de açúcares do feijão, pois, além do conteúdo de proteínas, o teor de carboidratos e, também, de minerais está intrinsecamente relacionado a esse parâmetro (MA et al., 2011). Vale ressaltar também que o resultado obtido na análise de solubilidade em água da FQA mostrou-se conforme os valores citados na literatura para farinha de arroz, com variação de 1,05 a 1,41 (BECKER, 2010; SILVA et al., 2009).

Em relação ao IAO, as amostras estudadas apresentaram índices iguais (Tabela 1), a exceção da FQA, que obteve um valor menor (1,90). Era esperado que as amostras contendo maiores porcentagens de FFE e, conseqüentemente, maiores teores de proteína se destacassem com os maiores IAO, contudo seus elevados teores de fibras podem ter comprometido uma maior absorção de óleo. Batista (2014) também analisou o IAO da FFE e encontrou valores semelhantes aos observados neste trabalho.

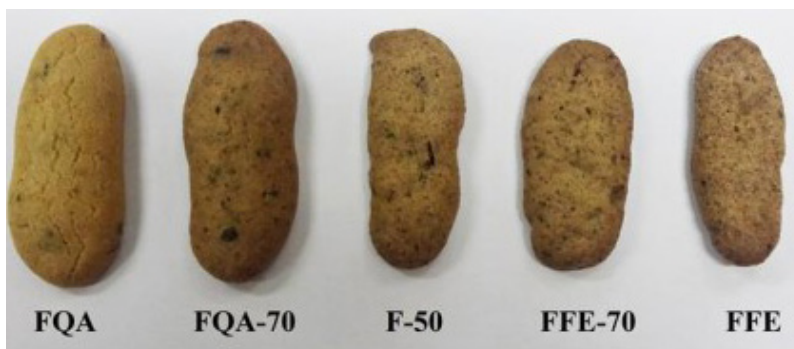
As amostras estudadas não apresentaram diferença significativa entre os valores de AE (Tabela 1). Observa-se que, independentemente da

porcentagem de FFE e FQA adicionadas às misturas, o resultado de AE ficou entre 48% e 54%. Quando comparados a valores encontrados em trabalhos relacionados a farinha de feijão crua extrusada e não extrusada, relatados por Abu et al. (2005) para feijão caupi (53%), e por Siddiq et al. (2010) e Batista (2014) para diferentes variedades de feijão comum, nota-se uma similaridade dos resultados (45% - 62,3%).

Quanto à capacidade de formação de gel, a FQA, a FQA-70 e a FQA-50 alcançaram maiores resultados, começando a gelificar a partir das dispersões com 10% de amostra, o que se deve ao alto potencial de gelificação do arroz, que se comporta assim em razão da grande presença de amilose/ amilopectina do amido que normalmente ocorre nos cereais. Nos estudos realizados por Froes (2012), nota-se, na análise de teor de amilose, uma maior concentração de amilose relacionada a farinha de arroz cru (25,16%), do que em relação a farinha de feijão crua (15,07%). Essa constatação condiz com o resultado da análise da FFE e da FFE-70, cujas amostras apresentaram capacidade de formação de gel a partir das dispersões de 15%.

Os biscoitos elaborados com FFE, FQA e suas misturas apresentaram formato alongado e coloração amarronzada (Figura 1).

Figura 1
Biscoitos elaborados com as farinhas e suas misturas



Em relação às análises das propriedades físicas (Tabela 2), determinou-se que os biscoitos elaborados com FQA e FQA-70 apresentaram menores valores de dureza (17N e 30N, respectivamente) em relação aos biscoitos formulados com proporções de FFE maiores que 50% (dureza > 45N), provavelmente por esta farinha ser mais rica em fibras, o que contribui para produzir uma textura mais resistente. Os biscoitos perderam massa de forma igual após o forneamento e não diferiram em relação ao fator de expansão (aproximadamente 32).

TABELA 2

Propriedades físicas dos biscoitos elaborados com as farinhas e suas misturas*

Farinha	Dureza Instrumental (N)	Massa antes do forneamento (g)	Massa após o forneamento (g)	Fator de Expansão
FFE	45,5 ± 5,2 B	7,8 ± 1,1 A	3,0 ± 0,7 A	28,3 ± 3,3 A
FQA	53,1 ± 3,9 A	7,5 ± 1,0 A	3,9 ± 0,7 A	32,0 ± 3,6 A
FFE-70	48,5 ± 7,8 AB	7,5 ± 1,2 A	3,8 ± 0,7 A	34,0 ± 3,9 A
F-50	30,0 ± 1,6 C	7,6 ± 1,3 A	4,1 ± 0,7 A	34,6 ± 4,8 A
FQA-70	17,3 ± 1,6 D	6,8 ± 0,8 A	3,8 ± 0,6 A	32,8 ± 3,6 A

*Resultados apresentados como média ± desvio padrão de três replicatas. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A análise sensorial foi realizada com a finalidade de verificar a aceitabilidade global dos biscoitos elaborados com FQA, FFE e suas misturas por potenciais consumidores. A maioria dos provadores possuía idade entre 15 e 20 anos e 60% era do sexo feminino (61,4 %). Quanto ao consumo de biscoito salgado, 90% dos provadores disseram consumir esse tipo de produto.

Em relação à aceitação sensorial, observa-se que a formulação com FQA foi a que mais se destacou em todos os atributos avaliados (sabor, cor, textura e aparência global), apresentando índice de aceitação entre 70 e 73% (Tabela 3).

TABELA 3

Índice de aceitabilidade dos biscoitos elaborados com as farinhas e suas misturas

Biscoito*	Sabor	Cor	Textura	Aparência Global
FFE	58,6	62,9	65,4	65,9
FFE-70	52,4	64,6	62,5	62,9
F-50	60,0	67,0	66,0	67,1
FQA-70	66,8	70,9	65,4	67,0
FQA	69,7	72,1	73,4	73,4

*FFE-70 (70% FFE e 30% FQA), F-50 (50% FFE e 50% FQA) e FQA-70 (30% FFE e 70% FQA).

Os biscoitos com melhor aceitação quanto ao atributo sabor foram os elaborados com FQA e FQA-70, os quais apresentaram índices de aceitabilidade de 69,7% e 66,8%, respectivamente (Tabela 3), ao passo

que as formatações com FFE-70 e FFE registraram menor aceitabilidade, com resultado de 52,4% e 58,6%, respectivamente. Sugere-se que essa diferença se deva à existência de uma maior inserção de produtos à base de arroz no mercado, estando o consumidor com o paladar mais adaptado a alimentos com esse ingrediente, o que não acontece com a farinha de feijão, principalmente por suas características de sabor mais forte/característico.

Em relação ao atributo cor, pôde-se observar que as avaliações dos provadores se concentraram entre os escores 5 e 8, ou seja, entre “nem gostei/nem desgostei” e “gostei muito”. Novamente, os biscoitos elaborados com FQA e FQA-70 obtiveram os maiores índices de aceitabilidade (Tabela 3) em comparação aos biscoitos elaborados com FFE-70 e FFE, que não foram tão bem avaliados, provavelmente, por apresentarem uma coloração mais escura e heterogênea, em razão do tegumento mais escurecido do grão predominante nessas farinhas.

O atributo textura foi o que registrou menores variações. Os biscoitos elaborados com FQA, com textura mais crocante, apresentaram índice de aceitabilidade de 73,4%, enquanto os demais biscoitos obtiveram resultados entre 62,5% e 66%, o que representa uma pequena diferença que pode estar associada à textura mais resistente desses biscoitos, como demonstrado na análise de dureza instrumental e justificado pelo fato de o feijão ser mais rico em fibras. Os resultados da aparência global também indicaram os biscoitos elaborados com FQA como os mais bem aceitos (Tabela 3).

No contexto geral, observou-se que os biscoitos produzidos com maiores proporções de FQA tiveram melhores índices na avaliação sensorial, em comparação às amostras com maior teor de FFE, o que pode ser explicado por suas características de sabor e aroma destacados e também pela baixa inserção de produtos à base de feijão no mercado. Além disso, a adição de FFE resulta em um alimento com textura mais resistente em razão da maior presença de fibras. Contudo, autores como Froes (2012), Bassinello et al. (2011) e Carvalho et al. (2011) relataram boa aceitação em produtos elaborados com resíduos da indústria tanto de arroz quanto de feijão, em que foram formuladas misturas para bolos, *cookies* e *snacks*, com índices de aceitabilidade entre 6,5 e 8,5. Nesse sentido, Batista, Prudêncio e Fernandes (2010) testaram o processo de extrusão para melhorar as características sensoriais de formulações com feijão endurecido e obtiveram resultados promissores.

Conclusão

Verificou-se que as farinhas de feijão endurecido, de quirera de arroz e suas misturas apresentam propriedades funcionais distintas e são potencialmente utilizáveis para elaboração de biscoito salgado. Dentre as farinhas estudadas, a que mais se destacou para elaboração de biscoito salgado foi a de quirera de arroz, por obter maior aceitação e por proporcionar aos biscoitos melhores propriedades físicas. Apesar desse resultado, não se deve descartar a possibilidade de novos estudos com a farinha de feijão endurecido. Sugere-se que, em trabalhos futuros, sejam testados processos tecnológicos, a exemplo da extrusão, os quais podem melhorar as características físico-químicas, funcionais e sensoriais dessa matéria-prima, ampliando suas possibilidades de aplicações.

Os autores

Antônio Carlos da Costa Magalhães

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Inhumas/Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Pibic, accostamagalhaes93@gmail.com

Thiago Augusto Godoi

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Inhumas/Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Pibic, thiagogodoi17@gmail.com

Kátia Flávia Fernandes

Universidade Federal de Goiás/Câmpus Samambaia/Departamento de Ciências Biológicas, kfernandes.lqp@gmail.com

Beatriz dos Santos Siqueira

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Inhumas/Departamento de Áreas Acadêmicas, beatriz.santos@ifg.edu.br

Referências

- AACC (American Association of Cereal Chemists). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 10. ed. São Paulo: AACC, 2000.
- ABU, Joseph Oneh; MULLER, Klaus; DUODU, Kwaku Gyebi; MİNNAAR, Amanda. Functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata L.Walp*) flours and pastes as affected by γ -irradiation. *Food Chemistry*, v. 93, n. 1, p. 103-111, Nov. 2005.
- ALONSO, Rubén; AGUIRRE, Andrés; MARZO, Florencio. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of

protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry*, v. 68, n. 2, p. 159-165, Feb. 2000.

AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis*. Washington: AOAC, 2000.

BASSINELLO, Priscila Z.; FREITAS, Daniella De Grandi C.; ASCHERI, José Luiz R.; TAKEITI, Cristina Y.; CARVALHO, Rosângela N.; KOAKUZU, Selma N.; CARVALHO, Ana. Characterization of Cookies Formulated with Rice and Black Bean Extruded Flours. *Procedia Food Science*, v. 1, n. 1, p. 1645-1652, 2011.

BATISTA, Karla Aleluia. *Aplicações biotecnológicas de feijões endurecidos*. 2014. 214f. Tese (Doutorado em Biologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2014.

BATISTA, Karla Aleluia; PRUDÊNCIO, Sandra Helena; FERNANDES, Kátia Flávia. Changes in the functional properties and antinutritional factors of extruded hard-to-cook common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, v. 75, p. C286-C290, Apr. 2010.

BECKER, F. S. *Caracterização de farinhas cruas e extrusadas obtidas a partir de grãos quebrados de diferentes genótipos de arroz*. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2010.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005*. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Brasília: ANVISA, 2005.

CARVALHO, Webber T.; REIS, Renata C.; VELASCO, Poliana; SOARES JÚNIOR, Manoel S.; BASSINELLO, Priscila Z.; CALIARI,

Márcio. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, n. 3, p. 422-429, set. 2011.

CASTRO-ANTUNES, Margarida M.; MAGALHÃES, Roberta; NOBRE, Josemar M.; DUARTE, Bruna P.; SILVA, Giselia A. Celiac disease in first-degree relatives of patients. *Journal Pediatric*, v. 86, n. 4, p. 331-336, Jan. 2010.

COFFMANN, Charlotte W.; GARCIA, Virgílio V. Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. *Journal of Food Technology*, v. 12, p. 473-484, Oct. 1977.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). *Acompanhamento de safra brasileira de grãos – v. 1, n. 1*. Brasília: Conab, 2016.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Cultivo do feijão irrigado na região noroeste de Minas Gerais. *Sistema de Produção*, n.5, 2005. Disponível em: <<https://go.gl/78R5v8>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

FROES, Luciana Oliveira. *Emprego da farinha de bandinha de feijão carioca extrusada na formulação de misturas para bolo sem glúten contendo farinha de quirera de arroz*. 2012. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 2012.

GARCIA, F. A. *Farinha de arroz: bom para quem produz, bom para quem consome*. Disponível em: <<http://www.arroz.agr.br/site/arrozemfoco/070129.php>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

IAL (Instituto Adolfo Lutz). *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo: IAL, 1985.

- IRGA (Instituto Rio Grandense Do Arroz). *Sabores e saberes do arroz: uma oportunidade para a alimentação escolar*. 3. ed. Porto Alegre: IRGA, 2008.
- LOPES, Lilian C. M. *Determinação das melhores condições de extrusão e caracterização de farinha de feijão para utilização como ingrediente de alimentos instantâneos*. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- MA, Zhen; BOYE, Joyce; SIMPSON, Benjamin; PRASHER, Shiv; MONPETIT, Diane; MALCOLMSON, Linda. Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours. *Food Research International*, v. 44, n. 8, p. 2534-2544, Oct. 2011.
- MECHI, Rodrigo; CANIATTI-BRAZACA, Solange G.; ARTHUR, Valter. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais o feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 1, p. 109-114, jan. 2005.
- MESQUITA, Fabrício R.; CORRÊA, Angelita D.; ABREU, Celeste M. P.; LIMA, Rafaella A. Z.; ABREU, Angela de F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade proteica. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, jul. 2007.
- NASAR-ABBAS, Syed M.; PLUMMER, Julie A.; SIDDIQUE, Kadambot H. M.; WHITE, Peter; HARRIS, David; DODS, Ken. Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. *LWT – Food Science and Technology*, v. 42, n. 7, p. 1260-1267, set. 2008.
- OKEZIE, B. Onuma; BELLO, A. B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food Science*, v. 53, n. 2, p. 450-454, Mar. 1988.
- SHIGA, Tânia M.; CORDENUNSI, Beatriz R.; LAJOLO, Franco M. Effect of cooking on non-starch polysaccharide of hard-to-cook beans. *Carbohydrate Polymers*, v. 76, n. 1, p. 100-109, Mar. 2009.
- SIDDIQ, Muhammad; RAVI, Ramasamy; HARTE, Janice B.; DOLAN, Kirk. Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flavours. *LWT – Food Science and Technology*, v. 43, n. 2, p. 232-237, Mar. 2010.
- SILVA, Juarez S.; LACERDA FILHO, Adílio F.; RUFFATO, Solenir; BERBERT, Pedro Amorim. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, Juarez S. (Ed). *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2008. cap. 17, p. 417-499.
- SILVA, Reginaldo F.; ASCHERI, José Luiz R.; PEREIRA, Rosemary G. F. A.; MODESTA, Regina C. D. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 4, p. 815-819, out. 2009.
- SOUZA, Thaísa A. C. *Segurança microbiológica dos resíduos sólidos de fecularia e aplicação em bolos para a alimentação humana*. 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- YASUMATSU, Katsuharu; SAWADA, Koshichi; MORITAKA, Shintaro; MISAKI, Masaru; TODA, Jun; WADA, Takeo; ISHII, Kiyofumi. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, v. 36, n. 5, p. 719-727, ago. 1971.

Planejamento e confecção de modelos didático- pedagógicos para aplicação no ensino de Ciências Biológicas

Ariany Tavares de Andrade
Juliana Braga Ramos
Micaelle Cristina de Oliveira
Kellen Christina Malheiros Borges

Resumo

Este trabalho resulta de uma pesquisa que propôs o planejamento e a confecção de modelos didático-pedagógicos para aplicação no ensino de Ciências Biológicas. Parte-se da compreensão de que esses modelos possibilitam um ensino mais eficiente e interessante, por representarem um sistema figurativo que permite materializar ideias ou conceitos, tornando-os mais assimiláveis para os alunos. Nesse sentido, cabe ao professor criar possibilidades por meio desse instrumento pedagógico, a fim de favorecer a construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem. Para a realização da pesquisa, foram elaborados três questionários quantitativos referentes aos conteúdos de Ciências Biológicas, direcionados a cada um dos três anos do Ensino Médio. Esses questionários foram aplicados

em três escolas públicas do município de Anápolis/GO com o intuito de obter resultados mais fidedignos para a pesquisa. Após a compilação dos dados, foi possível identificar as reais dificuldades encontradas pelos alunos. A partir dessa etapa, foram desenvolvidas metodologias para contribuir com a apreensão de cada conteúdo. Foram confeccionados, assim, vários modelos, os quais poderão ser utilizados para enriquecer as aulas como elementos facilitadores do aprendizado, na medida em que complementam a explicação do professor e reduzem limitações de contextualização e interpretação, despertando, consequentemente, um maior interesse nos discentes. Ao fim da pesquisa, todos os modelos foram disponibilizados para compor o acervo do laboratório de Biologia do IFG/Câmpus Anápolis.

Palavras-chave: Modelos didáticos. Ensino-aprendizagem. Ciências biológicas.

Introdução

As novas teorias pedagógicas apresentam perspectivas em relação ao ensino-aprendizagem que ressaltam a necessidade de mudanças capazes de suprimir velhos paradigmas e de auxiliar o educador a priorizar a compreensão e não a reprodução de conhecimentos teóricos (CAMARGO; FARIA, 2011; OLIVEIRA et al., 2014; VILHENA et al., 2010). O trabalho docente, além de proporcionar o acesso ao conhecimento científico e tecnológico, precisa possibilitar a apropriação crítica dos conteúdos pelos alunos, de modo que, ao concluírem o Ensino Médio, eles concebam a ciência como cultura, apliquem seus conteúdos e adquiram habilidades para relacioná-los com outras áreas para resolverem problemas cotidianos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002; JUSTINA; FERLA, 2006; PEREIRA et al., 2010).

Tendo em vista que as escolas brasileiras geralmente não apresentam grande disponibilidade ou variedade de recursos e materiais, cabe ao professor, na maioria das vezes, a busca por alternativas viáveis para executar metodologias que propiciem aos alunos um aprendizado mais eficiente. Sendo assim, compete ao docente empregar, durante a prática de ensino, instrumentos pedagógicos que visem à explicação dos fenômenos ou processos em estudo, de modo a viabilizar a produção de conhecimento (KRASILCHICK, 2004; MALACARNE; LARENTIS; SEREIA, 2010; OLIVEIRA et al., 2014; ORLANDO et al., 2009; PRIGOL; GIANNOTTI, 2008). Nesse sentido, os modelos didático-pedagógicos são ferramentas sugestivas e podem favorecer a abordagem de conteúdos que, muitas vezes, são de difícil compreensão para os estudantes, principalmente no que se refere ao ensino de Biologia. Estando centrados em sua aplicação na prática escolar, esses recursos didáticos convergem positivamente para a facilitação da aprendizagem de diversos processos biológicos por meio da construção de modelos, que, muitas vezes, requerem apenas materiais baratos e até recicláveis (GUIMARÃES; FERREIRA, 2006; ORLANDO et al., 2009; SETÚVAL; BEJARANO, 2009).

A atividade com tais modelos revela-se desafiadora e envolvente para os alunos, uma vez que criar uma interface mediadora para facilitar a relação entre professor e aluno na construção do conhecimento, um movimento necessário na elaboração do saber (BASTOS; FARIA, 2011; MATOS et al., 2012; PUCCI et al., 2011; TEMP, 2011). Vários autores caracterizam os modelos didáticos e outras atividades lúdicas como ferramentas essenciais para a compreensão dos conteúdos de

diferentes áreas da Biologia, os quais exigem abstração e assimilação de diferentes conceitos (AMARAL et al., 2010; MALACARNE; LARENTIS; SEREIA, 2010; MELLO et al., 2007; PÉREZ, 2000; SANTOS, 2008; WATERMAN, 2001).

Com base no referencial teórico que sustenta essas afirmações, o presente trabalho apresenta-se como resultado do planejamento e da confecção de materiais didático-pedagógicos a serem utilizados como complementadores e facilitadores do aprendizado escolar de Biologia, oferecendo subsídios para a atuação do professor em sala de aula, de maneira a reduzir as limitações de contextualização dos conteúdos e de interpretação por parte dos alunos. Observa-se, dessa maneira, que alguns dos modelos possibilitam ao estudante manipular o material e visualizá-lo por vários ângulos, favorecendo a compreensão do conteúdo abordado. Outros materiais permitem a interação entre os alunos por meio de jogos que auxiliam a apreensão e a fixação de conceitos. É fundamental que os alunos sejam instigados a propor uma explicação dos fenômenos e processos e a confrontá-la com o conhecimento científico estabelecido, gerando um conflito cognitivo, propulsor da evolução conceitual.

O trabalho proposto contempla o que é enfatizado nos Parâmetros Curriculares Nacionais, no sentido de formar alunos éticos e intelectualmente autônomos. Por conseguinte, ressalta-se a oportunidade de motivar os alunos e instrumentalizá-los em competências básicas, como capacidade de abstração, desenvolvimento do pensamento sistêmico, habilidade para o trabalho em equipe, aprimoramento do olhar científico e do pensamento crítico.

Material e métodos

Materiais utilizados

Para a confecção dos modelos didáticos, foram utilizados materiais diversos e de baixo custo, incluindo materiais recicláveis e de fácil aquisição, entre eles: arame, barbante, canetinha, cartolina, cola branca, cola de isopor, cola quente, cordão colorido, esponja, estilete, feltro, isopor, lixa, massa de biscuit, miçanga, palito de churrasco, papel-cartão, papel contact, papel EVA, papel sulfite, parafina em gel, pincel, tábua, tinta guache, tinta PVA, tinta para tecido e velcro.

Metodologia

Para cumprir o objetivo de planejar e confeccionar modelos didático-pedagógicos para aplicação no ensino de Biologia no Ensino Médio, foi feita uma coleta de dados quantitativa a respeito das dificuldades apresentadas pelos alunos com o fim de selecionar os conteúdos a serem aplicados no desenvolvimento das ferramentas didáticas, identificando as necessidades discentes que não têm sido solucionadas pela metodologia clássica de ensino. Para tal coleta, foram elaborados três questionários, um para cada ano do Ensino Médio, os quais foram aplicados em três escolas públicas distintas (Tabela 1), para garantir a fidedignidade dos resultados.

Cada questionário apresentava uma relação de assuntos específicos ao respectivo ano letivo e apresentava a seguinte estrutura: cada questão continha três caixas – *compreensão*, *visualização* e *fixação* – nas quais o aluno poderia marcar de 1 a 5, sendo a nota 1 atribuída para *regular* e a cinco para *excelente*. A *compreensão* refere-se ao entendimento dos conceitos trabalhados em sala de aula. A *visualização* corresponde à capacidade de abstração do aluno para construir mentalmente determinadas estruturas biológicas. A *fixação* remete à capacidade de assimilação e memorização dos conteúdos.

TABELA 1

Quantidade de alunos por turma e por escola

Escola	A			B			C		
Série	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Alunos/Turma	98	124	95	71	64	74	48	43	22
Total	317			209			113		

Resultados e discussão

Após a aplicação dos questionários, as notas atribuídas pelos alunos foram transcritas, contabilizadas e avaliadas por meio de uma planilha do Excel. As pontuações das questões foram obtidas através das suas respectivas médias, levando em consideração os resultados dos três colégios em que os questionários foram aplicados, de maneira a reconhecer os conteúdos com maior índice de dificuldade. Foi definida uma nota-teto de 3,5 para seleção dos conteúdos a serem trabalhados na forma de modelos didáticos conforme as limitações encontradas. As figuras 1, 2 e 3 apresentam os conteúdos que tiveram notas inferiores ao teto estabelecido.

Figura 1
Notas dos conteúdos selecionados para o 1º ano

Legenda

- 1) Bioquímica; 2) Biomembranas; 3) Citoplasma e organelas; 4) Núcleo; 5) Fisiologia celular; 6) Transportes através da membrana plasmática; 7) Citoesqueleto; 8) Código genético; 9) Ciclo celular; 10) Câncer; 11) Gametogênese; 12) Embriologia.

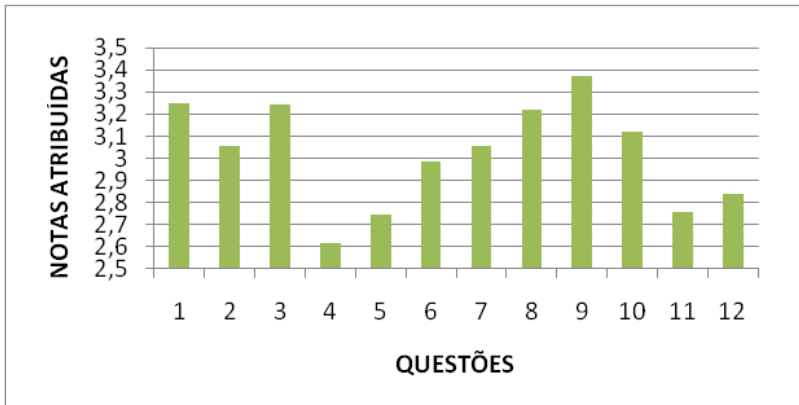


Figura 2
Notas dos conteúdos selecionados para o 2º ano

Legenda

- 1) Bactérias; 2) Classificação vegetal; 3) Morfologia vegetal; 4) Fisiologia vegetal; 5) Reino animal; 6) Verminoses; 7) Histologia.

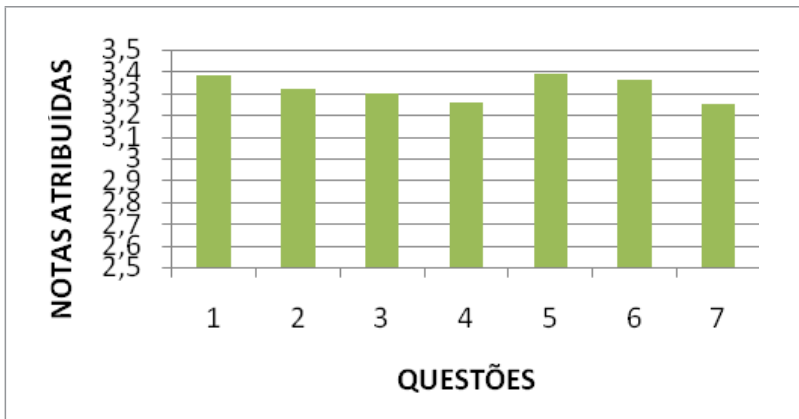
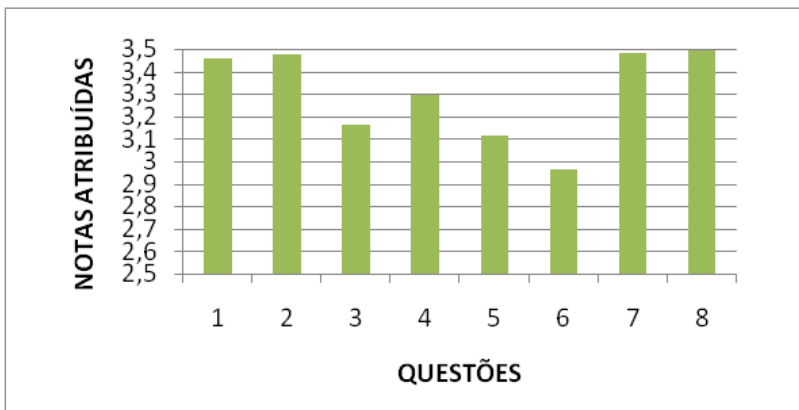


Figura 3
Notas dos conteúdos selecionados para o 3º ano

Legenda

- 1) Probabilidade; 2) Alelos múltiplos; 3) Interações gênicas; 4) Mutações gênicas; 5) Aberrações cromossômicas; 6) Engenharia genética; 7) Relações ecológicas; 8) Ecossistemas.



Conteúdos abordados nos modelos didáticos

Biomembranas

A membrana plasmática possui cerca de 6 a 9 nm de espessura e representa o revestimento e a proteção da célula. Como há, em sua constituição, maior abundância de fosfolípidos, colesterol e proteínas, é denominada lipoprotéica. Para este conteúdo, foi elaborada uma maquete tridimensional, a fim de mostrar a estrutura da membrana plasmática. Foi evidenciada a disposição dos fosfolípidos em sua dupla camada hidrofóbica, apresentando de que forma as proteínas e os colesteróis se encaixam nessa estrutura. Esse modelo destaca a passagem de substâncias pela membrana, que se dá por meio de canais, poros e proteínas integrais.

Transporte pela membrana plasmática

A membrana plasmática é classificada como seletivamente permeável, porque permite a passagem do solvente e de alguns solutos específicos. Esse transporte ocorre para equilibrar as concentrações dos dois meios e se caracteriza por três formas: transporte passivo, transporte ativo e transporte por endocitose ou exocitose. A escolha desse conteúdo se justifica porque normalmente os alunos apresentam dificuldade para compreendê-lo. Para viabilizar sua abordagem, foi elaborado um protótipo da bomba de sódio e potássio, que representa um tipo de transporte ativo. Na Figura 4, estão representados a bomba (proteína transportadora) e o modo como ela efetua o transporte do meio intracelular para o extracelular e vice-versa.



Figura 4
Protótipo transpor-
te pela
membrana
plasmática

Código genético

A síntese proteica, um dos fenômenos mais importantes que ocorrem constantemente no interior das células, envolve três processos: transcrição, ativação e tradução. Apesar de esse conteúdo integrar a matriz curricular do Ensino Médio, muitos alunos têm dificuldade em compreender tais processos. Com o fim de minimizar essa dificuldade, foram propostos protótipos para simular o RNA mensageiro, o RNA tradutor, a subunidade pequena e a grande do ribossomo, um códon e os aminoácidos que se ligam no RNA tradutor. Dessa forma, os alunos podem visualizar macroscopicamente a síntese proteica, o que facilita a apreensão do conteúdo.

Citologia animal e vegetal (citoplasma, organelas, núcleo e citoesqueleto)

O estudo da célula ocorre desde as primeiras séries da educação escolar por ser de suma importância para a compreensão de vários conteúdos posteriores, como Genética, Histologia e Fisiologia, o que requer, portanto, estratégias para torná-lo mais eficiente. Considerando essa condição, foram elaborados modelos tridimensionais de células animais (Figura 5) e vegetais com estruturas de isopor e organelas feitas de biscuit, imersas na parafina em gel para representar o hialoplasma. Esse modelo didático auxilia na assimilação de conteúdos a respeito da morfologia e da localização das organelas, o que, por sua vez, favorece o entendimento da integração funcional entre as estruturas celulares, por meio de um processo de ensino mais dinâmico que possibilita a visualização de formas microscópicas sem demandar muita abstração.

Buscou-se, desse modo, sanar diversas dúvidas sobre aspectos como: posicionamento do núcleo e das organelas; interação entre parede celular, membrana plasmática, citoesqueleto e citoplasma; atuação conjunta dos constituintes citoplasmáticos; presença e ausência de algumas organelas nos dois tipos de células.

Figura 5
Modelo tridimensional de célula animal evidenciando citoplasma, organelas, núcleo e citoesqueleto



Fisiologia celular

As células eucarióticas possuem diversas estruturas internas, que, envoltas por membranas biológicas semelhantes à membrana plasmática, estão mergulhadas no citoplasma. Essas estruturas são chamadas de organelas. Cada organela possui forma e função únicas, o que permite à célula realizar todas as suas atividades básicas:

respirar, alimentar-se, controlar o metabolismo, a reprodução, o crescimento, a regeneração etc. No entanto, nota-se que muitos alunos não conseguem associar as estruturas celulares às suas funções, apresentando dificuldades para compreender esse conteúdo, o que pode ser minimizado se eles participarem ativamente em sala de aula, tendo espaço para falar, refletir e criticar. Desse modo, foi proposto o jogo “Quem eu Sou” (Figura 6), que mobiliza as relações de funções e características com as devidas estruturas celulares. Essa atividade teve como objetivo facilitar e instigar a aprendizagem do assunto de uma forma lúdica.



Figura 6
Fichas do jogo sobre fisiologia celular

Morfologia bacteriana

As bactérias são denominadas unicelulares, por possuírem uma única célula, e procariontes, porque mantêm seu material genético disperso no citoplasma. A maioria delas apresenta, além da membrana plasmática, uma parede celular constituída, principalmente, por peptidoglicano, cuja principal função é manter a forma da célula e garantir sua proteção. Para elucidar a morfologia bacteriana, foi elaborada uma maquete tridimensional, proporcionando aos alunos uma melhor visualização da estrutura celular.

Classificação, morfologia e fisiologia vegetal

Como é possível observar na Figura 2, a classificação, a morfologia e a fisiologia vegetal foram apontadas pelos alunos como conteúdos que lhes causavam dificuldades. Por isso, foi elaborado um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas que abrangiam todos esses conteúdos, consi-

derando a relação existente entre eles. No jogo, o aluno avança nas casas do tabuleiro conforme responde às perguntas corretamente. Trata-se de uma atividade lúdica com alto potencial para auxiliar os discentes na compreensão e na fixação do assunto em estudo, favorecendo a construção do conhecimento e tornando o processo de ensino-aprendizagem mais interessante.

Ciclo celular: mitose e meiose

A divisão celular é o processo em que uma célula se divide em duas células idênticas à célula-mãe (mitose) ou em quatro células haploides destinadas à reprodução (meiose). Esse processo é, por vezes, incompreendido pelos alunos. Para minimizar tal problema, foi elaborado um protótipo por meio do qual esse ciclo celular é apresentado passo a passo com a junção ou com a separação de peças feitas em EVA, que representam os cromossomos homólogos a ser duplicados e/ou separados na divisão celular (Figura 7). A montagem das peças durante a explicação tem como fim levar o estudante a compreender não apenas como ocorrem as etapas relacionadas à mitose e à meiose, mas também a sequência em que elas se sucedem. O fator positivo desse modelo se confirma na forma interativa e gradativa com que, por meio dele, são esclarecidas as dúvidas sobre cada um dos estágios da divisão celular e sobre singularidades como o processo de *crossing-over*, presente apenas na meiose.

Figura 7
Modelo didático sobre ciclo celular: mitose e meiose



Câncer

O câncer é caracterizado pela divisão incontrolável das células, que não passam pelo processo de morte celular. A intensa divisão dessas células mutantes leva ao desenvolvimento de tumores, que podem ser benignos ou malignos. Após a formação da massa tumoral, pode ocorrer a metástase, pela qual as células cancerígenas se espalham pelos vasos sanguíneos, atingindo outros órgãos e tecidos. Este tópico é muito complexo, pois cada câncer tem variações, o que acaba deixando o estudo muito genérico. Para favorecer a compreensão, foi elaborado um infográfico composto por definições, processos e imagens, em que são relacionados vários aspectos do tema.

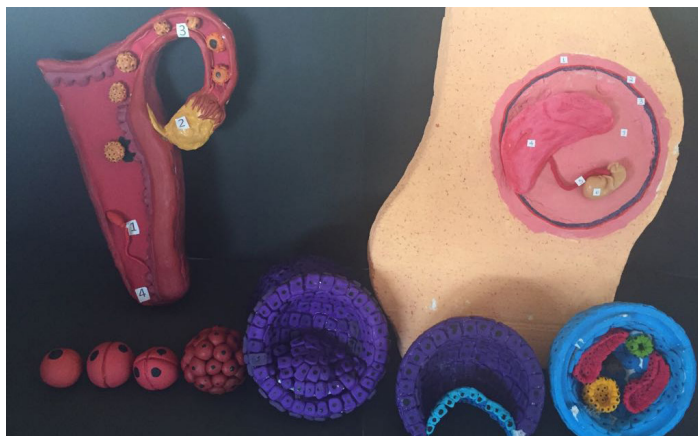
Histologia

Um organismo multicelular é constituído por diferentes tipos celulares, especializados em realizar diversas funções, os quais, quando agrupados de maneira organizada, constituem os tecidos biológicos. Para esclarecer as dúvidas dos alunos em relação à histologia, foi construído um infográfico com todas as informações pertinentes à formação, à estrutura e à função dos quatro tipos básicos de tecido, representando-os de maneira elucidativa: o epitelial, o conjuntivo, o muscular e o nervoso. Tal ferramenta de estudo viabiliza um melhor entendimento do conteúdo, tendo em vista que traz, associadas à ilustração dos tecidos, suas características e sua localização no organismo.

Gametogênese e embriologia

O desenvolvimento embrionário dos animais, que tem início com a formação do zigoto, é caracterizado por uma rápida sequência de mitoses e pela diferenciação de células em tecidos e órgãos. Esse tema gera muitos questionamentos por parte dos alunos, pois se refere a um processo bastante complexo. Com o intuito de facilitar seu estudo, foi elaborada uma sequência de modelos anatômicos tridimensionais (Figura 8) para ilustrar cada uma das etapas da embriologia animal. Esses modelos oportunizam ao aluno a visualização de processos como a fecundação do óvulo pelo espermatozoide, a formação do zigoto, as sucessivas divisões mitóticas e a diferenciação celular, apresentadas nas etapas de segmentação, gastrulação e organogênese, o que resulta em um efetivo aprendizado. Proporciona-se, assim, uma melhor compreensão do que é tratado nas aulas teóricas sobre o assunto, possibilitando que sejam elucidadas dúvidas quanto à constituição e à disposição das estruturas.

Figura 8
Modelo anatômico:
gameto-
gênese e
embriologia



Reino Animalia

O Reino Animalia é formado por seres eucariontes, multicelulares e de nutrição heterotrófica. Na classificação dos cinco reinos, esse é o mais representativo, pois conta com mais de um milhão de espécies dispostas em mais de trinta filos. Os animais variam muito em termos de tamanho, forma, habitat etc. Por consequência, os alunos encontram obstáculos não apenas para compreender tais informações, mas, sobretudo, para fixá-las. A fim de solucionar tal problema, foi construída uma tabela com os nove principais filos estudados: poríferos, cnidários, platelmintos, nematelmintos, anelídeos, moluscos, artrópodes, equinodermos e cordados. Nessa tabela, os animais foram classificados e comparados em relação à presença ou não de determinadas características e ao funcionamento de seus variados sistemas. Trata-se de uma estratégia para que o aluno consiga apreender melhor as semelhanças entre determinados filos e suas adaptações evolutivas distintas, de modo a assimilar efetivamente o conteúdo.

Parasitoses

O ensino que tem como objeto as doenças causadas por parasitas – vírus, bactérias, protozoários e vermes – é, em geral, tradicional, centralizando-se na simples memorização e repetição de nomes, o que se mostra, muitas vezes, maçante e monótono. Com o propósito de modificar essa abordagem, criou-se um jogo de tabuleiro que estimula a capacidade de assimilação, associação e memorização. Para conseguir avançar no jogo, os estudantes precisam recorrer a seus conhecimentos sobre as doenças e sobre as formas de transmissão, prevenção e tratamento. Constitui-se, assim, uma maneira dinâmica e integrativa de estudar o conteúdo, na medida em que os alunos são instigados à reflexão.

Probabilidade

A área da Genética utiliza as teorias da probabilidade, porque trata de eventos aleatórios, como o encontro dos gametas masculinos e femininos com determinados genes no processo de fecundação. O conteúdo desse ramo da Biologia impõe dificuldade a alguns estudantes em razão, principalmente, do raciocínio matemático a ele subjacente. É o que acontece, por exemplo, com as ideias de Mendel. Para superar tal situação, foi criado um tabuleiro que elucida a matéria da herança genética apresentando o quadro de Punnett junto a um mapa-resumo, que registra as leis da probabilidade aplicadas a esse assunto. Desse modo, transforma-se o conteúdo em algo palpável, já que, por meio do material, as possíveis combinações genéticas são calculadas com o auxílio de fichas, contendo cada um dos genes.

Alelos múltiplos

Para o estudo dos alelos múltiplos, elaborou-se um protótipo tridimensional (Figura 9) a fim de permitir uma melhor visualização do conteúdo referente ao sistema ABO e aos grupos sanguíneos, relacionando-os aos seus respectivos aglutinogênios e aglutininas e apresentando ainda uma visão sobre o fator Rh. Esse modelo didático é uma forma lúdica de demonstrar as características específicas de cada grupo sanguíneo e de expor a reação entre antígenos e anticorpos. Na interação com o modelo, os alunos podem colocar e retirar cada um dos elementos representativos das hemácias e da corrente sanguínea, o que enseja a materialização visual de todos os tipos sanguíneos existentes e também dos diferentes casos de transfusões sanguíneas.



Figura 9
Modelo didático: aglutinogênios e aglutininas

Mutações gênicas

As mutações gênicas são alterações que ocorrem na sequência de bases na molécula de DNA constituinte da estrutura dos genes. De modo geral, essas mutações decorrem de erros no processo de duplicação do DNA, embora sua taxa de incidência possa ser elevada em razão de certos fatores ambientais. Os efeitos de tais erros genéticos sobre o fenótipo variam bastante: a modificação da sequência de aminoácidos pode não afetar o funcionamento da molécula, passando despercebida, mas também pode ser prejudicial caso altere a função desempenhada por proteínas específicas. Para simplificar o estudo desse conteúdo, tão complexo aos alunos, foi elaborada uma sequência de infográficos que contam com ilustrações detalhadas, tabelas e mapas-resumo, os quais, conjuntamente, facilitam a aprendizagem.

Aberrações cromossômicas

Todos os organismos possuem, em suas células, um conjunto de cromossomos, cuja configuração difere de espécie para espécie. A espécie humana, por exemplo, possui 46 cromossomos, sendo 22 pares de cromossomos autossomos e um par de cromossomos sexuais. Algumas vezes, no entanto, ocorrem aberrações cromossômicas, que podem se manifestar como alterações numéricas de cromossomos nas células ou como alterações estruturais. Com o intuito de favorecer o estudo desse conteúdo, foi elaborada, para as alterações numéricas, uma sequência de modelos anatômicos tridimensionais, ilustrando de maneira eficiente em que momento e de que forma elas ocorrem. Para as alterações estruturais, foi criado um protótipo móvel de um par de cromossomos homólogos. Como esse protótipo está dividido em partes que podem ser retiradas e/ou realocadas, o professor pode montá-lo e alterá-lo conforme sua explicação do conteúdo, que, assim, poderá ser mais bem compreendido pelos alunos.

Bioquímica, interações gênicas, engenharia genética, relações ecológicas e ecossistemas

Modelos didático-pedagógicos têm um alto potencial para o ensino das Ciências Biológicas, entretanto tais formas lúdicas não cabem à explicação de todos os conteúdos. Para alguns assuntos apontados pelos discentes como problemáticos – bioquímica, interações gênicas, engenharia genética, relações ecológicas e ecossistemas –, não foram confeccionados modelos, e sim mapas conceituais detalhados de fácil interpretação. Tal material visa aperfeiçoar a assimilação desses conteúdos pelos alunos, visto que os mapas proporcionam uma revisão facilitada a respeito dos temas abordados previamente pelo professor.

Conclusão

Por meio da análise quantitativa das respostas aos questionários propostos pela pesquisa, foi possível fazer um levantamento das principais dúvidas encontradas pelos alunos nas aulas de Biologia, o que instigou a avaliação de alternativas de ensino que poderiam ser adotadas para favorecer a superação dessas dificuldades. Com esse propósito, foram confeccionados materiais didático-pedagógicos a serem utilizados como complementadores e facilitadores da aprendizagem, oferecendo subsídios para a explicação do professor e, dessa forma, reduzindo limitações de contextualização dos conteúdos e de interpretação por parte dos alunos.

Esses materiais serão utilizados em uma pesquisa futura com o objetivo de fomentar o conhecimento de conceitos pertinentes às Ciências Biológicas, por meio da avaliação da importância e da eficiência de cada modelo didático no processo de ensino-aprendizagem. Posteriormente, todos os modelos elaborados nesta pesquisa serão colocados à disposição dos estudantes no laboratório de Biologia do IFG/Câmpus Anápolis.

Os autores

Ariany Tavares de Andrade

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Anápolis/Curso Técnico Integrado em Química – Pibic-EM/CNPq, arianytavares00@gmail.com

Juliana Braga Ramos

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Anápolis/Curso Técnico Integrado em Edificações – Pibic-EM/CNPq, julia.naffc.jb@gmail.com

Micaelle Cristina de Oliveira

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Anápolis/Curso Técnico Integrado em Edificações – Pibic-EM/CNPq, oliveiramicaelle@outlook.com

Kellen Christina Malheiros Borges

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Anápolis/Departamento de Áreas Acadêmicas, kellen.borges@ifg.edu.br

Referências

- AMARAL, José A.; BEZERRA, Cristianne S.; CARMO, Francisca N. A. do; ALVES, Thuanny de O.; MOURA, Daniella da S.; FERREIRA, Emanuella R. G.; PEREIRA, Camilla I. do V. Construção e avaliação de modelos didáticos destinados ao ensino-aprendizagem de biologia. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 6., 2010, Maceió. *Anais...* Recife: UFRPE, 2010.
- BASTOS, Keine M.; FARIA, Joana C. N. de M. Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal: um estudo de caso. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer: Goiânia, v.7, n.13, p.1867-1877, nov. 2011.
- CAMARGO, Aline C. V. C.; FARIA, Moacir A. Avaliação: concepções e reflexão. *Revista Eletrônica Saberes da Educação*, v.2, n.1, p.1-13, 2011.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. P.; PERNAMBUCO, Marta M. *Ensino de ciências: fundamentos e técnicas*. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- GUIMARÃES, Eliane M.; FERREIRA, Louise B. M. O uso de modelos na formação de professores de ciências. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2., 2006, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis, 2006. p.1-5.
- JUSTINA, Lourdes A. D.; FERLA, Marcio R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética: exemplo de apresentação de compactação do DNA eucarioto. *Arquivos do Mudi*, v.10, n.2, p.35-40, 2006.
- KRASILCHIK, Myriam. *Prática de ensino de Biologia*. 4.ed. São Paulo: Edusp, 2004.
- MALACARNE, Tássia J.; LARENTIS, Crislei; SEREIA, Diesse A. A importância dos modelos didáticos no ensino de ciências nas séries do ensino fundamental. In: OS ESTÁGIOS SUPERVISIONADOS EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA EM DEBATE, 2., 2010, Cascavel. *Anais...* Cascavel, 2010.
- MATOS, Brenda C.; ARRUDA, Carla C. P.; MENDES, Edy W. F.; MATOS, Marilyn A. E.; SOUZA, Paulo R.; CARVALHO, Suelen S. Projeto Interciências-Biologia: produção de materiais didáticos e virtuais para o ensino de ciências. In: SEMINÁRIO IBÉRICO, 7; SEMINÁRIO IBEROAMERICANO CTS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 3., 2012, Madrid. *Actas del Seminario...* Madrid, 2012. p.1-8.
- MELLO, Josiane M.; DAGOSTIN, Maria A. A.; DAGOSTIN, André L. A.; KADOWAKI, Marina K.; BRANCALHÃO, Rose M. C. Modelo didático para compreensão da estrutura da proteína. *Arquivos do Mudi*, v.11, p.5-35, 2007.
- OLIVEIRA, Andressa M. V.; ALVES, Edilene D.; SILVA, Hermerson D. A.; BASTOS, Rafaelle N. de S.; CAVALCANTE, Clarice C.; SILVA, Ricardo R.; SILVA, Fernando R. F. S. Produção de material didático para o ensino de biologia: uma estratégia desenvolvida pelo Pibid/Biologia/Fecli. *Revista SBEnBio*, n.7, p.682-691, out. 2014.
- ORLANDO, Tereza C.; LIMA, Adriene R.; DA SILVA, Ariadne M.; FUZISSAKI, Carolina N.; RAMOS, Cintia L.; MACHADO, Daisy; FERNANDES, Fabrício F.; LORENZI, Júlio C. C.; LIMA, Marisa A.; GARDIM, Sueli; BARBOSA, Valéria C.; TREZ, Thales de A. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular

no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, v.1, n.1, p.1-17, fev. 2009.

PEREIRA, Danielle D.; LIMA, Juliana S.; SEIXAS, Nathália B.; LIMA, Mayara M.; ANDRADE, Carolina C.; Silva, Natália P. P.; Valéria, Camila; MAIA, Rafael T. Elaboração e utilização de modelo didático no ensino de genética de populações. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (JEPEX), 10., 2010, Recife. *Anais...* Recife: UFRPE, 2010. p.1-3.

PÉREZ, Francisco F. G. Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, n. 207, p.1-12, fev. 2000.

PRIGOL, Sintia; GIANNOTTI, Sandra M. A importância da utilização de práticas no processo de ensino-aprendizagem de ciências naturais enfocando a morfologia da flor. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 1.; SEMANA DA PEDAGOGIA, 10., 2008, Cascavel. *Anais...* Cascavel: Unioeste, 2008.

PUCCI, Marcela B.; MILLÉO, Julianne; BARBOLA, Ivana de F.; ROCHA, Dalva C. Uso de modelos didáticos para auxiliar no ensino de zoologia de invertebrados. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais...* Campinas: Unicamp, 2011. p.1-8.

SANTOS, Adriano. *Experimentação lúdica no ensino de genética: mitose e meiose*. 2008. Trabalho de Conclusão

de Curso (Graduação em Biologia) – Universidade Luterana do Brasil, Itumbiara, 2008.

SETÚVAL, Francisco A. R.; BEJARANO, Nelson R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. Organização de Eduardo F. Mortimer. *Anais...* Florianópolis: Enpec, 2009. p. 1-12.

TEMP, Daiana S. *Facilitando a aprendizagem de genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia*. 2011. 85f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.

VILHENA, Nariane Q.; PONTES, Altem N.; PEREIRA, Andreza S. de S.; BARBOSA, Camilo V. de O.; COSTA, Verena M. Modelos didático-pedagógicos: estratégias inovadoras para o ensino de biologia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 2., 2010, Belém. *Anais...* Pará: UEPA, 2010. p.1-13.

WATERMAN, Margaret A. *Caso investigativo como estratégia de estudo para a aprendizagem de Biologia*. Campinas, 2001. Disponível em: <http://www.lite.fe.unicamp.br/papet/2005/el767a_1s2005/Caso_Investigativo.doc>. Acesso em: 8 abr. 2016.

Efeito da enzima lactase e da adição de leite em pó sobre as características físico-químicas e sensoriais do iogurte caseiro

Maria Isabella Silva Santos

Nathália Gabriella Silveira Nascimento

Larissa Ribeiro Pontes

Rafaella de Oliveira Souza

Lillian Pascoa Silva

Ulisses Rodrigues de Alencar

Renata Cunha dos Reis

Resumo

O iogurte é muito consumido e, mesmo com baixo teor de lactose, pode ter a quantidade desse dissacarídeo ainda mais reduzida. Neste artigo, apresenta-se um experimento cujo objetivo foi analisar as características físico-químicas e sensoriais do iogurte caseiro a partir da adição de leite em pó e da enzima lactase comercializada em farmácias. Foram elaborados quatro tratamentos que continham o iogurte natural comercial como cultivo fermentador. A diferença era pautada na utilização, ou não, de lactase e de leite em pó ou de ambos no mesmo tratamento. Nas análises físico-químicas, foram avaliados estes aspectos: umidade, cinzas, gordura, sólidos solúveis, pH, acidez, sinérese, lactose e viscosidade. Na análise sensorial, foram observados os parâmetros de cor, textura, sabor, aroma e aparência. Essa análise foi realizada com 65 provadores não treinados, por meio da escala hedônica de nove pontos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado

em esquema fatorial 2x2. Os resultados foram submetidos a Anova e as médias ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Constatou-se que, nos tratamentos com lactase, houve uma redução de aproximadamente 72,4% do teor de lactose do iogurte, havendo também diminuição da umidade, do pH e da sinérese, que, por sua vez, aumentou o conteúdo de cinzas e a acidez, em comparação com o tratamento que utilizou somente a cultura iniciadora. Para aceitação sensorial, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos com ou sem adição de enzima. No caso do enriquecimento com leite em pó, as características físico-químicas foram melhoradas, diferentemente das propriedades sensoriais. Concluiu-se, então, que a lactase comercializada em farmácias é eficiente no que diz respeito à redução do teor de lactose do iogurte caseiro, bem como na melhora de sua vida útil. Ademais, verificou-se que a adição de enzima ao iogurte não acarretou diferença sensorial e a utiliza-

ção do leite em pó favoreceu características físico-químicas importantes do produto, mas as prejudicou quando em associação com a lactase.

Palavras-chave: Intolerância. Produto lácteo. Acidez. Viscosidade.

Introdução

O iogurte, considerado o leite fermentado mais popular, pode ser definido como um gel formado pela ação de microrganismos específicos no leite. Esses microrganismos provocam a coagulação e a acidificação da substância, o que resulta em um produto viscoso, com aroma e sabor leve, o qual pode, ou não, ter a adição de outros ingredientes (OLIVEIRA et al., 2017). A qualidade nutricional do iogurte está diretamente relacionada ao reestabelecimento da flora intestinal e também à melhor digestibilidade do produto, quando comparado ao leite. Isso porque os microrganismos presentes no iogurte produzem enzimas que promovem a pré-digestão desse derivado lácteo (SILVA et al., 2012).

As culturas *starters*, que também são conhecidas como fermento, inóculo ou culturas lácticas, formam-se a partir de microrganismos saprófitos ativos que crescem em leite ou soro. Essas culturas têm a finalidade de incorporar um número ideal de microrganismos no material a ser fermentado, o que permite a produção das alterações desejadas, além de conter a proliferação de qualquer patógeno presente no meio (FERREIRA, 2008). A condição das culturas influencia, assim, a cinética de crescimento e de acidificação das bactérias lácticas (REIS; PINTO; BRANDI, 2011). Para que ocorra um bom processo de fermentação na fabricação de iogurte, é necessária a simbiose entre *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (MARTIN, 2002), microrganismos utilizados na cultura starter para a incubação no leite. O *S. thermophilus* é a bactéria iniciadora do processo de fermentação, pois possibilita a rápida redução do pH, equilibrando, assim, o meio para o desenvolvimento da bactéria *L. bulgaricus*. Esta, além de fabricar o ácido láctico, tem a capacidade de produzir protease, um agente que promove a hidrólise da caseína e ocasiona a liberação dos peptídeos e aminoácidos responsáveis pela produção do sabor e pela criação de um ambiente favorável ao crescimento da *S. thermophilus* (ERKUS et al., 2014; FERREIRA, 2008).

No processo de fermentação do leite, pode-se fazer uso de diferentes culturas *starters*, como culturas comerciais líquidas, liofilizadas, congeladas e congeladas concentradas, além do iogurte natural comercial. As culturas líquidas e congeladas não são comercializadas, em razão de seu alto custo logístico. Já as culturas liofilizadas, compostas de bactérias homofermentativas e termofílicas (RANKEN; KILL, 1993), são amplamente utilizadas (FERREIRA, 2008). Atualmente, os laticínios apresentam culturas lácteas comerciais do tipo liofilizadas concentradas, as quais podem ser inoculadas diretamente na matéria-prima que será fermentada (SILVA et al., 2012).

Utilizado de forma caseira, o iogurte natural (IN) promove a fermentação do leite com a proporção de 2% da mistura (FAO, [2017]; SILVA, 2017). Trata-se de um produto com a quantidade ideal de bactérias, caracterizando-se também por ser uma matéria-prima bem mais barata que a cultura liofilizada. A escolha do tipo de cultura correto para a fermentação deve levar em consideração características como a pureza, a produção de coágulo consistente e aroma e sabor específicos (ROBERT, 2008), bem como a viscosidade, a consistência e a textura do iogurte, que, em conjunto com os valores de pH, acidez e gordura, são características importantes na rotina de uma indústria láctea (NEIROTTI; OLIVEIRA, 1988). A qualidade microbiológica e o teor de sólidos não gordurosos no leite também são fatores fundamentais para a definição dos valores de acidez e de consistência do iogurte como produto final (CUNHA NETO et al., 2005).

O aumento da acidez durante a fermentação é proporcionado pela degradação da lactose e pela produção de ácido láctico, que é responsável pela coagulação das caseínas do leite e pela formação do gel que caracteriza o iogurte (SILVA et al., 2012). Assim, ao longo do processo de fermentação, o teor de lactose do leite é reduzido, mas parte do açúcar permanece no iogurte, uma vez que as bactérias lácticas produzem pouco ácido em relação à quantidade de lactose encontrada no leite. Os *Streptococcus* mesófilos produzem cerca de 0,42% de lactatos, enquanto os *Lactobacillus* produzem, no máximo, 2,5% (GOURSAUD, 1985). De acordo com Borges et al. (2010), 124 iogurtes comerciais tiveram seus teores de lactose avaliados e apresentaram valores entre 2,10 e 4,18 g.100g⁻¹ em iogurtes líquidos; de 2,16 a 6,40 g.100g⁻¹ em aromatizados e de 3,97 a 5,82 g.100g⁻¹ em produtos com adição de pedaços de frutas.

A lactose precisa ser quebrada em glicose e galactose para que possa ser absorvida pelo organismo. Essa quebra é promovida pela enzima β -galactosidase (lactase). Quando essa enzima é produzida em baixa quantidade, a ingestão da lactose pode provocar problemas gastrointestinais nos indivíduos, fato associado à intolerância ao açúcar do leite. Como consequência de sua digestão incompleta, esse dissacarídeo é fermentado no intestino por microrganismos naturais, o que culmina na produção de gases e ácidos e causa, assim, dor abdominal e diarreia (SANTINI, 2017). A ingestão diária máxima para a maioria dos intolerantes à lactose é de 12 g.dia⁻¹ (VONK et al., 2012).

O experimento descrito neste artigo teve como objetivo avaliar os efeitos da adição da enzima lactase comercializada em farmácias e do enriquecimento do leite com sólidos (leite em pó) sobre as características físico-químicas e sensoriais do iogurte caseiro.

Materiais e métodos

Obtenção da matéria-prima e insumos

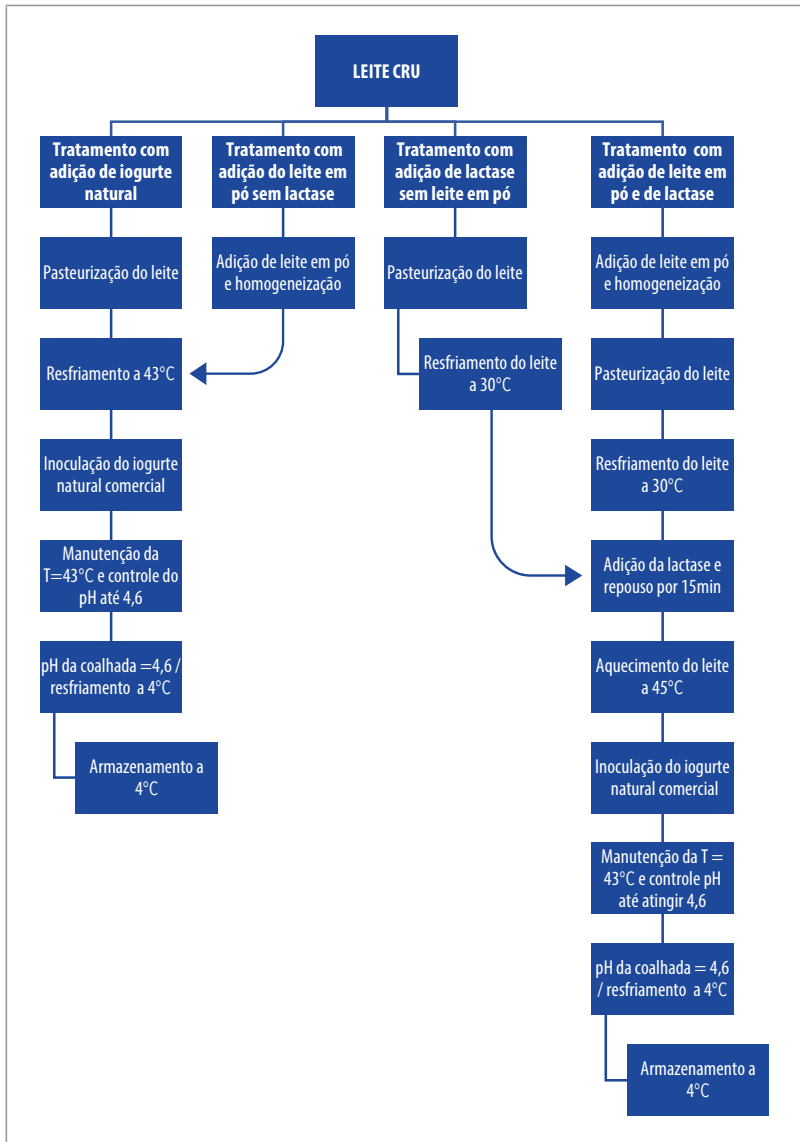
O leite, o leite em pó e o iogurte natural foram adquiridos na região do município de Aparecida de Goiânia/GO. Já a enzima lactase, comercializada para o preparo de alimentos sem lactose (Lactosil) em uma farmácia da região central desse município, foi obtida na empresa Apsen Farmacêutica.

Elaboração do iogurte

Os iogurtes foram elaborados seguindo informações básicas de Kardel e Antunes (1997), com algumas adaptações, conforme apresentado na Figura 1 e descrito nesta sequência de quatro tratamentos para a elaboração do iogurte:

- Tratamento 1: inoculação do iogurte natural para a fermentação do leite sem acréscimo de leite em pó e enzima lactase;
- Tratamento 2: inoculação do iogurte natural para a fermentação com acréscimo de leite em pó;
- Tratamento 3: adição da enzima e posterior inoculação do iogurte natural para a respectiva quebra da lactose e para a fermentação, sem acréscimo de leite em pó;
- Tratamento 4: adição da enzima e posterior inoculação do iogurte natural para a respectiva quebra da lactose e para a fermentação, com acréscimo de leite em pó.

Figura 1
Fluxograma de produção dos iogurtes



Inoculação do iogurte natural, como cultura iniciadora, para fermentação do leite

Após a pasteurização, o leite foi resfriado a 43°C, e um pote de 180 mL de iogurte natural comercial – também conhecido como “isca” – foi inoculado em 1 litro de leite com intensa homogeneização. Essa mistura

foi posteriormente distribuída em recipientes de 200 mL – os quais foram mantidos em equipamento BOD a 43°C, até que o pH da coalhada atingisse 4,6. Uma vez alcançado esse pH, considerado o ponto isoelétrico da caseína, todas as coalhadas foram refrigeradas a, aproximadamente, 4°C e mantidas nessa temperatura até serem analisadas.

Tratamentos com adição de leite em pó

Nos métodos com adição de sólidos, foram acrescentados 60 g de leite em pó para cada litro de leite. Essa incorporação foi feita antes da pasteurização. Após essa etapa, foi seguida a metodologia anteriormente descrita para a inoculação do iogurte natural comercial.

Tratamentos com adição da enzima lactase

Após a pasteurização, o leite foi resfriado a 30°C e, conforme indicações do fabricante, foi adicionado um tablete de 10.000 FCC ALU de lactase a um litro de leite. Após 3 min de homogeneização, a mistura ficou em repouso por 15 minutos. Findo esse período, o leite foi aquecido a 45°C e o iogurte natural comercial foi acrescido para a fermentação, seguindo a metodologia descrita anteriormente.

Análises de pH, acidez, umidade, cinzas, sólidos solúveis, gordura e lactose

Essas análises foram realizadas segundo recomendações do Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise de lactose foi feita a cada 4 dias por um período de 28 dias, e as demais análises realizadas nesse experimento foram feitas apenas uma vez em duplicata. A análise de lipídios foi feita a partir da metodologia proposta por Bligh-Dyer (1959).

Análise de susceptibilidade a sinérese

Para essa análise, que verifica a saída de soro do iogurte, foi utilizada peneira de aço inox de 120 mesh, a qual drenou o soro do iogurte por um período de 1 hora a 4°C, de acordo com De Wit (1988).

Análise de viscosidade

Essa análise foi realizada nas velocidades de 0,5 rpm, 1,0 rpm, 5,0 rpm, 10,0 rpm, 50,0 rpm e 100,0 rpm por meio do viscosímetro Brookfield, com sonda cilíndrica ns 2 e 3 (PELEGRINE; VIDAL; GASPARETO, 2000). Os resultados obtidos foram expressos em Centipoise (cP). A análise foi realizada no laboratório de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis/GO.

Análise de cor

A análise de cor foi feita pelo sistema CIE-LAB, no qual L* corresponde ao teor de luminosidade, a* ao teor de vermelho e b* ao teor de amarelo. No experimento, foi utilizado o equipamento BC-10 Baking Meter, da marca Konica Minolta (Japão), com ângulo de iluminação de 8° difusa, diâmetro de medição de 8 mm e lâmpada de tungstênio a gás. Três repetições foram realizadas para cada amostra.

Análise sensorial

Para a análise sensorial dos iogurtes fabricados, foi realizado um teste afetivo de aceitação por 65 provadores não treinados, que eram alunos e servidores do Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia. Para o teste, foi utilizada a escala hedônica de nove pontos, de acordo com Chaves e Sproesser (2002), e as amostras foram analisadas monodicamente. Os atributos avaliados foram: cor, aparência, textura, aroma e sabor.

Delineamento experimental

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x2 (presença ou ausência de leite em pó e presença ou ausência da enzima lactase). Os dados foram submetidos à análise de variância, e as comparações entre as médias dos tratamentos foram realizadas por meio do teste Tukey a 5% de probabilidade, mediante uso do software R (2015).

Resultados e discussão

A Tabela 1 (próxima página) disponibiliza os resultados de umidade, cinzas, gordura, lactose, sinérese, sólidos solúveis, pH, acidez e cor dos iogurtes elaborados com e sem a adição do leite em pó e da enzima lactase.

Houve uma interação significativa ($p < 0,05$) entre as variáveis umidade, cinzas, sinérese, acidez e o parâmetro b* de cor. Tanto o tratamento com adição de lactase e leite em pó quanto o tratamento sem a inoculação dos dois ingredientes obtiveram maior teor de umidade em relação àqueles que tiveram a adição só da enzima ou só do leite em pó. O mesmo comportamento foi observado na análise de sinérese.

TABELA 1

Médias das análises de umidade, cinzas, gordura, lactose, sinérese, sólidos solúveis, pH, acidez e parâmetros de cor (L*, a* e b*) dos iogurtes elaborados com adição ou não de leite em pó e de enzima lactase

Análises	Leite em pó (LP)		Enzima lactase (EL)	Probabilidades			CV (%)
	Com LP	Sem LP	Média (EL) ¹	LP ²	EL ³	LPxEL ⁴	
Umidade							
Com enzima	87,28aA	81,78bA	84,53				
Sem enzima	83,26aB	86,91bB	85,08	0,1928	0,4032	0,0015	0,98
Média (LP)	85,27	84,35	–				
Cinzas							
Com enzima	0,74aA	1,10bA	0,92				
Sem enzima	1,10aB	0,79bB	0,94	0,4622	0,489	<0,001	5,15
Média (LP)	0,92	0,95	–				
Gordura							
Com enzima	4,53	4,96	4,75				
Sem enzima	4,87	4,62	4,74	0,904	0,9936	0,6345	19,88
Média (LP)	4,70	4,79	–				
Lactose							
Com enzima	0,61	2,96	0,80 ^a				
Sem enzima	0,99	2,39	2,68B	0,8009	0,0066	0,2621	29,43
Média (LP)	1,79	1,69	–				
Sinérese							
Com enzima	28,00aA	12,00bA	20,00A				
Sem enzima	6,75aB	24,00bB	15,35B	0,292	<0,001	<0,001	4,12
Média (LP)	17,35	18,00	–				
Sólidos solúveis							
Com enzima	6,5aA	9,5aA	8,0				
Sem enzima	9,5aA	7,5aA	8,5	0,5946	0,5946	0,0447	14,85
Média (LP)	8,0	8,5	–				
pH							
Com enzima	4,30	4,40	4,35 ^a				
Sem enzima	4,40	4,59	4,59B	0,4387	0,0173	0,5039	1,89
Média (LP)	4,44	4,49	–				
Acidez (%)							
Com enzima	0,72aA	1,07bA	0,90				
Sem enzima	1,02aB	0,75bB	0,89	0,1067	0,6437	<0,001	3,02
Média (LP)	0,87	0,91	–				

1. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha (horizontal) diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna (vertical) diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

2. Probabilidade do fator cultura iniciadora.

3. Probabilidade do fator adição ou não de leite em pó.

4. Probabilidade da interação entre cultura iniciadora e leite em pó.

(continua)

TABELA 1

Médias das análises de umidade, cinzas, gordura, lactose, sinérese, sólidos solúveis, pH, acidez e parâmetros de cor (L*, a* e b*) dos iogurtes elaborados com adição ou não de leite em pó e de enzima lactase

Análises	Leite em pó (LP)		Enzima lactase (EL)	Probabilidades			CV (%)
	Com LP	Sem LP	Média (EL) ¹	LP ²	EL ³	LPxEL ⁴	
L*							
Com enzima	92,00	92,65	92,35				
Sem enzima	92,95	91,50	92,22	0,596	0,8926	0,2056	1,07
Média (LP)	92,47	92,07	-				
a*							
Com enzima	-2,35	-2,30	-2,32				
Sem enzima	-2,80	-2,70	-2,75	0,9188	0,139	0,7612	-12,85
Média (LP)	-2,52	-2,55	-				
b*							
Com enzima	9,70aA	13,35bA	11,52				
Sem enzima	11,15aA	10,15aB	10,65	0,028	0,0899	0,0041	5,01
Média (LP)	10,42a	11,75b	-				

(conclusão)

Para o teor de cinzas e de acidez, os tratamentos com adição de apenas um dos ingredientes resultaram em maiores valores em comparação tanto com o tratamento que adicionou os dois ingredientes quanto com o que não adicionou nenhum deles. Os valores de teor de acidez, referentes à presença de ácido láctico, variaram de 0,72 a 1,07 g.100g⁻¹ de iogurte em todos os tratamentos, permanecendo, assim, em conformidade com os valores estabelecidos pela legislação, a qual determina que a acidez dos leites fermentados deve variar de 0,6 a 2,0 g.100g⁻¹ (BRASIL, 2007).

Apresentaram maior teor de sólidos totais (menor umidade) os tratamentos em que o leite em pó e a enzima foram adicionados separadamente. Esses fatores intensificaram a atuação das bactérias lácteas e, assim, provocaram uma maior produção de ácido láctico, que é o principal produto da fermentação láctica, ativada por meio da conversão anaeróbia da lactose (SILVA et al., 2012). Como o aumento ou a diminuição fermentativa na produção de iogurte altera as características físico-químicas do produto (ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2004), a presença da enzima reduziu o teor de sólidos totais quando o leite em pó foi acrescido, favorecendo, assim, a sinérese dos iogurtes e causando um efeito contrário ao que era esperado com a adição de sólidos.

Para o parâmetro b^* , o tratamento com enzima e sem leite em pó foi classificado com maior teor de amarelo relativamente às combinações com e sem os dois ingredientes, o que pode ser decorrente do procedimento de fabricação de iogurte com lactase. Como previsto, realizou-se o seguinte processo: após a adição da enzima, aguardou-se o período de 15 minutos para que ela começasse a atuar e, na sequência, reaqueceu-se o leite antes da inoculação da cultura iniciadora. Esse novo aquecimento pode ter iniciado a reação de Maillard, ocasionando a cor amarela no referido tratamento.

A presença da lactase em separado interveio significativamente nas análises de lactose e pH, as quais evidenciaram a eficiência da enzima na redução desses dois aspectos. De maneira a demonstrar como se deu a evolução dessa redução no decurso dos 28 dias, foi elaborado o gráfico do teor de lactose, que variou entre 0,4 e 3,64% durante o tempo de armazenamento (Figura 2). No tempo zero, os maiores valores foram observados no tratamento elaborado somente com o iogurte natural e, em todos os momentos, os menores valores foram detectados nos tratamentos que utilizaram enzima. Ao fim do período de armazenamento, o teor de lactose foi reduzido em: 44,5% no tratamento que continha somente iogurte natural; 46,1% no tratamento com leite em pó e iogurte natural e 72,4% e 41,4% nos tratamentos com adição somente de enzima e de enzima e leite em pó, respectivamente. Cabe ressaltar que a adição de leite em pó interferiu na eficiência da lactase em diminuir o açúcar do leite.

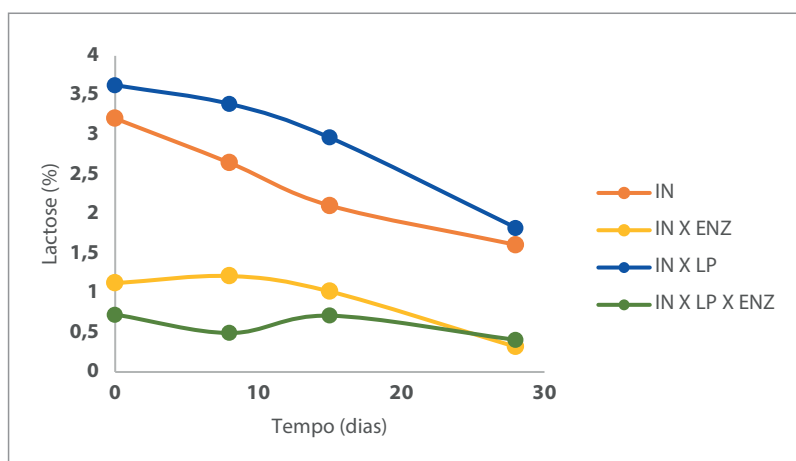
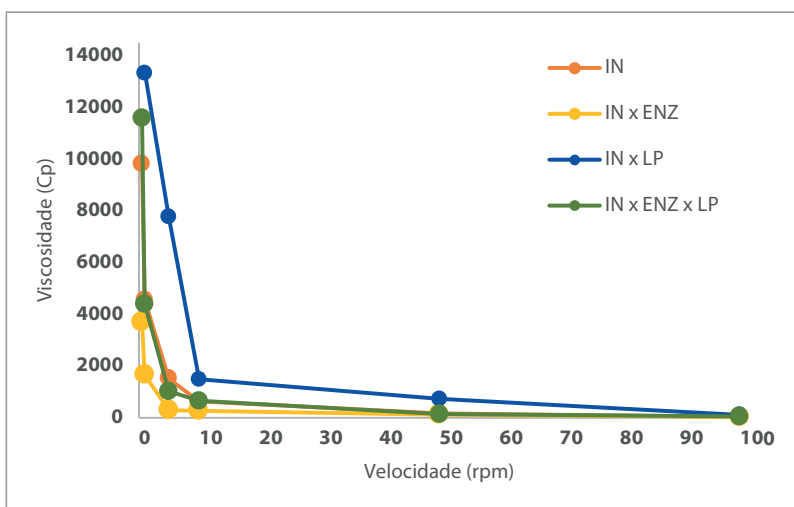


Figura 2
Variação dos teores de lactose durante o armazenamento dos quatro tratamentos de iogurte durante 28 dias de armazenamento

A fim de verificar o comportamento da viscosidade nos tratamentos em função da velocidade de rotação, foi elaborado um gráfico em que é possível perceber que o tratamento com iogurte natural e leite em pó obteve maior viscosidade em todas as velocidades testadas (0,5, 5, 10, 50 e 100 rpm), à exceção do teste a 100 rpm. De acordo com Couto, Silva e Abreu (2011), a viscosidade tem uma influência positiva na aceitação e na intenção de compra de um produto.

Figura 3
Variação da viscosidade dos iogurtes em função da velocidade de rotação



Na Tabela 2, são apresentados os resultados da análise de aceitação sensorial dos iogurtes elaborados no experimento.

1. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha (horizontal) não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

2. Probabilidade dos parâmetros avaliados.

TABELA 2

Médias da análise de aceitação dos iogurtes elaborados com a adição ou não de leite em pó e de enzima lactase

Parâmetros da análise sensorial	iogurte				Parâmetro	
	Cultura iniciadora x leite em pó	IN	IN x ENZ	IN x LP		IN x ENZ x LP
Cor		7,57a ¹	7,45a	6,53b	6,73ab	0,0056
Aparência		7,84a	7,43ab	6,86b	6,95b	0,0118
Aroma		6,75a	6,96a	6,18a	6,21a	0,1215
Sabor		5,57a	5,98a	5,21a	6,02a	0,2577
Textura		7,00a	7,07a	6,35a	6,80a	0,2154

Foi possível verificar que os provadores não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$) no tocante aos parâmetros de aroma, sabor e textura, ainda que, na análise de viscosidade, os tratamentos com leite em pó tenham obtido os maiores valores. Esse comportamento é favorável à utilização da enzima lactase comercializada em farmácias para a formulação de iogurte com teor de lactose reduzido. Já no que diz respeito aos parâmetros de cor e aparência, as médias do tratamento com iogurte natural e leite em pó foram inferiores às médias do tratamento apenas com iogurte. Esse resultado indica que o enriquecimento com sólidos não favoreceu os parâmetros avaliados na análise de aceitação sensorial, uma vez que a adição de leite em pó encareceu o produto, mas não trouxe melhores resultados em relação aos demais tratamentos.

Conclusão

O uso da enzima lactase na elaboração dos iogurtes foi eficiente para reduzir a lactose, bem como a umidade, o pH e o aumento da acidez, que são fatores relacionados ao prolongamento da vida útil do produto. A adição da enzima de maneira isolada também diminuiu a sinérese, considerada um critério importante para a configuração do aspecto visual do produto. Além disso, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos na avaliação das características sensoriais – fato que aproxima o iogurte elaborado com lactase e o iogurte padrão no que diz respeito a essa avaliação.

Quando adicionado em separado, o leite em pó favoreceu características físico-químicas importantes, mas não gerou resultado semelhante nos tratamentos em que foi acrescido junto à lactase, além de não ter obtido os melhores parâmetros sensoriais. Essa conclusão indica que o enriquecimento com sólidos lácteos não deve acontecer em situações próximas às realizadas no presente experimento.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPQ a concessão de duas bolsas de Pibic-EM para as estudantes do Curso Técnico em Agroindústria e também ao professor Ivano, da Universidade Estadual de Goiás, por ceder o uso do equipamento que permitiu a realização da análise de viscosidade.

Os autores

Maria Isabella Silva Santos

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Curso Técnico Integrado em Agroindústria – Pibic-EM, maria_isabella.silva@hotmail.com

Nathália Gabriella Silveira Nascimento

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Curso Técnico Integrado em Agroindústria – Pibic-EM, nathaliagabriellasilveira@gmail.com

Larissa Ribeiro Pontes

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Curso Técnico Integrado em Agroindústria – Pivic-EM, larissaribeirpontesg@gmail.com

Rafaella de Oliveira Souza

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Curso Técnico Integrado em Agroindústria – Pivic-EM, rafaella_gata_linda@hotmail.com

Lillian Pascoa Silva

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas, lpascoa.ifg@gmail.com

Ulisses Rodrigues de Alencar

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas, ulisses.alencar@ifg.edu.br

Renata Cunha dos Reis

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas, renataufg@gmail.com

Referências

- ANTUNES, Adriane E. C.; CAZETTO, Thalita F.; BOLINI, Helena M. A. Skim yogurts added by whey protein concentrate: texture profile, syneresis and sensorial analysis. *Alimentos e Nutrição*, v.15, n.2, p.105-114, 2004.
- BLIGH, E. Graham; DYER, William J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v.27, n.8, p. 911-917, 1959.
- BORGES, Tânia; FERREIRA, Isabel; PINHO, Olívia; TRINDADE, Eunice; PISARRA, Susana; AMIL, Jorge. Quanta lactose há no meu iogurte? *Acta Pediátrica Portuguesa*, v.41, n.2, p. 75-78, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa n. 46, de 23 de outubro de 2007. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualida-

de de leites fermentados. *Diário Oficial da União*, Brasília, 24 out. 2007. Seção 1.

CHAVES, José. B. P.; SPROESSER, Renato L. *Práticas de laboratório e análise sensorial de alimentos e bebidas*. Viçosa: UFV, 2002.

COUTO, Elizandra M.; SILVA, Danielle C. G.; ABREU, Luiz R. Características reológicas de iogurte produzido com leite de cabra e adição de extrato hidrossolúvel de soja e de cultura probiótica. *Revista Higiene Alimentar*, v.25, p.194-195, 2011.

CUNHA NETO, Otaviano C.; OLIVEIRA, Carlos A. F.; HOTTA, Ricardo M.; SOBRAL, Paulo J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.25, n. 3, p.448-453, 2005.

DE WIT, John N. Empirical observations and thermodynamical considerations on water-binding by whey proteins in food products. *Journal of Food Science*, v. 53, n.5, p.1553-1559, 1988.

ERKUS, Oylum; OKUKLU, Burcu; YENIDUNYA, Ali F.; HARSA, Sebnem. High genetic and phenotypic variability of *Streptococcus thermophilus* strains isolated from artisanal Yuruk yoghurts. *LWT – Food Science and Technology*, v.58, n.2, p.348-354, 2014.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Production of Cultured Milk. *Milk Processing Guide Series*, v. 4, [2017]. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/againfo/resources/documents/MPGuide/mp-guide4.htm>>. Acesso em: 1º nov. 2017.

FERREIRA, Célia L. L. F. *Produtos lácteos fermentados: aspectos bioquímicos e tecnológicos*. Viçosa: UFV, 2008.

GOURSAUD, Jean. O leite de vaca: composição e propriedades físico-químicas. In: LUQUET, François M. *O leite: do úbere à fábrica de laticínios*. Portugal: Publicações Europa-América, 1985. v.1, parte 1, cap. 1, p. 31-56.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: ITAL, 2008.

KARDEL, G.; ANTUNES, Lucio Alberto F. Culturas lácticas e probióticas empregadas na fabricação de leites fermentados: leites fermentados. In: LERAYER, Alda L. S.; SALVA, Terezinha J. G. *Leites fermentados e bebidas lácteas: tecnologia e mercado*. Campinas: ITAL, 1997. cap. 2, p.26-33.

MARTIN, Adriana F. Armazenamento do iogurte comercial e o efeito na proporção de bactérias lácticas. 2002. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

NEIROTTI, E.; OLIVEIRA, A. J. Produção de iogurte pelo emprego de culturas lácticas mistas. *Boletim da sociedade brasileira de tecnologia de alimentos*, v.22, n.1/2, p.1-16, 1988.

OLIVEIRA, M. N.; PIMENTEL, T. C.; ES-MERINO, E. A.; PRUDÊNCIO, E. S.; SILVA, M. C.; GUIMARÃES, J. T.; CAPPATO, L. P.; SILVA, H. L. A.; BALTHAZAR, C. F.; MORAES, A. E. A.; CHAVES, A. C. S. D.; CRUZ, A. G.; ZACARCHENCO, P. B. Leites fermentados. In: CRUZ, A. G.; ZACARCHENCO, P. B.; OLIVEIRA, C. A.; CORASSIN, C. H. (Org.) *Processamento de produtos lácteos: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos funcionais*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 169-193.

- PELEGRINE, Daniela. H.; VIDAL, José. R. M. B.; GASPARETO, Carlos A. Estudo da viscosidade aparente das polpas de manga (Keitt) e abacaxi (Pérola). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.20, n.1, p.128-131, 2000.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R – A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2015. Disponível em <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 14 nov. 2017.
- RANKEN, Michael D.; KILL, Ronald C. *Food industries manual*. 23.ed. London: Blackie Academic and Professional and Imprint of Chapman and Hall, 1993.
- REIS, Sislene M.; PINTO, Maximiliano S.; BRANDI, Igor V. Efeito do teor de sólidos não gordurosos e da concentração de sacarose na acidificação de iogurte por bactérias lácticas. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v.66, n.378, p.34-39, 2011.
- ROBERT, Noely F. *Fabricação de iogurtes*. Brasília: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2008. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossietecnico/downloadsDT/MzIw>>. Acesso em: 14 nov. 2017.
- SANTINI, Nei C. Algumas características bioquímicas sobre a lactose. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira*, v.2, 2017.
- SILVA, Fernando T. *Iogurte*. Brasília: Embrapa/Ageitec, 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000gir17f3902wx5ok05vadr1tnau7bf.html>. Acesso em: 13 nov. 2017. Não paginado.
- SILVA, Leticia C.; MACHADO, Thais B.; SILVEIRA, Márcia L. R.; ROSA, Claudia S.; BERTAGNOLLI, Silvana M. M. Aspectos microbiológicos, pH e acidez de iogurtes de produção caseira comparados aos industrializados da região de Santa Maria/RS. *Disciplinarum Scientia*, v.13, n.1, p.111-120, 2012.
- VONK, Roel J.; RECKMAN, Gerlof A. R.; HARMSSEN, Hermie J. M.; PROEBE, Marion G. Probiotics and Lactose Intolerance. In: RIGOBELLO, Everlon C. *Probiotics*. Croatia: InTech Open, 2012. Chapter 7, p.149-160.

Avaliação do grau de contaminação ambiental de águas de cavas de mineração a céu aberto localizadas em Mara Rosa/GO

Dmitri Gonçalves Jordão
Leandro de Almeida Jeronimo
Rodrigo Balbino Dias
Rosana Gonçalves Barros
Viníciu Fagundes Bárbara

Resumo

Cavas formadas em áreas de minas exauridas são unidades ambientalmente complexas e resultam em preocupantes impactos causados pelas indústrias de mineração. Embora essas cavas estejam aumentando numericamente em diversos países, seu comportamento a longo prazo ainda é desconhecido pelos pesquisadores, o que as coloca na condição de problema ambiental emergente. A gestão desses lagos artificiais se mostra desafiadora, especialmente no tocante à qualidade hídrica, pois eles apresentam comportamentos físico-químicos e biológicos diferentes dos corpos d'água naturais. Por isso, podem se constituir em promissoras oportunidades de uso para a sociedade ou em preocupantes problemas ambientais para o poder público. O presente trabalho contempla a avaliação de três cavas de mineração de ouro abandonadas, localizadas em Mara Rosa/GO, sendo uma delas o Lago Azul, rotineiramente utilizado para esportes

aquáticos e para lazer. Amostras de água foram coletadas na parte mais profunda de cada lago durante a estiagem de 2016 e submetidas a análises físico-químicas e a ensaios ecotoxicológicos com *Allium cepa*. Os resultados demonstraram que as águas das cavas estão em desconformidade com os padrões legais vigentes, devido à presença de metais, consequência dos processos locais de condicionamento geológico. Em termos ecotoxicológicos, embora tenham sido observados reflexos da baixa qualidade química das amostras sobre o crescimento radicular dos organismos-teste, não foi constatado um comportamento padrão na relação entre dose e resposta observada. Por meio de ensaios ecotoxicológicos agudos, concluiu-se que o *Allium cepa* não aparenta ter sensibilidade satisfatória como organismo a ser utilizado no monitoramento ambiental de cavas de mineração.

Palavras-chave: Áreas contaminadas. Passivos ambientais. Metais potencialmente tóxicos.

Introdução

Áreas contaminadas, também denominadas de passivos ambientais, apresentam concentrações de elementos químicos oriundos de atividades antrópicas capazes de causar danos a seres vivos e de comprometer a água, o solo e o ar. São constituídas por terrenos, instalações industriais ou edificações em geral cuja contaminação pode ser oriunda de vazamentos, negligência ambiental ou manuseio inadequado de substâncias tóxicas por falta de informação (CALIJURI; CUNHA, 2013).

O número de áreas contaminadas existentes em todo o mundo tem crescido aceleradamente nos últimos anos. O responsável por grande parcela dos passivos ambientais é o setor industrial, especialmente a indústria de mineração, cujos impactos sobre o meio ambiente ainda são pouco conhecidos pelos pesquisadores das Ciências Ambientais. Intimamente ligado ao sistema econômico atual, o setor deverá continuar crescendo nos próximos anos, dada a constante demanda por minérios, principalmente para a fabricação de bens duráveis, como eletrodomésticos e veículos, a condução de energia elétrica e a construção civil. Apesar das vantagens econômicas proporcionadas pela mineração, são muitas as interferências negativas desencadeadas pela atividade mineradora sobre o meio ambiente, como a poluição do ar, do solo e das coleções hídricas subterrâneas, o assoreamento de corpos d'água, a erosão e a formação de áreas contaminadas. Em última instância, os impactos ocorrem em razão da falta de ações de gestão ambiental satisfatória para os empreendimentos minerários, especialmente no estágio de pós-operação (TRIANATFYLLIDIS; SKARPELIS, 2006).

Quando uma mineração a céu aberto é desativada devido ao esgotamento da jazida, a cava formada permanece exposta às intempéries. Com o término da prática de rebaixamento do nível freático para o favorecimento da exploração mineral em condições secas, as águas subterrâneas retornam ao nível original e formam um lago artificial detentor de características ambientais únicas (RAMSTEDT; CARLSSON; LÖVGREN, 2003; HANCOCK; WRIGHT; DE SILVA, 2005; TRIANATFYLLIDIS; SKARPELIS, 2006). Embora o aumento do número de cavas em escala mundial seja algo relativamente recente, em vários países esses passivos já se tornaram problemas ambientais de grandes dimensões, o que está relacionado ao quantitativo de minerações a céu aberto. Na década de 1990, estavam em operação 19 no Canadá, 74 na Austrália, 37 no Chile e 25 na Espanha. Na mesma década, havia 86 minerações desse tipo nos

Estados Unidos e, nos próximos anos, está previsto que haverá somente no estado de Nevada (EUA) a formação de pelo menos 30 lagos. Outro exemplo é a França, que por sua vez, possui inúmeras regiões de cavas contaminadas com alta concentração de metais advindos da indústria de mineração. Portanto, futuramente são esperados novos passivos ambientais formados pelo setor, o que exigirá práticas de gestão ambientalmente satisfatórias (SANTOFIMIA; LÓPEZ-PAMO; REYES, 2012).

De acordo com Shevenell (2000), cavas podem se configurar como recursos valiosos de lazer e abastecimento para a sociedade ou podem oferecer riscos aos seres vivos, a depender da qualidade de suas águas, diretamente influenciada pelo processo de drenagem ácida de mina (DAM). A DAM é formada quando minerais sulfetados, quimicamente reativos ao meio natural e originalmente em condições de equilíbrio, são expostos às intempéries, desprendendo um percolado ácido e rico em metais dissolvidos, que são potencialmente tóxicos. O processo acarreta um dano ambiental de longo prazo, comumente observado em jazidas de minérios nobres, especialmente de ouro e prata (ROMERO et al., 2010).

Análises químicas constituem o método mais direto e tradicional para estudar a poluição hídrica, entretanto, por representarem apenas estados momentâneos de qualidade ambiental, não são capazes de mensurar os efeitos potenciais sinérgicos de analitos de interesse sobre seres vivos. Para tanto, devem ser desenvolvidos ensaios ecotoxicológicos, também chamados de bioensaios. Segundo Zagatto e Bertoletti (2008), a Ecotoxicologia vem se desenvolvendo aceleradamente nas últimas décadas, devido à necessidade de estabelecer abordagens mais amplas em termos de monitoramento ambiental, pelas quais seja possível analisar os efeitos integrados que as várias substâncias químicas potencialmente tóxicas geram sobre organismos-teste.

A escolha da espécie mais apropriada para a mensuração desses efeitos é fundamental para a realização dos bioensaios. Nesse sentido, o uso de vegetais superiores como *Allium cepa* tem sido frequente em testes ecotoxicológicos, haja vista que sua fácil disponibilidade e manuseio, seu baixo custo e seu rápido crescimento radicular possibilitam a obtenção de resultados confiáveis em menor período de tempo. De acordo com Christofolletti (2008), a validade do aproveitamento dessa espécie em bioensaios foi identificada por Levan em 1938, ao demonstrar que a colchicina, um alcaloide de elevada toxicidade, poderia causar distúrbios no fuso mitótico de exemplares da planta, levando a uma poliploidização das células meristemáticas das raízes, o que as danifica.

Os poucos trabalhos publicados internacionalmente que buscaram medir o grau de comprometimento de águas de cavas se limitaram, majoritariamente, à análise de aspectos químicos (GAGNAIRE et al., 2015). Pesquisas envolvendo aspectos ecotoxicológicos associados à química desses lagos, complementares entre si, ainda são raras, apesar de serem necessárias para a ampliação do entendimento sobre o gerenciamento de áreas contaminadas pela mineração (ROCHA et al., 2011). Assim, este estudo teve como objetivo principal avaliar a qualidade das águas de cavas de mineração de ouro localizadas em Mara Rosa/GO mediante análises físico-químicas e ecotoxicológicas.

Material e Métodos

Goiás possui poucos lagos de mineração. Três cavas de ouro desativadas, contempladas neste estudo, foram selecionadas por se localizarem no mesmo município e apresentarem fácil acesso, favorecendo as coletas, são elas: Cava Maior (com área aproximada de 1,7 ha); Cava Menor (0,7 ha) e Lago Azul (2,8 ha), como apresentadas nas figuras 1 e 2. As duas primeiras, exploradas até 1995, são isoladas, distam cerca de trezentos metros entre si e estão parcialmente circundadas por vegetação exótica introduzida a título de recuperação ambiental. O Lago Azul, também formado nos anos 1990, localiza-se a cerca de 12 km das demais e se constitui no principal ponto turístico de Mara Rosa. Em suas imediações diretas, observa-se um bloco de rocha de aproximadamente 40 m de altura exposto às intempéries, bem como um depósito de estéril, ambas situações favorecedoras da DAM.

A área se insere na bacia hidrográfica do Rio Tocantins, em uma sequência de idade Neoproterozoica integrante do Arco Magmático de Goiás, situado na província Tocantins. O solo local é constituído de latossolos, nitossolos, plintossolos de textura argilosa, gleissolos e cambissolos associados a neossolos litólicos (VIANA et al., 1995).

A avaliação da qualidade hídrica foi desenvolvida com base em amostras coletadas no ponto mais profundo de cada cava em agosto de 2016, ao final do período seco. As coletas foram realizadas com o auxílio de um bote inflável da marca Intex, modelo Seahawk 3, e de uma garrafa de Van Dorn Horizontal de PVC (2 L), da Alfakit, ligada a um cabo de 4 mm de diâmetro e 60 m de comprimento, presa a um disparador metálico. As profundidades de coleta foram estabelecidas mediante levantamentos batimétricos prévios realizados com um Acoustic Doppler Current

Profiler (ADCP), modelo Riverray ADCP (600 kHz), da RD Instruments, acoplado ao software WinRiver II.

Figura 1
Localização da área de estudo: Cava Maior, Cava Menor e Lago Azul, situados no município de Mara Rosa, norte do estado de Goiás, Brasil

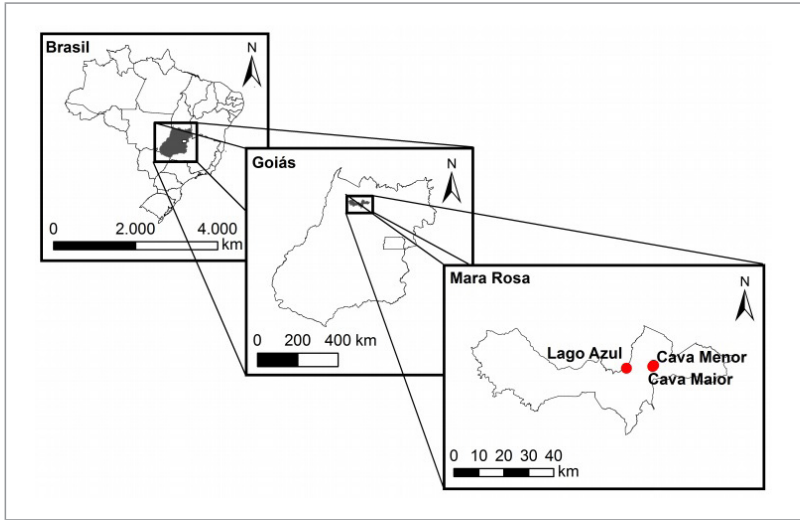
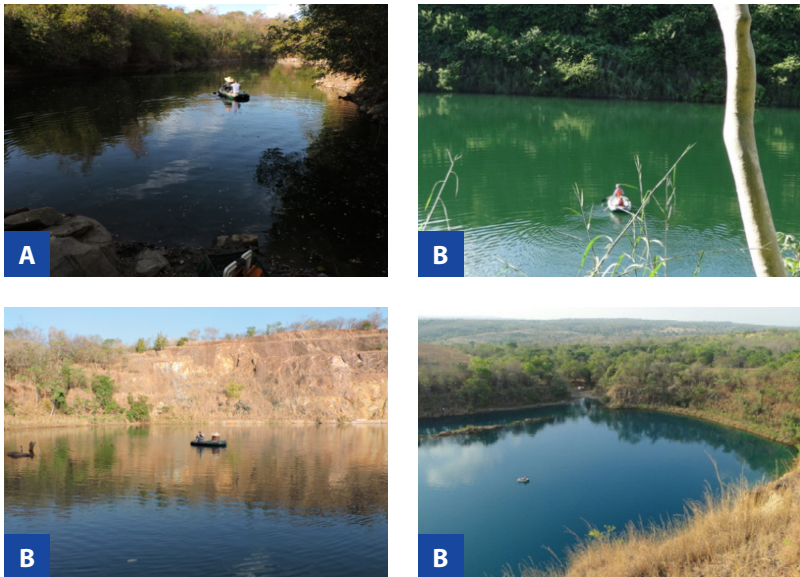


Figura 2
a) Cava Menor, com presença de vegetação exótica no entorno;
b) Cava Maior, com cobertura arbustiva;
c) e d) Lago Azul, com bancada geológica exposta às intempéries



As coordenadas geográficas de cada ponto amostral foram obtidas com um GPS da marca Garmin, modelo GPSMAP 62sc (Tabela 1).

TABELA 1

Dados detalhados das campanhas de campo

Local	Coordenadas geográficas	Dados da coleta	Profundidade de coleta
Cava Menor	13°58'16,65"S/49°10'34,33"O	29/08/2016 (08:48 h)	18 m
Cava Maior	13°58'28,37"S/49°10'45,17"O	29/08/2016 (09:51 h)	30 m
Lago Azul	13°58'51,01"S/49°16'27,24"O	30/08/2016 (09:12 h)	46 m

Uma vez obtidas, as alíquotas foram armazenadas em frascos de polietileno (100 mL), previamente submetidos a descontaminação por contato com ácido nítrico 10% (VETEC®) durante 48 horas, seguida de tríplex lavagem com água purificada por sistema Milli-Q® (18,2 MΩ/cm de resistividade). Após a coleta, as amostras foram fixadas com 1,5 mL de ácido nítrico concentrado de alta pureza (VETEC®) e, posteriormente, resfriadas a 4°C até a chegada ao laboratório.

As seguintes análises físicas foram realizadas: turbidez, com um turbidímetro da marca PoliControl, modelo AP2000; cor, com colorímetro da Aquacolor, marca PoliControl; e potencial hidrogeniônico (pH), com um Phmetro da Digimed, modelo DMPH-3.

Os metais foram determinados com um espectrômetro óptico de emissão atômica por plasma (ICP-OES), Perkin Elmer, Optima 8300. O equipamento quantifica elementos químicos por espectrometria de emissão atômica óptica por plasma de argônio indutivamente acoplado. Para a determinação simultânea de diversos elementos químicos metálicos e não metálicos, emprega-se a leitura de emissões de linhas espectrais, obtidas após a emissão atômica provocada por uma tocha de plasma, formada por gás argônio com pureza mínima de 99,99%, altamente ionizado, contendo igual número de elétrons e íons. A temperatura dessa tocha atinge entre 6000 K e 10000 K. Os padrões utilizados nas análises de metais foram das marcas VHG Labs, Fluka Analytical, Plasma Cal e Inorganic Ventures. Foram analisados 24 elementos químicos, a saber: alumínio (Al), antimônio (Sb), arsênio (As), bário (Ba), boro (B), cádmio (Cd), cálcio (Ca), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), crômio (Cr), ferro (Fe), fósforo (P), magnésio (Mg), manganês (Mn), mercúrio (Hg), molibdênio (Mo), níquel (Ni), potássio (K), prata (Ag), selênio (Se), sódio (Na), vanádio (V) e zinco (Zn). As medições foram feitas em triplicata. Os resultados foram comparados com os limites máximos estabelecidos pela Resolução n. 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e estabelece

diretrizes ambientais para seu enquadramento (Brasil, 2005). No caso, foram adotados os valores para corpos hídricos de Classe 2.

As análises ecotoxicológicas foram desenvolvidas com exemplares da espécie *Allium cepa*, em consonância com a metodologia descrita por Sá Junior, Santos e Melo (2016), com adaptações. Para tanto, foram selecionados bulbos adquiridos no comércio local, com diâmetro médio variando entre 5,00 e 8,00 cm, desprovidos de brotações e visualmente saudáveis. Antes dos bioensaios, os organismos-teste foram devidamente limpos com o auxílio de pinça, utilizada para a remoção dos catafilos externos ressecados. Na sequência, foram lavados com água da rede pública de distribuição e colocados para secar à sombra.

Na sequência, foram feitas essas diluições das amostras (volume/volume): 100%, 75%, 50%, 25%, 5% e 1%, além do grupo controle negativo. Béqueres de 100 mL previamente higienizados foram preenchidos com as soluções-teste e os bulbos, por sua vez, foram colocados em suas partes superiores, de forma que os sistemas radiculares ficassem em contato com as soluções (Figura 3). Depois, o experimento foi acondicionado em estufa de DBO da Quimis, modelo Q315M26, a 25°C. A exposição foi aguda, com duração de 72 horas. Duas vezes ao dia, os volumes das amostras foram repostos, visando compensar perdas das soluções-teste por evaporação. Após o referido período, verificou-se o crescimento radicular dos organismos-teste, medindo cada raiz com um paquímetro digital da marca Matrix Tools for Existence, modelo SR44 e, descartando o maior e o menor valor de medição.

Figura 3
Preparação dos ensaios ecotoxicológicos



Resultados e discussões

Os resultados das análises físicas das amostras podem ser observados na Tabela 2. Os valores em negrito estão em desconformidade com o Conama.

TABELA 2

Resultados das análises das amostras

Parâmetro	Resultados			Valor máximo permitido (Conama 357/2005)
	Cava Menor	Cava Maior	Lago Azul	
Turbidez (unt – unidade de turbidez)	2,00±0,00	0,42±0,08	0,02±0,00	Até 100
Cor (mg Pt/L)	17,00±2,12	19,60±0,00	14,60±1,20	Até 75
pH	8,60±1,23	9,10±0,00	5,20±0,80	6,00 – 9,00

Turbidez e cor são parâmetros analíticos diretamente associados à presença de materiais em suspensão (CALIJURI; CUNHA, 2013). Conforme se observa na Tabela 2, nenhum dos lagos estudados apresentou concentrações de partículas acima do permitido, o que era esperado, pois cavas, por serem ambientes lênticos, favorecem a sedimentação de sólidos. Adicionalmente, as amostras em questão foram obtidas durante a estação seca, quando a água acumulada não sofre os efeitos do carreamento de partículas devido às precipitações.

No que se refere ao pH, tanto as águas do Lago Azul quanto as da Cava Maior infringiram os limites estabelecidos pelo Conama: enquanto o primeiro demonstrou acidez hídrica, o segundo comprovou ser alcalino. Resultados semelhantes de águas ácidas para lagos de mineração foram obtidos por diferentes pesquisadores, entre eles: DAVIS; ASHENBERG, 1989; MOSER; WEISSE, 2011; KOSCHORRECK; WENDT-POTTHOFF, 2012; SANTOFIMIA; LÓPEZ-PAMO; REYES, 2012; HRDINKA et al., 2013; YUCEL; BABA, 2013. A alcalinidade hídrica de cavas, contudo, não é algo tão comum, tendo sido identificado apenas o estudo de Denimal et al. (2005), desenvolvido na França, com resultados semelhantes aos das Cavas Maior e Menor.

As concentrações de metais observadas encontram-se listadas na Tabela 3. Os valores estão em desconformidade com a Resolução do Conama n. 357/2005.

TABELA 3

Resultados das concentrações de metais nas amostras de água

Parâmetro	Concentração de elementos químicos			LQ	Valores máximos permitidos pela resolução do Conama n. 357/2005 (mg/l ⁻¹)
	Água (mg/l ⁻¹)				
	Cava Menor	Cava Maior	Lago Azul		
Al	0,95±0,02	0,49±0,08	20,58±0,21	0,046	0,1
Sb	<LQ	<LQ	<LQ	0,005	0,005
As	0,01±0,00	0,01±0,00	0,02±0,00	0,008	0,01
Ba	0,05±0,00	0,06±0,00	0,03±0,00	0,011	0,7
B	<LQ	<LQ	<LQ	0,054	0,5
Cd	0,006±0,000	0,001±0,000	0,031±0,000	0,001	0,001
Ca	87,48±0,72	29,41±0,14	96,36±1,08	0,563	-
Pb	<LQ	<LQ	0,04±0,00	0,004	0,01
Co	<LQ	<LQ	0,29±0,00	0,005	0,05
Cu	0,05±0,00	0,04±0,00	0,54±0,00	0,005	0,009
Cr	<LQ	<LQ	0,06±0,00	0,003	0,05
Fe	0,64±0,02	<LQ	4,39±0,05	0,339	0,3
P	<LQ	<LQ	<LQ	0,02	0,03
Mg	39,35±0,40	13,02±0,07	130,86±1,33	0,155	-
Mn	0,33±0,00	0,33±0,00	3,85±0,01	0,108	0,1
Hg	<LQ	<LQ	<LQ	0,047	0,0002
Mo	<LQ	0,002±0,000	<LQ	0,01	-
Ni	<LQ	<LQ	1,33±0,00	0,012	0,025
K	9,97±0,08	6,79±0,03	14,07±0,04	0,648	-
Ag	<LQ	<LQ	<LQ	0,03	0,01
Se	<LQ	<LQ	<LQ	0,013	0,01
Na	12,67±0,06	27,36±0,31	20,03±0,20	0,208	-
V	<LQ	<LQ	0,02±0,00	0,023	0,1
Zn	<LQ	<LQ	3,51±0,01	0,032	0,18

LQ: limite de quantificação.

Nota-se que as águas dos três lagos se apresentam em desconformidade com os padrões legais estabelecidos. A Cava Menor acusou elevadas concentrações de alumínio, cádmio, cobre, ferro e manganês, e a Maior de alumínio, cobre e manganês. Era esperado que os resultados em discordância com a legislação referentes a ambos os lagos fossem

semelhantes, pois, provavelmente, localizam-se no mesmo ambiente geológico, já de que distam apenas cerca de 300 m uma da outra. Assim, como a qualidade hídrica normalmente é reflexo da composição química do solo com o qual a água tem contato (SHEVENELL, 2000), conclui-se que as duas cavas estão em processo de condicionamento geológico semelhante.

As águas do Lago Azul, por sua vez, mostram-se mais alteradas que as dos demais, pois apresentaram maior variedade de substâncias químicas de interesse com concentrações mais elevadas em desacordo com a legislação: alumínio, arsênio, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, crômio, ferro, manganês, níquel e zinco. Considerando a acidez das águas desse lago e a presença de grandes quantidades de rochas e estereis expostas às intempéries em suas imediações diretas, constata-se que o volume hídrico acumulado no interior dessa cava está sob intensos processos de mineralização e condicionamento geológico potencializados pela DAM.

A intemperização de cavas favorecendo a contaminação ambiental também foi comprovada em diversas pesquisas. Lottermoser, Ashley e Costelloe (2005), por exemplo, identificaram um intenso processo de degradação na mina Mary Kathleen (Austrália), ao demonstrarem que rochas a céu aberto liberavam elementos químicos como cobre e níquel nas águas de uma antiga cava de urânio. Pellicori, Gammons e Poulson (2005), estudando o lago Berkeley (EUA), detectaram elevadas concentrações de cobre, manganês, alumínio e zinco. Triantafyllidis e Skarpelis (2006) obtiveram dados similares para ferro, chumbo, zinco, arsênio e cobre em uma mina grega. Czop et al. (2011) comprovaram altos teores de alumínio, arsênio, crômio, molibdênio e vanádio no Lago Gorka (Polônia), de águas ácidas. Nesse sentido, segundo Marques et al. (2012), o pH é fator determinante no controle da precipitação ou da dissolução de minerais presentes no meio aquoso, na medida em que, quanto maior a acidez hídrica, como no caso do Lago Azul, maior é a tendência de que elementos químicos se dissolvam.

De acordo com os trabalhos desenvolvidos por Moeri, Rodrigues e Nieters (2007) e por Zagatto e Bertoletti (2008), verifica-se que diversos dos metais detectados nas cavas pesquisadas são tóxicos e podem provocar alterações nos organismos expostos a eles. Ferreira et al. (2008), por exemplo, concluíram em seu estudo que o alumínio possui potencial toxicológico elevado. No caso do arsênio, Rodrigues e Malafaia (2008) informam que a mineração é uma das principais fontes de emissão desse contaminante e que seus efeitos tóxicos são significativos. Complementarmente, Çolak, Gemici e Tarcan (2003), ao mensurarem o passivo

ambiental formado na área de uma antiga mina a céu aberto, localizada na Turquia, identificaram um grave cenário local de contaminação ambiental por arsênio, que demonstrava estar associado aos inúmeros problemas orgânicos manifestados por pessoas que residiam nas imediações do empreendimento. Efeitos tóxicos semelhantes são associados aos demais elementos químicos identificados na presente pesquisa, como explicitam Arunakumara e Xuecheng (2008).

Os resultados dos testes ecotoxicológicos obtidos com as amostras de água do Lago Azul e das Cavas Maior e Menor podem ser observados na Tabela 4.

TABELA 4
Resultados dos testes ecotoxicológicos

Concentração (%)	Comprimento médio da raiz (cm)		
	Cava Menor	Cava Maior	Lago Azul
100	Ausente	1,53	Ausente
75	Ausente	Ausente	1,15
50	1,83	Ausente	1,90
25	Ausente	Ausente	0,45
5	1,16	Ausente	0,85
1	Ausente	Ausente	Ausente
Controle negativo	0,48	1,66	2,52

As três cavas apresentaram soluções-teste que inibiram o crescimento radicular dos organismos expostos. Entretanto, no geral, percebeu-se uma incoerência no padrão dose x resposta observada. Enquanto a concentração de 1% do Lago Azul, por exemplo, acusou ausência de desenvolvimento radicular, as de 5%, 25%, 50% e 75% demonstraram crescimento significativo. No caso da Cava Maior, verificou-se a ausência de raízes em quase todas as concentrações, exceto na de 100% e no controle negativo. Na Cava Menor, notou-se desenvolvimento de raízes nas concentrações de 5% e 50%, bem como no controle negativo.

Esses resultados impeditivos para o estabelecimento da relação de causa x efeito podem estar relacionados ao tempo de exposição, que, segundo Carniato e Geraldo (2007), reveste-se de fundamental importância quando se pretende mensurar os efeitos ecotoxicológicos potenciais de substâncias químicas de interesse ambiental. No caso, as 72 horas

empregadas no experimento (SÁ JUNIOR; SANTOS; MELO, 2016), que configuram um ensaio ecotoxicológico agudo, podem não ter sido suficientes para que os analitos de interesse manifestassem seus efeitos potenciais sobre os exemplares de *Allium cepa*. Portanto, futuros experimentos deverão ser desenvolvidos mediante exposições crônicas.

Embora o *Allium cepa* seja muito utilizado em ensaios ecotoxicológicos, é possível que esse organismo-teste seja resistente às concentrações das substâncias químicas detectadas nas águas analisadas. Nesse sentido, este é o primeiro estudo que utilizou o *Allium cepa* para a mensuração do potencial de toxicidade ambiental das águas de cavas. Aparentemente, essa espécie vegetal não apresenta um grau de sensibilidade satisfatório para experimentos de ecotoxicidade de cavas. De fato, apesar de os trabalhos envolvendo testes ecotoxicológicos de amostras oriundas de áreas mineradas ainda serem muito raros, as poucas pesquisas com esse enfoque desenvolvidas até então utilizaram organismos mais complexos, como peixes e microcrustáceos (ROZON-RAMILO et al., 2011; GAGNAIRE et al., 2015). Entretanto, para que o uso desse organismo-teste seja desconsiderado do ponto de vista da ecotoxicologia para fins de monitoramento ambiental de águas de lagos de mineração, são necessários mais estudos. Outra situação que pode ter influenciado nos resultados obtidos é a dificuldade de encontrar exemplares do organismo-teste em questão com características fisiológicas uniformes.

Conclusão

Quimicamente, as águas das três cavas pesquisadas se apresentam em desconformidade com os padrões legais vigentes, pois foram detectadas concentrações de diversas substâncias de interesse ambiental acima dos limites estabelecidos, resultado dos processos locais de condicionamento geológico. O Lago Azul, em especial, demonstra maior comprometimento em termos de qualidade hídrica devido aos processos de drenagem ácida de mina, associados às rochas e estereis presentes em grandes quantidades em suas imediações diretas.

Em termos ecotoxicológicos, o *Allium cepa*, a princípio, aparenta não ser um organismo indicado para fins de monitoramento ambiental de águas de cavas de mineração, tendo em vista que os resultados obtidos não apresentaram um padrão mensurável de exposição x efeito observado. Entretanto, para que essa hipótese seja comprovada, serão necessários estudos crônicos que contemplem maior tempo de exposição.

Os autores

Dmitri Gonçalves Jordão

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária – Pibiti, dmitrigoncalves@gmail.com

Leandro de Almeida Jeronimo

Instituto Federal de Goiás/ Câmpus Goiânia/Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária – Pibiti, leandro.eng.ambiental@gmail.com

Rodrigo Balbino Dias

Instituto Federal de Goiás/ Câmpus Goiânia/Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária – Pibiti, rodrigobdias.eng.amb@gmail.com

Rosana Gonçalves Barros

Instituto Federal de Goiás/ Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas II – Engenharia Ambiental e Sanitária, rosana.ifg@gmail.com

Viníciu Fagundes Bárbara

Instituto Federal de Goiás/ Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas II – Engenharia Ambiental e Sanitária, viniciu.fagundes@gmail.com

Referências

- ARUNAKUMARA, K.K.I.U.; XUECHENG, Z. Heavy metal bioaccumulation and toxicity with special reference to microalgae. *Journal of Ocean University of China*, v.7, p.60-64. 2008.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução Conama. n.357, de 17 de março de 2005*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2018.
- CALIJURI, Maria C.; CUNHA, Davi G. F. *Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- CARNIATO, Juliana G.; GERALDO, Simoni M. Avaliação da toxicidade de percolado de resíduos sólidos pós tratamento biológico e fotocatalítico. *Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, v.4, n.2, p.92-101. 2007.
- CHRISTOFOLETTI, Cintya. Avaliação dos potenciais citotóxico, genotóxico e mutagênico das águas de um ambiente lântico, por meio dos sistemas-teste de *Allium cepa* e *Oreochromis niloticus*. Rio Claro: Rima, 2008.
- ÇOLAK, M.; GEMICI, Ü.; TARCAN, G. The effects of colemanite deposits on the arsenic concentrations of soil and groundwater in Igdeköy-Emet, Kütahya, Turkey. *Water, air, and soil pollution*, v.149, p.127-143, 2003.
- CZOP, M.; MOTYKA, J.; SRACEK, O.; SZUWARZYNSKI, M. Geochemistry of the hyperalkaline Gorka pit lake (pH>13) in the Chrzanow region, southern

- Poland. *Water, Air, and Soil Pollution*, v.214, p.423-434, 2011.
- DAVIS, A.; ASHENBERG, D. The aqueous geochemistry of the Berkeley Pit, Butte, Montana, U.S.A. *Applied Geochemistry*, v.4, p.23-36, 1989.
- DENIMAL, S.; BERTRAND, C.; MUDRY, J.; PAQUETTE, Y.; HOCHART, M.; STEINMANN, M. Evolution of the aqueous geochemistry of mine pit lakes – Blanzzy-Montceau-les-Mines coal basin (massif central, France): origin of sulfate contents; effects of stratification on water quality. *Applied Geochemistry*, v.20, p.1113-1128, 2005.
- FERREIRA, Pricilla C.; PIAI, Kamila A.; TAKAYANAGUI, Angela M. M.; SEGURA-MUÑOZ, Susana I. Alumínio como fator de risco para a doença de Alzheimer. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v.16, p.1-8, 2008.
- GAGNAIRE, B.; BADO-NILLES, A.; BETOULLE, S.; AMARA, R.; CAMILLERI, V.; CAVALIÉ, I.; CHADILI, E.; DELAHAUT, L.; KERAMBRUN, E.; ORJOLLET, D.; PALLUEL, O.; SANCHEZ, W. Former uranium mine-induced effects in caged roach: a multiparametric approach for the evaluation on in situ metal toxicity. *Ecotoxicology*, v.24, p.215-231, 2015.
- HANCOCK, G.R.; WRIGHT, A.; DE SILVA, H. Long-term final void salinity prediction for a post-mining landscape in the Hunter Valley, New South Wales, Australia. *Hydrological processes*, v.19, p.387-401, 2005.
- HRDINKA, T.; SOBR, M.; FOTT, J.; NEDBALOVÁ, L. The unique environment of the most acidified permanently meromictic lake in the Czech Republic. *Limnologia*, v.43, p.417-426, 2013.
- KOSCHORRECK, M.; WENDT-POTTHOFF, K. A sediment exchange experiment to assess the limiting factors of microbial sulfate reduction in acidic mine pit lakes. *Journal Soils Sediments*, v.12, p.1615-1622, 2012.
- LOTTERMOSER, B. G.; ASHLEY, P. M.; COSTELLOE, M. T. Contaminant dispersion at the rehabilitated Mary Kathleen uranium mine, Australia. *Environmental Geology*, v.48, p.748-761, 2005.
- MARQUES, E. D.; TUBBS, D.; GOMES, O. V. O.; SILVA-FILHO, E. V. Influence of acid sand pit lakes in surrounding groundwater chemistry, Sepetiba sedimentary basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Geochemical Exploration*, v.112, p.306-321, 2012.
- MOERI, Ernesto N.; RODRIGUES, Delcio; NIETERS, Andreas. *Áreas contaminadas: remediação e revitalização*. São Paulo: Signus, 2007.
- MOSER, M.; WEISSE, T. The most acidified austrian lake in comparison to a neutralized mining lake. *Limnologia*, v.41, p.303-315, 2011.
- PELLICORI, D. A.; GAMMONS, C. H.; POULSON, S. R. Geochemistry and stable isotope composition of the Berkeley pit lake and surrounding mine Waters, Butte, Montana. *Applied Geochemistry*, v.20, p.2116-2137, 2005.
- RAMSTEDT, M.; CARLSSON, E.; LÖVGREN, L. Aqueous geochemistry in the Udden pit lake, northern Sweden. *Applied Geochemistry*, v.18, p.97-108, 2003.
- ROCHA, L.; RODRIGUES, S. M.; LOPES, I.; SOARES, A. M. V. M.; DUARTE, A. C.; PEREIRA, E. The water-soluble fraction of

- potentially toxic elements in contaminated soils: relationships between ecotoxicity, solubility and geochemical reactivity. *Chemosphere*, v.84, p.1495-1505, 2011.
- RODRIGUES, Aline S. L.; MALAFAIA, Guilherme. Efeitos da exposição ao arsênio na saúde humana. *Revista Saúde.com.*, v.4, p.148-159, 2008.
- ROMERO, F. M.; PROL-LEDESMA, R. M.; CANET, C.; ALVARES, L. N.; PÉREZ-VÁZQUEZ, R. Acid drainage at inactive Santa Lucia mine, western Cuba: natural attenuation of arsenic, barium and lead, and geochemical behavior of rare earth elements. *Applied Geochemistry*, v.25, p.716-727, 2010.
- ROZON-RAMILO, L. D.; DUBÉ, M. G.; RICKWOOD, C. J.; NIYOGI, S. Examining the effects of metal mining mixtures on fathead minnow (*Primephales promelas*) using field-based multi-trophic artificial streams. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.74, p.1536-1547, 2011.
- SÁ JUNIOR, Edson F.; SANTOS, Ricardo L.; MELO, Odilon T. Avaliação ecotoxicológica de um efluente industrial de reciclagem de papelão utilizando *Danio rerio* e *Allium cepa*. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v.1, p. 1-7, 2016.
- SANTOFIMIA, E.; LÓPEZ-PAMO, E.; REYES, J. Changes in stratification and iron redox cycle of an acidic pit lake relation with climatic factors and physical processes. *Journal of Geochemical Exploration*, v.116-117, p.40-50, 2012.
- SHEVENELL, L. A. Water quality in pit lakes in disseminated gold deposits compared to two natural, terminal lakes in Nevada. *Environmental Geology*, v.39, p.807-815, 2000.
- TRIANAFYLLIDIS, S.; SKARPELIS, N. Mineral formation in an acid pit lake from a high-sulfidation ore deposit: Kirki, NE Greece. *Journal of Geochemical Exploration*, v.88, p.68-71, 2006.
- VIANA, Maria G.; PIMENTEL, Márcio M.; WHITEHOUSE, Martin J.; FUCK, Reinhardt A.; MACHADO, Nuno. O arco magmático de Mara Rosa, Goiás: geoquímica e geocronologia e suas implicações regionais. *Revista Brasileira de Geociências*, v.25, p.111-123, 1995.
- YUCEL, D. S.; BABA, A. Geochemical characterization of acid mine lakes in northwestern Turkey and their effect on the environment. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v.64, p.357-376, 2013.
- ZAGATTO, Pedro A.; BERTOLETTI, Eduardo. *Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações*. São Carlos: Rima, 2008.

5

Modelagem de dados ambientais utilizando redes neurais artificiais

Júlio Cesar Alcântara Lopes
Fernando Schmidt

Resumo

A modelagem consiste em estabelecer hipóteses sobre a estrutura ou o comportamento de um sistema físico, para, através delas, buscar explicar as propriedades do sistema e prever suas reações a estímulos. A modelagem da qualidade das águas superficiais permite um melhor conhecimento dos mecanismos e das interações que justificam os variados comportamentos da qualidade das águas e constitui uma base racional para tomada de decisões no controle dessa qualidade. Este trabalho teve como objetivo estu-

dar os parâmetros ambientais, provenientes de análises físico-químicas de águas de rios superficiais, oriundos de agências de saneamento. Foram construídos modelos baseados em redes neurais artificiais, através da comparação das informações, correlacionando os dados coletados e estabelecendo parâmetros, principalmente no que se refere ao oxigênio dissolvido, com a finalidade de caracterizar a qualidade das águas dos rios estudados. Os menores erros de previsão obtidos ficaram em torno de 1,0 mg/L.

Palavras-chave: Análise de água. Qualidade da água. Modelagem. Redes neurais artificiais.

Introdução

A água é rara no sistema solar e no universo conhecido, mas é bastante abundante em nosso planeta. Ela é condição essencial para a existência e a manutenção da vida, pois todos os organismos necessitam de água para sobreviver. No entanto, sua disponibilidade é um dos fatores

mais importantes para a configuração dos ecossistemas. Encontrada sob três formas físicas (sólida, líquida e gasosa), cobre cerca de 70% da superfície do planeta, principalmente no estado líquido, constituindo um recurso renovável por meio do ciclo hidrológico. Nesse ciclo, os fenômenos básicos são a evaporação (mudança do estado físico líquido para o gasoso) e a precipitação (mudança do estado físico do gasoso para o líquido). É fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físicas, químicas e microbiológicas adequadas para sua utilização. A água deve conter substâncias essenciais à vida e estar isenta de substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos que compõem as cadeias alimentares, ou seja, deve se apresentar no ambiente em quantidade e qualidade satisfatórias para atender às necessidades da biota, que é o conjunto de seres vivos (BAIRD, 2011; BRAGA, 2005).

Quase a totalidade desse recurso (99,5%) não se encontra diretamente disponível para uso: 97,0% por se tratar de água salgada; e, dos 3% que correspondem à "água doce", 2,5% se encontram nas calotas polares. Portanto, somente 0,5% da água do Planeta pode ser diretamente aproveitada para o consumo humano. Sob o ponto de vista tecnológico e econômico, essa parcela representa a água doce que pode ser extraída de lagos, rios e aquíferos. Entretanto, boa parte dessa água encontra-se em locais de difícil acesso ou está poluída. Assim, estima-se que cerca de 0,003% do volume total de água do planeta esteja de fato disponível para uso direto. A água é um dos recursos naturais mais intensamente utilizados.

A qualidade ambiental de um ecossistema aquático pode ser avaliada por meio de sua caracterização física, química ou biológica. De maneira ideal, deve-se abordar todos esses aspectos, de forma a se obter um amplo espectro de informações a serem utilizadas tanto no monitoramento ambiental quanto na avaliação da efetividade das medidas de controle de poluição e, conseqüentemente, no gerenciamento adequado do uso das águas. O monitoramento de um recurso hídrico tem como objetivo geral o acompanhamento das alterações de sua qualidade, a elaboração de previsões de comportamento, o desenvolvimento de instrumentos de gestão, bem como a obtenção de subsídios para as medidas saneadoras que se fizerem necessárias. Esse monitoramento exige que sejam estabelecidas formas de inspecionar a variação de indicadores da qualidade de água (SPERLING, 2014).

A modelagem de dados consiste em estabelecer hipóteses sobre a estrutura ou o comportamento de um sistema físico, a fim de explicar

as propriedades do sistema e prever suas reações a estímulos. A modelagem referente às águas superficiais traz, como resultado, um melhor conhecimento dos mecanismos e das interações que justificam os variados comportamentos da qualidade dos recursos hídricos, e constitui uma base racional para a tomada de decisões no controle dessa qualidade (SIQUEIRA, 1996; SPERLING, 2014).

A relação entre a qualidade da água e a medição do oxigênio dissolvido nela é praticamente direta, já que essa medição permite avaliar as condições naturais da água e detectar os impactos ambientais que ela apresenta, além de indicar a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática (BAIRD, 2011; FIORUCCI; BENEDETTI FILHO, 2005). Esse oxigênio origina-se de duas fontes: da dissolução do ar atmosférico diretamente na água e da fotossíntese de plantas aquáticas. A variação de sua concentração está diretamente ligada à quantidade de resíduos orgânicos presentes na água, os quais são decompostos por microrganismos que utilizam o oxigênio na respiração. Dessa forma, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microrganismos decompositores e, por conseguinte, maior o consumo de oxigênio. Esses resíduos podem ser encontrados no esgoto doméstico e em certos rejeitos industriais. A quantidade de oxigênio dissolvido é também influenciada pela temperatura da água, pela velocidade e pelo tipo de fluxo, pela altitude, pela quantidade de matéria em suspensão e de nutrientes, pela profundidade e pela arborização (BAIRD, 2011; FIORUCCI; BENEDETTI FILHO, 2005).

Na área de modelagem de dados, um dos algoritmos que têm crescido muito nos últimos anos refere-se às redes neurais artificiais (RNA), que designam o conjunto de métodos matemáticos e algoritmos computacionais desenvolvidos no sentido de simular o processamento de informação e a aquisição de conhecimento pelo cérebro humano. Seu desenvolvimento está ligado ao crescimento da ciência da informática e ao barateamento do custo dos computadores, sem os quais seria praticamente impossível a sua aplicação (OTTO, 2017; SILVA; SCHIMIDT, 2016). A rede neural pode ser considerada como uma caixa de processamento, que pode aceitar uma série de dados de entrada e produzir uma ou mais saídas. São modelos matemáticos multivariados que podem ser aplicados em diversas análises, desde calibração multivariada de dados, processamento de sinais e imagens, até reconhecimento de padrões (OTTO, 2017; SILVA; SCHIMIDT, 2016; SILVA; SPATTI; FLAUZINO, 2010). Sua aplicação em tratamento de dados ambientais vem crescendo muito, permitindo a

exploração de diversas características de modelos ambientais com diversas finalidades (HANRAHAN, 2009; MAIER et al, 2010).

Para o presente trabalho, foram utilizadas as redes neurais multicamadas ou perceptron multicamadas (PMC). Geralmente, esse tipo de rede é aplicado a problemas relacionados as mais diversas áreas do conhecimento. Elas se destacam devido à aproximação universal de funções, ao reconhecimento de padrões, às identificações e ao controle de processos, à previsão de séries temporais e a uma considerável otimização de sistemas (SILVA; SPATTI; FLAUZINO, 2010).

As redes PMC apresentam uma arquitetura *feedforward* de várias camadas, cujo treinamento é efetivado de forma supervisionada, utilizando um conjunto de calibração. Assim, o fluxo de informações na estrutura da rede se inicia na camada de entrada, percorre em seguida as camadas intermediárias e é finalizado na camada neural de saída. Para essa rede, é empregado o algoritmo de aprendizado *backpropagation*, que, conhecido como algoritmo de retropropagação do erro, é aplicado no processo de treinamento das redes PMC (SILVA; SPATTI; FLAUZINO, 2010).

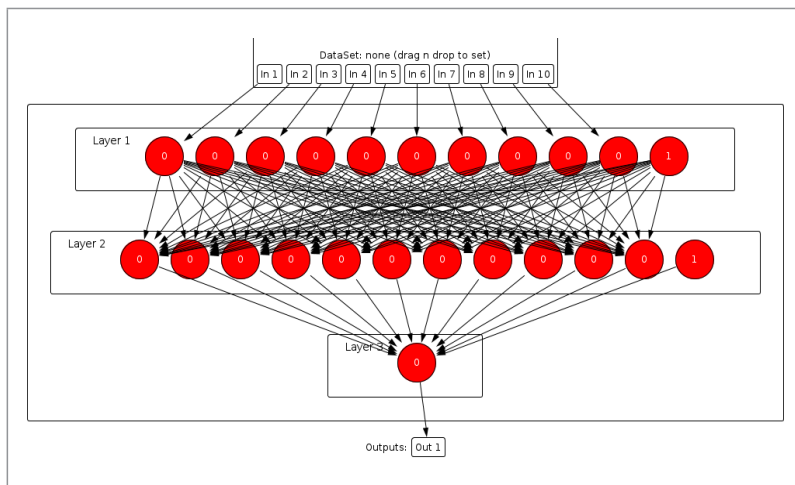
Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo a construção de modelos matemáticos por meio de redes neurais artificiais, com base em dados ambientais obtidos a partir de parâmetros físico-químicos provenientes de análises de águas de rios superficiais. Através desses modelos matemáticos multivariados, foram estabelecidos parâmetros de qualidade das águas, principalmente em relação à concentração de oxigênio dissolvido, como forma de avaliar possíveis impactos ambientais nos rios estudados.

Metodologia

Para o desenvolvimento da modelagem, foram utilizados como dados de entrada na rede os valores de 10 parâmetros físico-químicos da água devidamente normalizados para melhores resultados. Esses dados referem-se a rios do estado de São Paulo e estão disponíveis em Cetesb (SÃO PAULO, 2018). Os parâmetros principais utilizados neste estudo de análise de água são determinados pela resolução Conama, n.357/2005 (BRASIL, 2005).

Figura 1
Visualização
gráfica da
arquitetura
de uma rede
neural



A arquitetura da rede genérica aplicada neste trabalho está representada na Figura 1. Os dez parâmetros de entrada são: (1) pH; (2) demanda bioquímica de oxigênio – DBO; (3) temperatura da água; (4) condutividade; (5) turbidez; (6) sólidos dissolvidos totais; (7) concentração de íons nitrato; (8) concentração de fósforo total; (9) concentração de nitrogênio amoniacal e (10) concentração de íons nitrito. Como saída (*Out 1*) tem-se a concentração de oxigênio dissolvido em mg/L.

Assim, à medida que os dados são inseridos na rede, deve-se, necessariamente, treiná-la com um conjunto de dados de referência (calibração). Para esse processo, é preciso também submeter parâmetros de treinamento à RNA a fim de que ela possa ter uma base sólida para a interpretação dos dados. Como são de suma importância para os resultados gerados pela rede, esses parâmetros devem ser minuciosamente pensados e manipulados de forma correta. Os mais utilizados são: taxa de atualização, taxa de aprendizagem, taxa do erro global médio e número de épocas (iterações) – que foram analisados segundo as recomendações do fabricante (The MathWorks), presentes em Beale, Hagan e Demuth (2015). Para cada algoritmo, há um comportamento diferente e específico para o modo de treinamento. Neste trabalho, que foi feito em ambiente MATLAB para Windows (R2015a), com *toolbox* de redes neurais, foram empregadas duas configurações principais: variantes do *Backpropagation* (BP) e *Levenberg-Marquardt* (LM), explicados em detalhes em Silva e Schimidt (2016). Além disso, aplicamos os seguintes algoritmos *Backpropagation*: padrão com método do Gradiente Descendente

(*trainгда*); padrão com Gradiente Conjugado (*traincgb*); método Quasi-Newton (*trainbfg*) e *Resilient Backpropagation* (*trainrpf*), todos descritos em Beale, Hagan e Demuth (2015).

Posteriormente, foram exibidos os resultados gerados para cada configuração, que consiste na avaliação do erro RMS (*Root Mean Square*) contra o número de neurônios na camada intermediária (Equação 1). Todas as redes neurais deste trabalho foram treinadas com e sem amostras geradas por Simulação de Monte Carlo (SMC), mediante a comparação entre o erro RMS de ambas as situações. Foram geradas 600 amostras por simulação, através da planilha *Risk Analyzer* (add-ins, 2018). No primeiro caso (com a simulação), foram utilizadas 724 amostras para calibração e 23 para validação e, no segundo (apenas os dados originais), 124 amostras para calibração e as mesmas 23 para validação.

As amostras geradas na SMC possuem valores característicos que são gerados por meio de funções estocásticas, valendo-se de números aleatórios (gerados randomicamente) com referência aos resultados das análises de água em um determinado período (MARK; MORDECHAI, 2011; THOMOPOULOS, 2013). Essas funções estocásticas são construídas e ajustadas com base na ocorrência (contagem) dos resultados numéricos dos parâmetros físico-químicos analisados, cada um dos quais gera uma distribuição de valores que podem ser ajustados com uma função densidade de probabilidade específica. Neste trabalho, foram gerados 600 resultados.

Finalmente, foram calculados erros quadráticos médios (RMS) para cada configuração (arquitetura) da rede neural:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (1)$$

Em que y_i é a saída calculada pela RNA; \hat{y}_i é o valor real (resultado medido); n é o número de amostras usadas para previsão da RNA. Não foi utilizado PCA (Análise de Componentes Principais) nos dados de entrada em nenhum dos algoritmos utilizados.

Resultados e discussão

Em um trabalho de iniciação científica desenvolvido em 2015-2016, já havíamos constatado que a SMC auxilia o treinamento das RNA. Neste trabalho,

aumentamos o número de algoritmos para testar novas possibilidades de obtenção de erros RMS menores e utilizamos RNA com até 30 neurônios na camada intermediária em todas as configurações apresentadas.

O treinamento das RNA foi feito com 10 replicatas para cada configuração de neurônios na camada intermediária, sendo que a média e os desvios padrões dos resultados foram anotados e estão exibidos em forma de barras de erros nas figuras de 2 a 7. Esse procedimento é necessário tendo em vista, a cada inicialização, a rede se comporta de forma diferente, em função dos algoritmos de treinamento utilizarem geradores de números aleatórios para escolha dos pesos iniciais. Dessa forma, é possível que um primeiro resultado seja muito ruim, o que faz com que a média aritmética de um conjunto maior de valores seja mais confiável. O aumento gradual do número de neurônios na camada intermediária, com a análise do erro RMS, proporciona uma melhor otimização da rede neural, pois pode-se verificar mais facilmente as situações de subajuste (*underfitting*) e superajuste (*overfitting*).

Figura 2
RNA BP,
algoritmo
trainbfg, com
(esquerda) e
sem (direita)
o uso da SMC

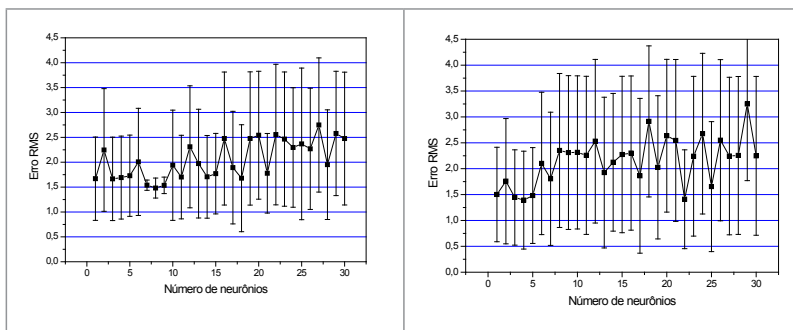
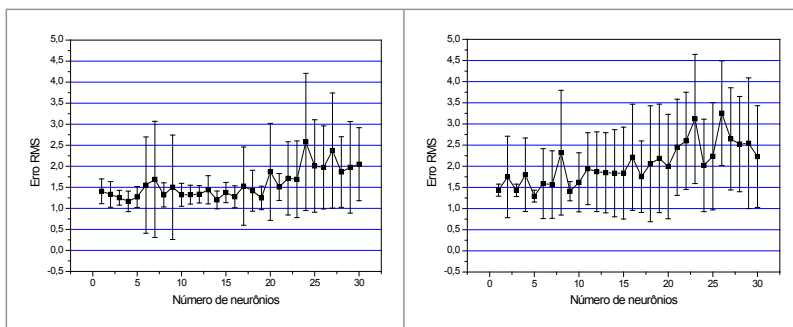


Figura 3
RNA BP,
algoritmo
traingda, com
(esquerda) e
sem (direita)
o uso da SMC



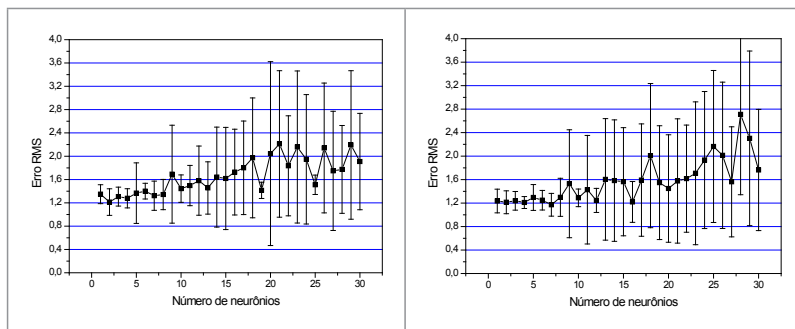


Figura 4
RNA BP,
algoritmo
traincgb, com
(esquerda) e
sem (direita)
o uso da SMC

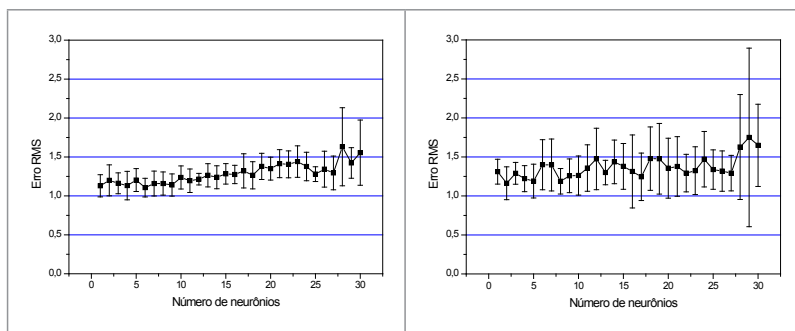


Figura 5
RNA BP,
algoritmo
trainrp, com
(esquerda) e
sem (direita)
o uso da SMC

Nossos resultados mostram que as redes BP têm melhores resultados médios com a SMC, com menores erros RMS (figuras 2, 3, 4 e 5), à exceção apenas do algoritmo *Levenberg-Marquardt* (figura 6), o qual demonstrou necessitar de um menor número de amostras para seu treinamento.

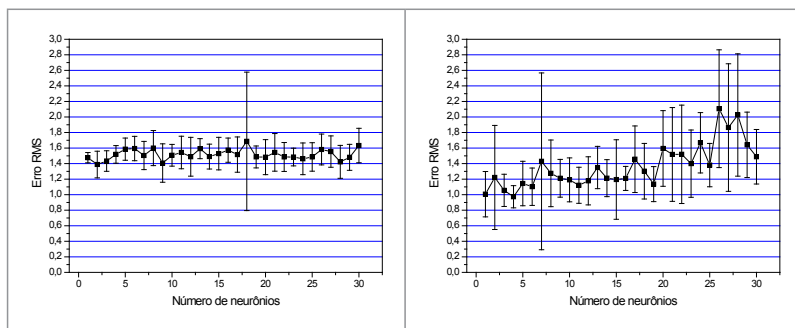
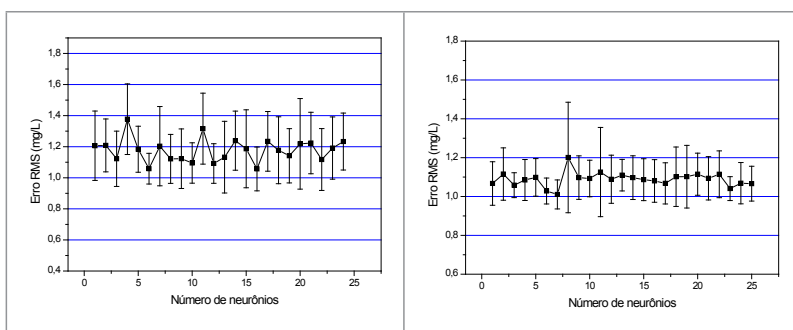


Figura 6
RNA LM, com
(esquerda) e
sem (direita)
o uso da SMC

Em alguns casos (figuras 2, 3 e 4), as barras de erros das 10 replicatas calculadas aumentaram a variação do desvio-padrão nos algoritmos testados.

Excepcionalmente, não seguem essa regra os algoritmos *Levenberg-Marquardt* (figura 6) e *Resilient Backpropagation* (figura 5), que mostraram uma menor variação do desvio-padrão. Mais uma vez, o conjunto de pesos matemáticos iniciais utilizados pelos algoritmos de treinamento, com base em números aleatórios, pode explicar essa constatação. A SMC produziu menores variações nas replicatas do que os dados simples, mas o nível médio do erro RMS também foi, em média, um pouco maior para estes dois últimos algoritmos.

Figura 7
RNA LM,
com duas
camadas
escondidas
(esquerda) e
uma camada
escondida
(direita),
ambas
com dados
simples



Na figura 7, são apresentados testes com RNA de duas camadas escondidas (com o mesmo número de neurônios em ambas as camadas) apenas para o algoritmo LM com o intuito de verificar se havia alguma melhora no erro RMS, o que, o entanto, não foi observado, pois a média dos erros RMS ficou maior em relação à rede com uma camada. Portanto, o aumento da “complexidade” na RNA não gerou modelos melhores.

O uso de RNA permitiu obter erros RMS próximos (e um pouco abaixo) de 1,0 mg/L, que, em termos de qualidade de água, é ainda alto, sendo superior ao erro de medição dos eletrodos seletivos de oxigênio dissolvido, em torno de 0,2 mg/L. Contudo, esse parâmetro pode ser analisado em função de várias substâncias presentes na água, o que permite o planejamento de seu uso para verificar possíveis contaminações, com vista à recuperação de um corpo hídrico e também à sua caracterização ambiental (MANAHAM, 2013; SPERLING, 2014).

Conclusão

Diante dos resultados obtidos com as redes neurais artificiais, é possível perceber que elas favorecem o conhecimento de um sistema, desde

que se tenha um conjunto mínimo de dados de entrada e de saída para calibrá-lo e modelá-lo. O conjunto de calibração deve refletir a “realidade” do local em estudo, incluindo todas as possíveis variações nos parâmetros analisados.

Os modelos construídos podem ser utilizados para prever a concentração do oxigênio dissolvido e, conseqüentemente, para avaliar a qualidade da água, por meio da análise de parâmetros físico-químicos, o que permitiria a caracterização do próprio rio e da região onde ele passa.

O uso da Simulação de Monte Carlo (SMC) se mostra promissor como uma ferramenta para melhorar o treinamento de uma rede neural, a fim de obter erros mais baixos. A SMC também é bastante promissora quando existem poucos dados para treinamento, desde que seus dados apresentem um comportamento estatístico bem definido.

Os autores

Júlio Cesar Alcântara Lopes

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Inhumas/Sistemas de Informação – Pibic, julio.cal93@gmail.com

Fernando Schimidt

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Inhumas/Química – Departamento de Áreas Acadêmicas, schimidt99@gmail.com

Referências

- ADD-INS. *Monte Carlo simulations*. Disponível em: <<https://www.add-ins.com/analyzer/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.
- BAIRD, Colin. *Química Ambiental*. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BEALE, Mark H.; HAGAN, Martin T.; DEMUTH, Howard B. *Neural Network Toolbox: User's Guide*, r2015a. Natick, MA: The MathWorks, 2015.
- BRAGA, Benedito. *Introdução à Engenharia Ambiental*. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução Conama n. 357, de 17 de março de 2005*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2018.
- Fiorucci, A. R.; BENEDETTI Filho, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, v.22, p.10-16, 2005.
- HANRAHAN, G. *Environmental Chemometrics: Principles and Modern Applications* – Analytical Chemistry Series. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009.

- MAIER, H. R.; JAIN, A.; DANDY, G. C.; SUDHEER, K. P. Methods used for the development of neural networks for the prediction of water resource variables in river systems: Current status and future directions. *Environmental Modelling & Software*, v.25, n.8, p.891-909. Aug 2010.
- MANAHAM, S. E. *Química Ambiental*. 9.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- Mark, S.; Mordechai, S. *Applications of Monte Carlo Method in Science and Engineering*. Rijeka, Croatia: InTech Open, 2011.
- OTTO, M. *Chemometrics: Statistics and Computer Application in Analytical Chemistry*. 3.ed. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag, 2017.
- SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Infoáguas*. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/infoaguas/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.
- SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. *Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas: curso prático*. São Paulo: Artliber, 2010.
- SILVA, S. R.; SCHIMIDT, F. Redução de variáveis de entrada de redes neurais artificiais a partir de dados de análise de componentes principais na modelagem do oxigênio dissolvido. *Química Nova*, v.39, n.3, p.273-278, 2016.
- SIQUEIRA, E. Q. *Aplicação do modelo de qualidade de água (QUAL2E) na modelação de oxigênio dissolvido no rio Meia Ponte (GO)*. 1996. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Hidráulica) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.
- SPERLING, M. V. *Estudos e modelagem da qualidade da água de rios*. 2.ed. v.7. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2014.
- Thomopoulos, N. T. *Essentials of Monte Carlo Simulation*. New York, USA: Springer Science & Business Media, 2013.

Estudo e implementação de um algoritmo adaptativo para controle de vibrações de um sistema mecânico

Fernando Gonçalves de Souza
Eider Lúcio de Oliveira

Resumo

Vibrações em sistemas mecânicos podem acarretar sérios problemas ao desempenho e à funcionalidade de determinadas estruturas. Em máquinas, a vibração pode afrouxar ou soltar elementos de fixação como porcas e parafusos. Em determinadas estruturas ou componentes de máquinas, sujeitos à vibração, pode ocorrer ainda a falha devido à fadiga do material, resultante da variação cíclica da tensão induzida. Desta forma, a atenuação dessas vibrações pode proporcionar uma maior eficiência contra desgaste ou defeito de elementos do sistema. Para resolver esse problema, sistemas de controle ativo podem ser empregados para gerir as oscilações. O sistema de controle é composto de um filtro FIR (*Finite Impulse Response*) que tem coeficientes que representam o sistema mecânico. Esses coeficientes são ajustados, em

tempo real, por um algoritmo adaptativo. O filtro FIR e o algoritmo adaptativo compõem um sistema de controle ativo que procura gerar um sinal de vibração para atenuar o ruído do sistema. Este trabalho avalia algoritmos adaptativos para estimar dois sistemas pertencentes ao sistema mecânico global: o caminho primário e o caminho secundário. São avaliados os algoritmos LMS (*Least Mean Square*) e o FxLMS (*Filtered Least Mean Square*) através de técnicas de simulação. Para realizar a comparação entre o sistema medido e o estimado é utilizado um sinal de ruído branco. A comparação dos valores obtidos retrata que o passo de adaptação e uma boa estimativa do caminho secundário são fatores importantes para a convergência no caminho primário, além do número de coeficientes usados.

Palavras-chave: Algoritmo FxLMS. Algoritmo adaptativo. Filtro FIR.

Objetivos

Esta pesquisa teve por objetivos: estudar as vibrações em sistemas mecânicos com dois graus de liberdade; realizar a implementação e o teste do algoritmo LMS na placa DSP6713; identificar sistemas de controle ativo de vibrações; realizar o cancelamento por interferência, usando o algoritmo FxLMS e estudar a contrarresposta de uma excitação inicial ao sistema.

Justificativa e fundamentação teórica

A presença de vibrações em certos sistemas, como estruturas metálicas, edifícios ou máquinas, podem acarretar sérios problemas construtivos ao desempenho e ao funcionamento de determinadas aplicações; entre os quais cabe mencionas falhas mecânicas, desgastes de componentes, fadiga do material resultante da variação cíclica da tensão induzida, perda de eficiência, aumento do número de manutenções. Desse modo, sistemas de controle que visam reduzir ou controlar eventuais oscilações são bastante comuns, pois propiciam uma maior segurança e conforto. Segundo Aquino (2011), tais sistemas podem ser caracterizados, basicamente, como passivos e ativos.

O sistema de controle de vibrações passivo é caracterizado por não necessitar de fontes externas de energia para funcionar, ou seja, materiais passivos. Os métodos de controle passivo lidam diretamente com as propriedades físicas da estrutura, como a rigidez, a massa e o amortecimento (AQUINO, 2011). A energia transmitida à estrutura pelo carregamento dinâmico é dissipada por meio de dispositivos auxiliares acoplados à estrutura (NAGAHAMA, 2013), de modo que o ruído seja absorvido ou refletido por materiais passivos.

O sistema de controle ativo “é uma técnica utilizada para reduzir a intensidade de ruído ou vibração através de um processo de interferência destrutiva”, baseando-se na concepção de sobreposição de dois sinais de mesma amplitude, porém de fases opostas (GONTIJO, 2006, p.1). O controle ativo é usualmente mais eficiente que o controle passivo principalmente na proteção de estruturas contra carregamentos dinâmicos com componentes aleatórios, como ventos fortes e sismos, pois é capaz de compensar possíveis perturbações ou distúrbios na força de excitação (NAGAHAMA, 2013).

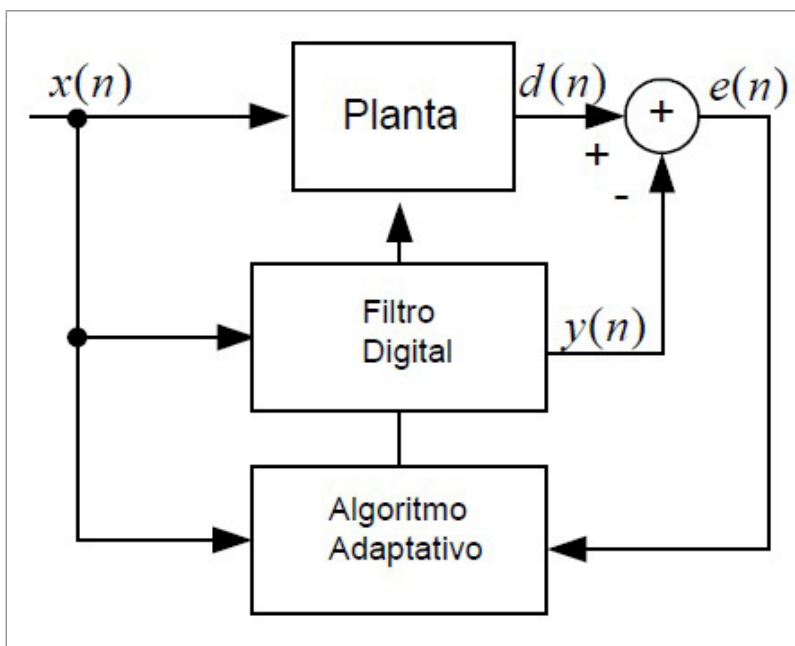
Para realização do método de controle ativo, utilizam-se sensores, eletrônica de tratamento de sinais (filtros adaptativos) e eletrônica de controle diretamente ligada aos atuadores, que podem ser: *shakers*, cilindros

pneumáticos, cilindros hidráulicos, motores elétricos e atuadores piezoelétricos. Esse método faz com que todos os erros possíveis que possam ocorrer numa máquina sejam antecipados e compensados (AQUINO, 2011).

Em sistemas de controle ativo, o ajuste da função das informações que são recebidos do ambiente é realizado por meio de um controlador adaptativo, cuja função é adequar o sistema (GONTIJO, 2006). Objetivando a implementação prática de um controlador em uma plataforma de processamento digital de sinais, são analisados neste trabalho os tipos de filtragem adaptativa.

Segundo Gontijo (2006, p.4), "um filtro adaptativo corresponde a uma estrutura composta de um sistema com coeficientes variáveis (geralmente um filtro digital) e um algoritmo de ajuste desses coeficientes. Tal ajuste é realizado em função de um certo critério de desempenho ou função custo". A adequação dos coeficientes do filtro consiste na aprimoração de uma função que, em geral, é o erro quadrático médio e depende do sinal de erro. Na figura 1, tem-se um diagrama de blocos de um filtro adaptativo, no qual o sinal de entrada $x(n)$ e o sinal desejado $d(n)$ são mutuamente correlacionados. O sinal $y(n)$ é uma estimativa do sinal desejado fazendo o erro tender a zero.

Figura 1
Diagrama de blocos de um sistema de controle ativo



Fonte
Gontijo
(2006).

Os tipos de estruturas utilizadas para a implementação do filtro digital são: resposta ao impulso infinita (IIR, do inglês *Infinite Impulse Response*) e resposta ao impulso finita (FIR, do inglês *Finite Impulse Response*). Devido às características de estabilidade e aproximação polinomial (OPPENHEIM, 2012), a filtragem FIR é recomendável para sistemas de vibração cuja função de entrada/saída é dada por:

$$y(n) = \sum_{i=0}^{N-1} w_i(n)x(n-i) \quad (2)$$

em que $x(n)$ é o sinal de entrada, $y(n)$ sinal de saída e $w(n)$ representa os coeficientes da filtragem adaptativa. O sinal de erro $e(n)$ é dado pela diferença entre o sinal desejado $d(n)$ e o sinal de saída $y(n)$.

Por apresentar uma maior simplicidade e necessitar de pouca informação das estatísticas envolvidas, o algoritmo *least-mean-square* (LMS) é o mais utilizado em filtragem adaptativa (GONTIJO, 2006). Esse algoritmo é uma implementação estocástica do método *steepest descent* (descida mais inclinada), o qual consiste em calcular recursivamente o vetor gradiente da função custo e, então, fazer atualizações na versão presente do vetor de pesos numa direção contrária à do gradiente. A implementação realizada pelo algoritmo LMS se baseia na substituição de uma função-custo por sua estimativa instantânea. Desse modo, tem-se:

$$w(n+1) = w(n) + \mu e(n)x(n) \quad (3)$$

em que μ é o passo de adaptação do algoritmo.

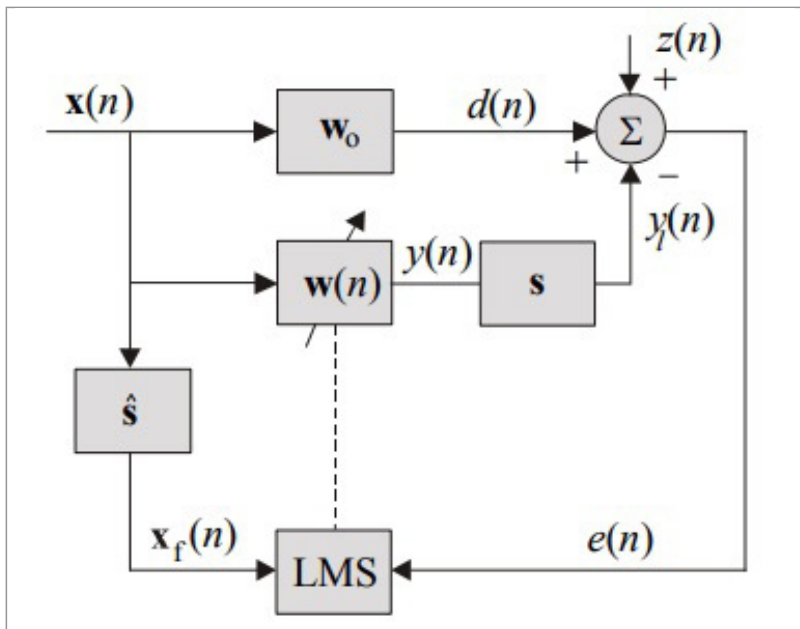
As correções sucessivas nos pesos levam ao resultado de mínimo erro médio quadrático, situação em que os pesos do filtro assumem seus valores otimizados (TELECO, 2016).

Nos sistemas de controle ativo, o sinal de erro de cancelamento mecânico não pode ser acessado diretamente. Ele é acessado via um sinal elétrico a partir de um transdutor (normalmente um acelerômetro). Da mesma maneira, o sinal de saída do filtro adaptativo não pode ser usado diretamente na operação de cancelamento de sinais. Esse sinal elétrico deve ser convertido por um atuador em uma vibração mecânica. Essas conversões de natureza dos sinais dão origem ao conhecido caminho secundário, composto pelas

respostas dos seguintes elementos: conversor digital-analógico (D/A) em série com o filtro adaptativo, filtro de reconstrução, amplificador de potência, atuador, comprimento da viga desde o atuador até o acelerômetro de erro, pré-amplificador, filtro antirrecobrimento e, finalmente, conversor analógico-digital (A/D), que fornece o sinal de erro para o algoritmo. (GONTIJO, 2006, p.22).

Desta forma, apresenta-se o FxLMS, que é uma modificação do algoritmo LMS convencional o qual leva em consideração o efeito do caminho secundário (s), caminho denotado pela variação de erro e de seu *feedback* na função de adaptação dos coeficientes (CANTERUCCIO, 2016). Tal modificação consiste, idealmente, em filtrar o sinal de referência com um filtro idêntico ao do caminho secundário (caso ideal). No entanto, na prática, apenas uma estimativa de s , representada por \hat{s} , está disponível. Na figura 2, tem-se o algoritmo FxLMS. Devido ao efeito do caminho secundário, o algoritmo FxLMS apresenta como desvantagem uma pobre característica de convergência (LÓPEZ; TOBIAS; SEARA, 2007).

Figura 2
Diagrama de bloco do algoritmo FxLMS



Fonte
López, Tobias
e Seara
(2007).

Metodologia

A implementação numérica do sistema de controle ativo de vibrações teve como objeto de controle uma estrutura de dois graus de liberdade. A estrutura, apresentada na figura 3, é composta por duas estruturas de mesmo material é ligada a uma fonte primária (*shaker* 1), que tem a função de excitá-la. Os sinais gerados pela fonte primária provêm de um gerador de sinais que produz ruído branco. Esse tipo de ruído é utilizado por apresentar uma densidade espectral constante em toda a faixa de frequências. A estrutura também apresenta um acelerômetro, que é um transdutor do sinal obtido pela vibração da estrutura, uma placa de controle (placa DSP6713), cuja função é interpretar os sinais provenientes do acelerômetro e produzir uma contrarresposta, que seria o cancelamento do sinal produzido pelo *shaker* 1, e uma fonte secundária (*shaker* 2), que realiza o cancelamento da vibração no sistema, isto é, a placa de controle estabelece o modo de oscilação do *shaker* de forma a permitir o cancelamento do sinal ou atenuação dele para parâmetros desejados.

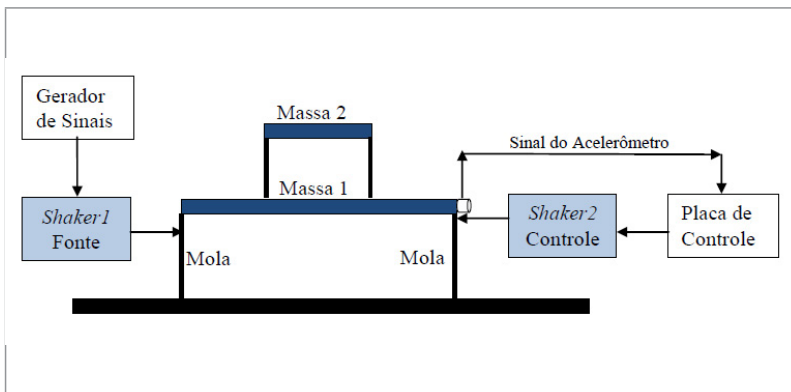
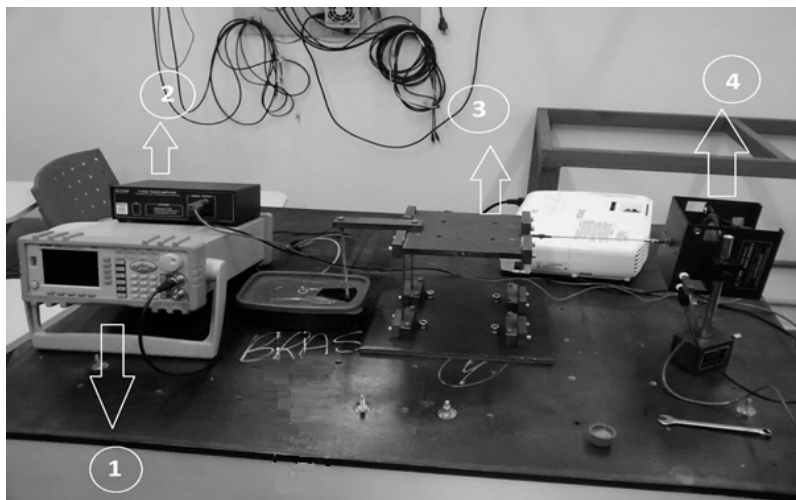


Figura 3
Sistema com dois graus de liberdade e estrutura de controle

Outro ponto importante na montagem da estrutura com dois graus de liberdade é a possível interferência de sinais de vibração externos ao experimento. Essa oscilação indesejada interfere na estrutura (muitas vezes, proveniente do solo e ocasionada por batidas, tremores etc.). Assim, a estrutura é montada em uma bancada amortecedora de sinais, que possui uma baixa frequência natural a vibrações, dificultando possíveis oscilações externas. A Figura 4 apresenta a montagem experimental da estrutura; com (1) gerador de sinais; (2) amplificador de potência; (3) estrutura do sistema; (4) *shaker* que está ligado ao acelerômetro e à placa de aquisição.

Figura 4
Montagem
experimental
da estrutura



Por meio de uma análise computacional produzida com o *software* de simulação matemática, realizou-se a montagem experimental do filtro FIR, com o objetivo de obter seus coeficientes (vide Equação 1), que serão utilizados para gerar um sinal próximo ao sinal de saída. Esses coeficientes foram obtidos pelo algoritmo LMS. Assim, fez-se a identificação de um sistema muito importante: o caminho secundário do sistema de controle ativo de vibrações.

O caminho secundário afeta o comportamento do algoritmo, podendo dificultar o processo de convergência ou, até mesmo, causar a instabilidade do algoritmo. Desse modo, o caminho secundário estimado é usado para filtrar o sinal de referência, produzindo, assim, o algoritmo FxLMS. O algoritmo FxLMS é usado para avaliar o caminho primário.

A partir dessa análise, o algoritmo pôde ser implementado em uma placa de aquisição DSP6713, que interage com um *Shaker 2*, um acelerômetro e uma fonte de sinal, no que ocorre o controle do sistema.

Resultados e discussão

O experimento para estimação da função de transferência do sistema de caminho secundário real (medido) utilizou como excitação o sinal de ruído branco. Esse ruído excita todas as frequências. Para caracterizar o caminho secundário real, foram analisadas 300 amostras ou coeficientes. Já na determinação do caminho secundário estimado, feito pelo

algoritmo LMS, foram empregados 80 coeficientes e passo de adaptação de $0,25 \cdot 10^{-10}$. Esse valor foi estabelecido empiricamente.

Na figura 5, a qual apresenta o comportamento do caminho secundário medido e do caminho secundário estimado, observa-se que, para uma quantidade de amostras superior a 300 coeficientes, a informação começa a se tornar irrelevante. Nessa figura, para favorecer a legibilidade, os sistemas são representados usando traço contínuo. Consta-se que o sistema estimado pelo algoritmo LMS para o caminho secundário é muito próximo do sistema caminho secundário medido.

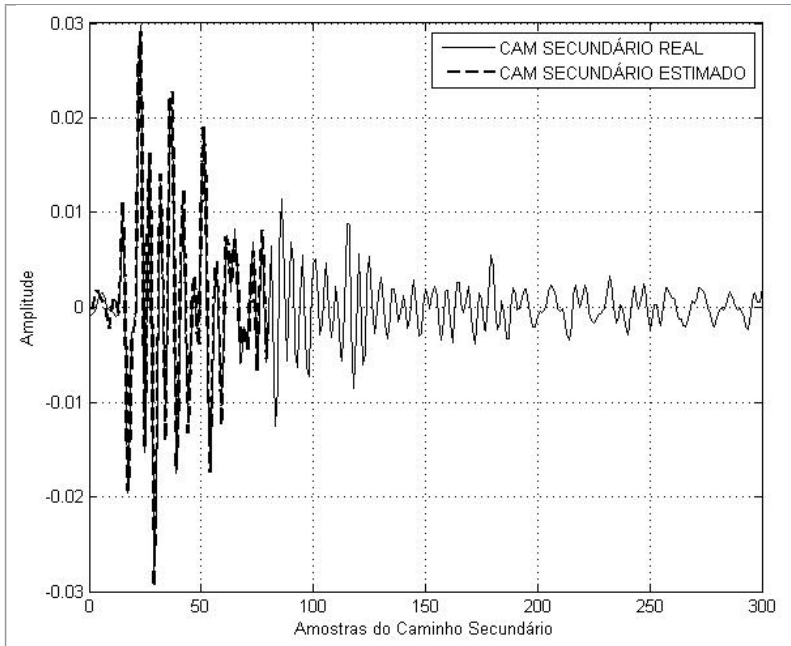


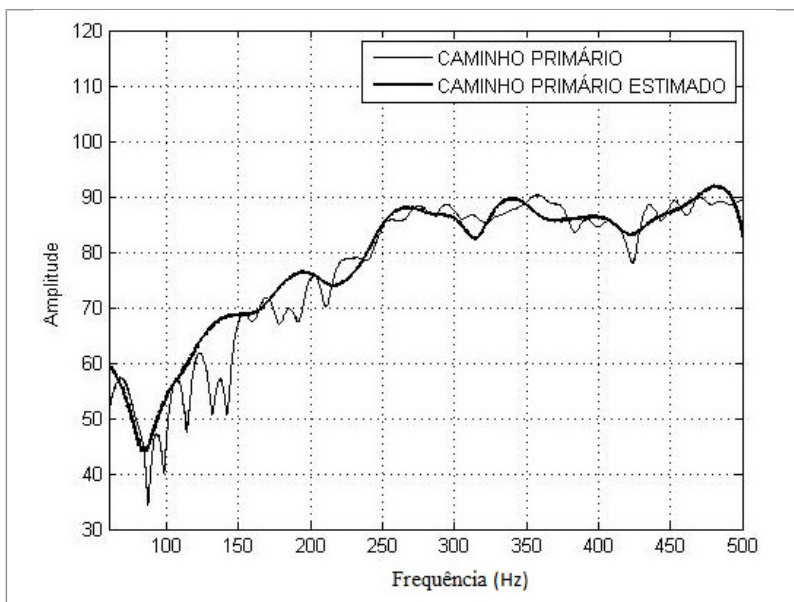
Figura 5
Estimativa do caminho secundário com o algoritmo LMS

O caminho secundário estimado é, então, usado no algoritmo que determina o caminho primário do sistema completo, o FxLMS. A Figura 6 foi idealizada para comparar a função de transferência do sistema primário medido e do estimado no domínio da frequência. Nessa simulação, verificou-se a extrema sensibilidade de parâmetros como o passo de adaptação (μ) e a precisão na obtenção do caminho secundário, que influenciam na convergência do algoritmo.

Para um passo de adaptação cada vez menor, os coeficientes da filtragem adaptativa vão se tornando cada vez melhores, o que acarreta

em uma melhor aproximação entre o sinal desejado e o sinal de saída. Outro aspecto relevante desse fato é que o aumento do número de coeficientes da filtragem adaptativa proporciona maior precisão, porém, ao mesmo tempo, apresenta-se uma desvantagem: o aumento da quantidade de coeficientes provoca um aumento de processamento do algoritmo. Essa maior complexidade computacional exige uma placa de aquisição de custo mais elevado.

Figura 6
Estimativa do caminho primário a partir do algoritmo FxLMS



Considerações finais

As simulações numéricas baseadas no algoritmo FxLMS mostram a importância da determinação do caminho secundário e do passo de adaptação do algoritmo, há uma boa determinação destes parâmetros. Atendendo a esses critérios, obtém-se uma convergência do sistema de vibração, o que possibilita um controle ativo do sistema.

A quantidade de coeficientes a se utilizar no algoritmo LMS resulta em uma melhor convergência do caminho primário e secundário e, por consequência, um controle otimizado dos sistemas. A desvantagem, nesse caso, é que o aumento da quantidade de coeficientes requer placas processadoras de sinais mais potentes, gerando uma elevação do custo.

O uso do algoritmo FxLMS permitiu entender e avaliar alguns pontos importantes dessa técnica, como: o ajuste do passo de adaptação do algoritmo LMS (que estima o caminho secundário), o ajuste do passo de adaptação do algoritmo FxLMS e a definição do número de coeficientes dos filtros digitais que representam o caminho secundário e o caminho primário.

Por fim, o algoritmo FxLMS apresenta-se como um sistema de controle adaptativo que possibilita uma boa estimativa de sistemas e, consequentemente, um bom sinal de controle para redução de vibrações.

Os autores

Fernando Gonçalves de Souza

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Engenharia Mecânica – Pibic,
fernandogoncalvesdesouza@hotmail.com

Eider Lúcio de Oliveira

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas IV,
eider.oliveira@ifg.edu.br

Referências

- AQUINO, Antonio S. *Controle de vibração de um sistema sob desbalanceamento rotativo utilizando atuador de liga com memória de forma*. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.
- CANTERUCCIO, Fernando H. *Estudo de desempenho versus custo computacional de algoritmos adaptativos aplicados a redução ativa de ruído acústico*. 2016. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- GONTIJO, Walter A. *Implementação e avaliação de desempenho de algoritmos adaptativos aplicados em controle ativo de vibrações*. 2006. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- LÓPEZ, Juan R.; TOBIAS, Orlando J.; SEARA, Rui. Análise estatística do algoritmo LMS filtrado modificado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES, 25., 2007, Recife. *Anais...* Recife: SBrT, 2007. p. 1-6.
- NAGAHAMA, Catarina V. Análise numérica e modelagem computacional de um sistema estrutural com controle semiativo de vibração do tipo amortecedor magnetorreológico. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.
- OPPENHEIM, Alan V.; SCHAFER, Ronald W. *Processamento em tempo discreto de sinais*. 3.ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.
- TELECO. *Smart Antennas: algoritmo LMS*. 2016. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutoriasmartant/pagina_5.asp>. Acesso em: 12 mar. 2017.

Caminhos da educação em Goiás: vestígios de materiais e métodos de ensino nas escolas de primeiras letras oitocentistas

Karla Rodrigues Mota
Suzana Lopes de Albuquerque

Resumo

Tendo em vista que a reconstrução da história pode ser feita através da investigação e da análise dos vestígios que resistiram à ação do tempo, tornou-se objetivo central desta pesquisa, desenvolvida no Instituto Federal de Goiás/Campus Anápolis, pesquisar e cotejar as fontes historiográficas existentes sobre a instrução pública da província de Goiás durante o século XIX, o que nos possibilitou realizar alguns apontamentos, o que nos possibilitaram realizar alguns apontamentos sobre a Instrução pública da província de Goiás durante o século XIX. A pesquisa consistiu, assim, em interligar fontes e compreender a adoção de novos métodos e práticas de ensino aplicados na província goiana, bem como analisar o material impresso no campo instrucional produzido no referido século. Com o intuito de complementar as informações oficiais reportadas nos Relatórios Provinciais e de observar a instrução da província goiana por outro prisma, foram utiliza-

dos, como fonte, materiais disponibilizados no Arquivo Público de Goiás, tais como: mapas, compêndios, relatórios de professores, inspetores, manuscritos, entre outros, e ainda fontes jornalísticas como o periódico *Matutina Meiapontense*. A metodologia empregada fundamentou-se, basicamente, na proposta da Escola dos Annales e, para o trabalho com fontes impressas, nos trabalhos de Zicman (1985), Luca (2005) e Luchese (2014). Qualitativa, documental e bibliográfica, esta pesquisa propôs uma análise crítica das fontes para responder a questionamentos acerca das matrizes e das formas de apropriação dos diferentes métodos de ensino presentes na província goiana. Essa análise vislumbrou um contexto de embates, resistências e poder envolvendo a adoção e a circulação de materiais impressos no campo da instrução de primeiras letras, que circularam em diferentes províncias brasileiras, no período imperial em especial na província de Goiás.

Palavras-chave: Instrução. Métodos. Primeiras Letras. Província de Goiás.

Introdução

O presente artigo insere-se no campo da História da Educação e refere-se aos resultados encontrados por meio do projeto de iniciação científica denominado “Caminhos da Educação em Goiás: vestígios de materiais e métodos de ensino nas escolas de primeiras letras oitocentistas”, desenvolvido durante os anos de 2015 e 2016, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Anápolis. Tal pesquisa apresentou caráter histórico-documental e buscou investigar a implementação de métodos de ensino na instrução pública na província de Goiás, durante o século XIX.

O levantamento dos materiais produzidos durante o referido período histórico permitiu detectar a existência de uma gama de fontes históricas a serem analisadas, sendo perceptível a necessidade de ampliar a discussão acerca do processo de introdução de diferentes métodos de ensino na província goiana, apontando, assim, para as diferentes teorias pedagógicas que circularam na época e que serviram de embasamento para a configuração da instrução no contexto da construção do projeto de nação e civilização.

Após a delimitação do tema, optou-se por explorar, inicialmente, os Relatórios dos Presidentes de Província (GLOBAL RESOURCES NETWORKS, 2018) e o jornal *Matutina Meiapontense* (REHEG, [2011]), documentos impressos produzidos durante o século XIX: o primeiro é um documento oficial da província e o segundo um material jornalístico.

Ressalta-se aqui que um trabalho voltado para a história da educação não se restringe simplesmente a reunir informações e construir uma história. Resumidamente, o ofício do historiador da educação, segundo Luchese (2014), deve ser o de desenvolver a produção de um discurso permeado pelo diálogo com outros autores, entrecortado por notas, citações e, principalmente, pelos documentos da época, buscando dar sentido ao seu próprio texto.

Observa-se, nos Relatórios Provinciais e no *Matutina Meiapontense*, uma intenção, por parte dos governantes e da elite intelectual goiana, de imprimir, na instrução pública, os princípios de modernidade em uso nos centros urbanos brasileiros e na Europa, representados, no momento, pelo Método Lancaster. No entanto, concomitantemente, é notório que foram poucos os investimentos por parte dos governantes, resultando em um sistema de ensino ineficiente e sem grandes sucessos.

A pesquisa histórica por meio de fontes impressas

A perspectiva deste trabalho situa-se no campo historiográfico e ocupa-se em estudar aquilo que ocorreu e, principalmente, lançou suas

marcas no tempo, com o objetivo de rememorar os acontecimentos por intermédio da pesquisa. À vista disso, cabe ao nosso ofício a responsabilidade de dar o devido tratamento aos fatos, às fontes e ao passado com o qual busca-se um diálogo. Se, tradicionalmente, o campo a ser pesquisado limitava-se aos documentos e dados oficiais, verifica-se que, nas últimas décadas, vêm sendo reconhecidas e utilizadas “evidências não oficiais” para contribuir com a reconstrução do conhecimento histórico. Dentre estas evidências destacam-se, como fontes históricas, os impressos, a exemplo dos jornais e revistas.

A limitação da pesquisa aos documentos e dados legais e governamentais está relacionado ao fato de, segundo Burke (2010), predominar a construção de uma história a partir dos grandes feitos, dos grandes homens e das grandes nações. Ignorava-se que, para além desses “grandes”, havia pequenas estruturas, agrupamentos humanos, indivíduos e culturas, que eram deixados de lado e até mesmo desconsiderados pela maioria dos pesquisadores. Tratava-se basicamente de uma história de eventos, extremamente cronológica e narrativa.

De acordo com Luca (2005), nesse processo de reconhecimento e utilização de “evidências não oficiais” como fontes históricas, tornam-se perceptíveis as fases de aceitação dos impressos para validá-los após um longo período de descrédito. O alargamento da definição de diferentes documentos e vestígios como fontes ampliou o número de registros que fundamentam a análise, a partir dos mais variados prismas, da forma como o homem produziu sua existência, sua cultura e sua ciência. Essa ampliação do campo de ação da história foi viabilizada pelas publicações da revista *Annales*, criada por Lucien Febvre e Marc Bloch em 1929 (BURKE, 2010).

O movimento dos *Annales* vislumbrava repensar o estudo da história, por meio da incorporação de outras ciências. Buscava-se fugir da história dos grandes eventos, da história factual, incorporando outras dimensões do conhecimento. Segundo Burke (2010, p.12), esse movimento inovador pode ser resumido em três pilares:

Em primeiro lugar, a substituição da tradicional narrativa de acontecimentos por uma história-problema. Em segundo lugar, a história de todas as atividades humanas e não apenas a história política. Em terceiro lugar, visando complementar os dois primeiros objetivos, a colaboração com outras disciplinas, tais como a geografia, a sociologia, a psicologia, a economia, a linguística, a antropologia social, e tantas outras.

Ao se retirar o véu de preconceitos sobre o que poderia ou não ser utilizado como fonte histórica, a inclusão dos impressos entre outras evidências, em muito contribuiu para o desenvolvimento da história da ciência e da educação, dado que, por meio de tais impressos, percebeu-se uma variedade de rastros deixados pela mentalidade¹ de uma sociedade, o que, conseqüentemente, multiplicou as fontes de análise do pensamento educacional e científico.

Com a ampliação do conceito de documento, facultou-se que os mais variados vestígios de uma época fossem utilizados na construção do chamado corpus documental. Neste contexto, os impressos ganharam papel de destaque, principalmente os de caráter jornalístico pois “a imprensa é rica em dados e elementos, e para alguns períodos é a única fonte de reconstituição histórica, permitindo um melhor conhecimento das sociedades ao nível de suas condições de vida, manifestações culturais e políticas etc.” (ZICMAN, 1985, p.85).

É válido ressaltar que o trabalho voltado para a história não se resume em amontoar documentos, perceber seu objeto de pesquisa, interligar palavras em comum e, simplesmente, “montar” uma história. O pesquisador deve ter em mente que todo documento é uma produção humana, estando, conseqüentemente, impregnado de subjetividade e intencionalidade. Nesse sentido, é imprescindível, no trabalho com impressos “dar conta das motivações que levaram à decisão de dar publicidade a alguma coisa”, considerando que o fato de “ter sido publicado implica atentar para o destaque conferido ao acontecimento” (LUCA, 2005, p.140).

Ante as características imprecisas e incertas das informações oriundas de fontes impressas, compete ao pesquisador apropriar-se de um rigor metodológico, aplicando um olhar crítico e minucioso sobre suas fontes. Pode-se afirmar que os impressos estão muito distantes de serem classificados como instrumentos imparciais, visto que

de fato, jornais e revistas não são, no mais das vezes, obras solitárias, mas empreendimentos que reúnem um conjunto de indivíduos, o que os torna projetos coletivos, por agregarem pessoas em torno de ideias, crenças e valores que se pretende difundir a partir da palavra escrita. [...] Daí a importância de se identificar cuidadosamente o grupo responsável pela linha editorial, estabelecer os colaboradores mais assíduos, atentar para a escolha

¹ A expressão *mentalidade* foi inserida ocasionalmente na França por Lévy-Bruhl em seu livro *La mentalité primitive* (1922), contudo foi disseminada por Georges Lefebvre, autor participante do movimento dos Annales, ao escrever a frase “história das mentalidades coletivas” (BURKE, 2010).

do título e para os textos programáticos, que dão conta das intenções e expectativas, além de fornecer pistas a respeito da leitura de passado e de futuro compartilhada por seus propugnadores (LUCA, 2005, p.140).

É de fundamental importância propor alguns questionamentos em relação aos documentos, procurando identificar no texto: “Quem o escreveu? De que lugar social? Para quem escreveu? Quem foram os seus interlocutores? Quais opiniões, informações e discursos foram colocados?” (LUCHESE, 2014, p.151). Um tratamento meticuloso destinado às fontes tem o intuito de extrapolar as páginas grafadas, conseguindo perceber, além do objeto de estudo, a conjuntura social e as relações de poder que resultaram na palavra escrita. A partir de então, emergem do corpus documental as recorrências, os traços e as peculiaridades relativas ao tema pesquisado.

Dessa forma, é responsabilidade do pesquisador observar as palavras impressas e sua carga de informação com um olhar mais amplo, percebendo os seus documentos “para além de unidades isoladas, promovendo o cruzamento e contraposições entre elas, a fim de produzir a compreensão de sentidos” (LUCHESE, 2014, p.152). Nessa etapa, a pesquisa assemelha-se ao montar de um quebra-cabeças, porém aqui não se trata de meramente encaixar um fragmento no outro. Uma vez que as peças em jogo se constituem de produções humanas, urge estabelecer suas inter-relações, em lugar de fazer com que uma complemente a outra.

Essa abordagem foi incorporada ao projeto de pesquisa desenvolvido no IFG, bem como à apresentação deste trabalho. A veiculação da notícia no impresso *Matutina Meiapontense* acerca da introdução dos novos métodos de ensino na província de Goiás tem sido analisada a partir da compreensão desse documento como produção humana, tendo em vista que ele está impregnado de subjetividade e intencionalidade e, por isso, carece de outras fontes para um cruzamento das contraposições.

O diálogo com o corpus documental

Esta pesquisa apresentou como corpus documental várias fontes, estando registrados neste artigo, principalmente, dois documentos que auxiliaram no processo de reconstruir a história da educação goiana: o jornal *Matutina Meiapontense* (REHEG, 2018) e os Relatórios dos Presidentes da Província de Goiás (GLOBAL, 2018).

Os Relatórios constituíam documentos oficiais nos quais todos os presidentes das províncias brasileiras deveriam expor anualmente ao imperador a situação econômica e política da região que estava sob sua administração.

Nesses férteis documentos, encontravam-se também discussões no campo da saúde e da instrução. Os Relatórios da Província de Goiás foram escritos de 1835 até 1889, ano em que ocorreu a proclamação da República.

O jornal *Matutina Meiapontense* registrou a história de Goiás em meio ao nascimento da imprensa brasileira no século XIX, marcando uma oposição em forma de críticas aos governantes da província de Goiás e do Império. Era um periódico semanal, que redigido, principalmente, pelo Pe. Luiz Gonzaga Fleury, circulou no arraial de Meia Ponte, atual cidade de Pirenópolis, entre 5 de março de 1830 e 24 de maio de 1834, contendo em suas páginas: decretos e resoluções da Assembleia Geral, relatórios das Câmaras Legislativas, informações nacionais e estrangeiras, além de cartas civis e oficiais (AGI, 1980). Segundo Ribeiro (2016), que analisou tal impresso em sua dissertação de mestrado, “no período em que circulou A Matutina, de 1830 a 1834, Goiás vivia efervescentes movimentos políticos e uma efervescência política, assim como em todo o Brasil. Essas questões, evidentemente, refletiam-se na imprensa local” (RIBEIRO, 2016, p.36).

De acordo com Luca (2005), o uso do impresso varia de acordo com a investigação, dependendo do seu recorte temporal, do objeto a ser pesquisado e da abordagem feita pelo pesquisador, o que torna praticamente inviável inserir os periódicos, sejam eles jornais ou revistas, em um padrão uníssono de estudo. Compreende-se que, para uma pesquisa histórica embasada em fontes impressas, não há uma metodologia preestabelecida, ou seja, não é disponibilizado ao pesquisador um “manual de trabalho com impressos”, determinando de forma pragmática como deve ser o seu diálogo com as fontes. Todavia, o labor de um pesquisador-historiador não se encontra totalmente desamparado, tampouco faculta uma relação aleatória e completamente subjetiva entre o sujeito e os documentos; ao contrário, há uma gama de autores que norteiam a relação pesquisador-fonte.

Zicman (1985) afirma que, inicialmente, deve ser realizada uma caracterização do periódico, por meio do mapeamento de seus aspectos formais, materiais, históricos e econômicos e de identificação da clientela atendida. Tais aspectos colaboram para o desenvolvimento de uma visão para além dos conteúdos impressos, possibilitando uma compreensão da proposta do periódico, de sua orientação político-ideológica, de seu potencial de difusão e de seu público-alvo.

Após a localização do periódico *Matutina Meiapontense* e dos Relatórios dos Presidentes da Província de Goiás, procedeu-se à leitura exploratória de suas matérias e relatos, procurando identificar o teor dos

conteúdos disseminados por tais documentos, especialmente no campo da instrução. Luca (2005) ressalva que, nesse estágio, cabe ao investigador compreender como está constituída a organização interna do periódico e analisar suas matérias de acordo com a problemática escolhida. Essa análise criteriosa permite detectar os componentes comuns presentes nas diversas publicações, o que subjaz, posteriormente, à sistematização e à categorização dos dados brutos obtidos.

Na sequência, foi efetuada uma catalogação de ambos os documentos históricos em fichas e compostas por meio do programa Word®. Nesse registro catalográfico, foram reportadas informações pertinentes ao campo da instrução pública para possibilitar uma compreensão rápida dos conteúdos veiculados, bem como um breve resumo de cada matéria e a sua localização dentro da revista.

A figura 1 exemplifica a organização das fichas catalográficas, representando uma pequena porção do trabalho desenvolvido. Na catalogação, os aspectos destacados foram: data de publicação, título, palavras-chave e observações sobre os conteúdos publicados.

Figura 1

Ficha catalográfica do Relatório dos Presidentes de Província

CATÁLOGO DE FONTES DA INSTRUÇÃO PÚBLICA NOS RELATÓRIOS DOS PRESIDENTES DA PROVÍNCIA GOIANA DOS SÉCULOS XIX	
<hr/> <hr/> 1845 <hr/> <hr/>	
FICHA CATALOGRÁFICA - Nº 10	
NOTAS BIBLIOGRÁFICAS	
<u>Relatorio que a' assemblea legislativa de Goyaz apresentou na sessão ordinaria de 1845 o exm. Presidente da mesma provincia dr. José de Assiz Mascarenhas. Goyaz Typ. Provincial, 1845.</u>	
RESUMO INFORMATIVO	
Relata a necessidade de ensinar nas Primeiras Letras: noções de Moral, Trabalho, Preguiça. Contabiliza na província escolas e alunos de Instrução Primária, 3 Aulas de <u>Grammatica</u> Latina.	
PALAVRAS – CHAVE	
Primeiras Letras –Instrução Primária – <u>Grammatica</u> Latina	
LOCALIZAÇÃO DO PERIÓDICO	
Site Rede de Estudos da História da Educação de Goiás	

A partir da premissa de que esses documentos, assim como os demais impressos, não são neutros, mas impregnados das intencionalidades de quem escreve, procurou-se nesta pesquisa promover inter-relações entre as matérias publicadas, assim como a relação destas com o contexto de sua produção.

Práticas pedagógicas oitocentistas na província goiana

Ao analisar a província de Goiás durante o período oitocentista, verifica-se que, apesar das afirmações sobre o atraso dessa província, as discussões acerca dos processos de modernização na instrução, que ocorriam nas regiões mais centrais do Brasil, chegavam ao solo goiano. Brzezinski (2008) aponta para uma estagnação da província goiana em relação ao progresso e atribui tal situação à sua localização geográfica desfavorável, “cravada no coração do país” (BRZEZINSKI, 2008, p. 3) e à sua população diminuta, que contava então com cerca de 20.000 habitantes, dos quais, aproximadamente, metade eram escravos, além do fato de seu território ter integrado a província de São Paulo até o ano de 1749. Apesar de tais fatores, que, associados à escassez de meios de transporte e à grande distância em relação aos centros econômicos, fizeram, segundo a autora, com que Goiás ficasse à margem do desenvolvimento, o que afetou direta e negativamente o processo de escolarização provincial, observam-se diferentes apropriações de discursos sobre a instrução da criança advindos da modernidade.

Albuquerque (2015) registrou as várias matrizes pedagógicas encontradas na província de Goiás, que, para além do envio de representantes para estudar sobre novos métodos de ensino na corte, apresentou, conforme diversas fontes históricas, como os Relatórios dos Presidentes de Província, um palco de debates pedagógicos. Entre inúmeras participações da província no que tange aos métodos de ensino vigentes em território nacional e internacional, como o Método Castilho, o Método de Costa e Azevedo e o Ensino Universal de Jacotot, este trabalho focalizará a adoção do Método Lancaster.

A importância de cruzar as fontes e abordá-las em uma proposta de longa duração, conceito desenvolvido junto à Escola dos Annales, aponta, a despeito das limitações, para as possibilidades, as inovações, as permanências e as rupturas entre modelos educacionais de vários períodos. Esse olhar sobre as discussões metodológicas na província de Goiás tem possibilitado a identificação da circulação de variados métodos, matrizes teóricas, embates e formas de apropriação em solo goiano.

É o que ocorreu, por exemplo, com a introdução do Método Lancaster. A profissão docente e a instrução pública no Brasil e, por conseguinte, em Goiás ganharam ares de organização após a promulgação do Decreto-Lei Imperial de 15 de outubro de 1827, "que unificou a organização da instrução elementar e da profissão docente no país" (ABREU, 2006, p. 15). Essa lei prescrevia que, nas regiões mais populosas, deveriam ser criadas escolas de primeiras letras para ambos os sexos e, em relação à forma de ensino, determinava que o método a ser seguido fosse o "lancasteriano", também conhecido como ensino mútuo ou monitoral.

O ensino mútuo foi um método de ensino criado em 1749 por Andrew Bell e aprimorado por Joseph Lancaster, consistindo em uma prática educativa em que um único docente ensinaria, conjuntamente, vários indivíduos ao mesmo tempo. Seguindo essa metodologia, os alunos seriam divididos em grupos, ou classes, conforme o seu grau de adiantamento e cada classe seria dirigida por um aluno mais desenvolvido, o monitor. Em vista disso, o monitor se configurava como o principal agente desse sistema educativo, pois era ele quem controlava a classe e repassava os conteúdos, cabendo ao professor uma função de supervisão, "como um chefe de orquestra, ele regula a marcha da escola" (BASTOS, 1997, p.119).

No século XIX, a província de Goiás, assim como outras localidades, possuía uma ínfima quantidade de indivíduos letrados, que fortuitamente poderiam assumir a função de professor e, então, ensinar os demais habitantes. Destarte, era imprescindível o estabelecimento de uma forma de ensino em que os poucos que detinham o saber pudessem transmiti-lo rapidamente ao maior número de sujeitos e, nesse contexto, o Método Lancaster apresentou-se como possível solução. Dessa forma, esse método apresentou-se como um verdadeiro "milagre" aos detentores do poder, pois disseminava a ideia de que um único professor seria "suficiente para dirigir, com ordem e facilidade, uma escola de 500 e até mil alunos" (BASTOS, 1997, p.117) e, por consequência, seriam solucionados os problemas relacionados à escassez de profissionais hábeis na região. Ao elencar os benefícios do ensino mútuo de Lancaster, Bastos (1997) afirma que

a principal vantagem destacada pelo método é de ordem econômica, por permitir que um professor ensine, em pouco tempo, grande número de alunos. Em comparação com as escolas *individuais*, o método mantém seus alunos disciplinados, habituados desde a primeira classe à ordem e à regra. Do ponto de vista pedagógico, a constituição de grupos disciplinares homogêneos faz com que as atividades propostas correspondam ao nível real de conhecimento dos alunos (BASTOS, 1997, p. 120, grifo do autor).

Ante os processos evolutivos vivenciados pelo sistema educacional do século XIX, observa-se que as forças governamentais goianas estavam, em tese, dispostas a melhorar as condições da instrução elementar da província, bem como tinham a pretensão de introduzir os ideais de modernidade nas suas diretrizes, uma vez que registravam, nos Relatórios dos Presidentes da Província de Goiás a abertura de várias aulas de ensino mútuo com a utilização do Método Lancaster. Além disso, houve uma valorização salarial na província goiana para os professores que ministrassem aulas pelo método de ensino lancasteriano, em detrimento dos outros modos de ensino, como relatou a matéria nos “Artigos de Ofício” do impresso *Matutina Meiapontense*, do ano de 1830, em que, segundo a Resolução do Conselho Geral da Província, “os professores de Ensino Mútuo vencerão 240\$ reis, os de Ensino Individual 150\$ reis, e a mestra das meninas os mesmos 240\$ reis, que são dados aos Professores de Ensino Mútuo” (REHEG, [2010], p.7).

O poder brasileiro e, conseqüentemente, o poder goiano propunham, em teoria, um caminhar em direção às práticas de ensino advindas das discussões da modernidade. No entanto, percebe-se que, apesar das orientações contidas nos relatórios para a execução dos novos métodos nas escolas, não havia investimento na formação dos mestres para um efetivo domínio desses métodos, como o Lancaster, visto que os próprios relatórios apresentavam muitas cobranças acerca da criação de uma Escola Normal.

Desse modo, pode-se compreender a abertura de várias cadeiras de ensino pelo Método Lancasteriano e a permanência dessas vagas² por muito tempo. A falta de professores habilitados foi expressa no *Matutina Meiapontense* em matéria do ano de 1830 que denunciava “as muitas dificuldades se devem encontrar para aquisição de Professores hábeis de Ensino Mútuo, como hei, o desta Cidade, e desejando do modo possível que se propaguem as luzes, quanto antes, por todos esses Arraias, onde não há Escolas de 1. Letras” (REHEG, [2010], p.8-9).

A falta de treinamento dos professores e de empenho prático e efetivo por parte dos governadores para responder à demanda, aliada à delicada condição econômica provincial, dificultou a implementação completa do ensino lancasteriano e seu êxito na província de Goiás. Bretas (1991, p.148) registrou tais dificuldades, argumentando que os professores não possuíam

2 Uma cadeira vaga significa que uma aula foi aberta pelos governantes, porém não houve professor que a ocupasse.

materiais para fazer funcionar suas escolas dentro das regras lancasterianas. Limitados, assim, pelas circunstâncias, procuravam adaptar o sistema às condições do meio, regendo suas escolas de acordo com os poucos recursos disponíveis, de modo que, dentro de pouco tempo, suas escolas se transformavam em qualquer coisa que de ensino mútuo tinha mais nome do que o conteúdo (BRETAS, 1991, p. 148).

Em face desse cenário da instrução pública goiana, é frequente encontrarmos nos Relatórios Provinciais uma fala desanimadora dos presidentes em relação a esse método de ensino, como pode ser depreendido no discurso do presidente José Rodrigues Jardim, em seu Relatório Provincial de 1835, ao afirmar que “o Ensino Mútuo, com pesar o digo, não tem apresentado o resultado que deste método se esperava” (REHEG, [2011]).

Esse processo civilizador no campo instrucional projetado pelos ideais da modernidade, na ânsia de ordenar o múltiplo espaço escolar sob a “orquestra de um professor” (BOTO, 2012, p.57), revela-se com um projeto que, por meio do Método Lancaster, planejava manter escassos os investimentos na formação inicial, assim como na valorização do professor, que tinha sob sua supervisão inúmeras classes e alunos.

Considerações finais

Ao trabalhar com fontes impressas o pesquisador deve determinar o seu objeto de estudo e destrinchar o seu material de pesquisa. Neste artigo, foram analisados os impressos *Matutina Meiapontense* e os Relatórios dos Presidentes de Província. Ao nos debruçarmos sobre eles, adotamos uma metodologia que nos permitiu analisar criticamente as informações dadas sem nos esquecermos da definição de Zicman (1985):

um método não é um “vale-tudo” ou “prêt-à-porter”, e não deve funcionar como uma “camisa-de-força” para a análise. Nunca é tarde demais para insistir sobre a natureza dialética das relações método-teoria-objeto de estudo: é este vaivém constante que nos afasta dos perigos do empirismo e do formalismo. (ZICMAN, 1985, p.100, grifos da autora).

Quanto às repercussões referentes aos métodos e aos modos de ensino para as primeiras letras na província de Goiás, em comparação com os debates em outras províncias, podemos afirmar que houve a intenção, por parte dos governantes, de incutir na instrução goiana ideais da modernidade, como se verifica pelo fato de indicarem o Método Lancaster

para as aulas na província. As novas ferramentas de ensino em Goiás, contudo, não foram bem-sucedidos, sobretudo, pela falta de um investimento real no seu desenvolvimento dentro das escolas. Tal situação, porém, não se limitava à província goiana.

Diante dessa conjuntura, após analisarmos o processo instrucional na província de Goiás no período oitocentista, podemos afirmar que foi uma dinâmica de rupturas e continuidades, culminando numa estrutura em que as intensas discussões registradas em relatórios e regulamentos oficiais não se ajustavam aos insuficientes investimentos; situações estas facilmente percebidas ao entramos em contato com os impressos circulantes em Goiás no século XIX.

Os autores

Karla Rodrigues Mota

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Anápolis/Licenciatura em Química – Pivc,
karla_mota@msn.com

Suzana Lopes de Albuquerque

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia Oeste, suialopes@hotmail.com

Referências

- ABREU, Sandra E. A. de. *A instrução primária na província de Goiás no século XIX*. 2006. 396f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.
- AGI (Associação Goiana de Imprensa). *Imprensa goiana: depoimentos para sua história*. Goiânia: Ceme, 1980.
- ALBUQUERQUE, Suzana L. de. A modernidade pedagógica representada nos discursos dos presidentes da província de Goiás. In: ENCONTRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO DA REGIÃO CENTRO-OESTE, 3., 2015, Catalão. *Anais...* Catalão: Eheco, 2015. p. 175-187.
- BASTOS, Maria H. C. A instrução pública e o ensino mútuo no Brasil: uma história pouco conhecida (1808-1827). *História da Educação*, Pelotas, v.1, n.1, p.115-133, jan./jun. 1997.
- BOTO, Carlota. *A escola primária como rito de passagem: ler, escrever, contar e se comportar*. Coimbra, Portugal: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2012.
- BRETAS, Genesco F. *História da instrução pública em Goiás*. Goiânia: Cegraf/UFG, 1991.
- BRZEZINSKI, Iria. Escola Normal de Goiás: nascimento, apogeu, ocaso, (re)nascimento. p. 279-298. In: ARAÚJO,

José Carlos; FREITAS, Anamaria G. B.; LOPES, Antônio de Pádua (Org.). *As escolas normais no Brasil: do Império à República*. Campinas: Alínea, 2008.

BURKE, Peter. *A escola dos Annales (1929-1989): a revolução francesa da historiografia*. Tradução de Nildo Oda-
lia. 2.ed. São Paulo: Ed. Unesp, 2010.

GLOBAL RESOURCES NETWORK. Cen-
ter for Libraries. *Provincial Presidential
Reports (1830-1930)*. Disponível em:
<[http://www-apps.crl.edu/brazil/pro-
vincial](http://www-apps.crl.edu/brazil/prov-
vincial)>. Acesso em: 17 maio 2018.

LUCA, Tania R. de. Fontes impressas:
história dos, nos e por meio dos periód-
icos. In: PINSKY, Carla B. (Org.). *Fontes
históricas*. São Paulo: Contexto, 2005. p.
111-154.

LUCHESE, Terciane A. Modos de fazer
história da educação: pensando a ope-
ração historiográfica em temas regio-
nais. *História da Educação*, Porto Ale-
gre, v. 18, n. 43, p.145-161, 2014.

REHEG (Rede de Estudos de Histó-
ria da Educação de Goiás). *Misce-*

*lânea Matutina Meiapontense de
1830*. Goiânia: FE/UFG, [2010]. Dis-
ponível em: <[http://200.137.218.134/
uploads/2/0/2065/Matutina_1830_-_
corrigido.pdf](http://200.137.218.134/
uploads/2/0/2065/Matutina_1830_-_
corrigido.pdf)>. Acesso em: 17 maio
2018.

_____. Faculdade de Educação da Uni-
versidade Federal de Goiás. *Acervo do-
cumental da Reheg*. Goiânia: FE/UFG,
[2011]. Disponível em: <[https://reheg.
fe.ufg.br/n/30886-acervo-documental-
-da-reheg](https://reheg.
fe.ufg.br/n/30886-acervo-documental-
-da-reheg)>. Acesso em: 17 maio 2018.

RIBEIRO, Tatiane S. F. *"Ilumina o país
em que nasceste": instrução e civiliza-
ção na imprensa goiana – A Matutina
Meiapontense (1830-1834)*. 95f. 2016.
Dissertação (Mestrado em Educação) –
Programa de Pós-Graduação em Edu-
cação, Universidade Federal de Goiás,
Goiânia, 2016.

ZICMAN, Renée B. História através da
imprensa: algumas considerações me-
todológicas. *Projeto História*, São Paulo:
Pontificia Universidade Católica de São
Paulo: Programa de Estudos Pós-Gra-
duados em História: Educ, v. 4, p. 89-
102, 1985.

Representações sociais de leitura e de leitor de professores de um câmpus do IFG

Helena Clara Reis Monteiro
Cristiane Alvarenga Rocha Santos

Resumo

Concebendo a leitura como uma prática ou um tema comum na esfera escolar, e a sala de aula como um espaço em que circulam diversas representações sociais acerca dessa prática social, esta pesquisa coloca a seguinte questão: quais as representações da leitura e do leitor de professores de um câmpus do IFG? Para responder a essa questão, elencamos como objetivos: conhecer e descrever a história de leitura dos professores participantes da pesquisa; conhecer e descrever as práticas de leitura desses professores dentro e fora do ambiente escolar; analisar de que modo a história de leitura e as práticas de leitura passadas e atuais do professor contribuem para as suas representações sociais da leitura e do leitor; refletir sobre a importância

da concepção de leitura e de leitor do professor para a sua prática docente. Caracterizando-se como uma pesquisa qualitativa, optamos pelo método do estudo de caso, visto que pretendemos investigar as representações de leitura e de leitor de um grupo determinado de professores. A geração dos dados e sua análise foram realizadas à luz dos estudos sobre “representações sociais”, de “práticas de leitura” e de “dialogismo” e nos revelaram concepções distintas de “leitura”, desde leitura como técnica, como decodificação até leitura como atividade que desenvolve o pensamento crítico. Esses dados, entre outros, nos conduzem a uma reflexão acerca da história de leitura desses docentes e como essa história pode influenciar em sua prática.

Palavras-chave: Representação social. Leitura. Leitor. Professor. IFG.

Introdução

Representamos a realidade por meio da linguagem. Essa representação, no entanto, não resulta de uma atividade individual e subjetiva,

mas de relações que estabelecemos uns com os outros nas diversas situações comunicativas das quais participamos. Por meio da linguagem, como dizia Bakhtin (2006), interagimos em sociedade, e essa troca contribui para o modo como significamos os seres, os objetos, as ações, os comportamentos e os conceitos, por exemplo.

Pensando nas circunstâncias de sala de aula, o professor e o aluno constituem-se sujeitos sociais e históricos que devem interagir, produzindo significados seja para os conceitos específicos da disciplina, seja para as ações que envolvem a(s) função(ões) e o(s) modo(s) de agir do futuro profissional. Esses significados, portanto, são construídos com base nas representações que esses sujeitos trazem consigo historicamente, mas também são ressignificados nas interações verbais.

Partindo dessa compreensão e assumindo a leitura como uma prática social que ocupa, entre muitos outros, o espaço acadêmico, acreditamos que a concepção de leitura e de leitor que, tanto professor quanto aluno trazem para a sala de aula influencia no modo como lidam com a construção do conhecimento, especialmente quando refletimos sobre a prática docente de professores engenheiros e arquitetos que lecionam para cursos na área de Construção Civil.

Desse modo, a questão que motivou nossa pesquisa foi: quais as representações de leitura e de leitor de professores de um câmpus do IFG? Para respondê-la, elencamos os seguintes objetivos: conhecer e descrever a história de leitura dos professores participantes da pesquisa; conhecer e descrever as práticas de leitura desses professores dentro e fora do ambiente escolar; analisar de que modo(s) a história de leitura e as práticas de leitura passadas e atuais do professor contribuem para as suas representações sociais de leitura e de leitor; refletir sobre a importância da concepção de leitura e de leitor do professor para a sua prática docente.

Ao longo do texto, buscaremos descrever e problematizar parte dos dados gerados durante a investigação. Antes, porém, apresentaremos uma breve discussão do referencial teórico no qual embasamos nossa pesquisa.

A teoria das representações sociais e seu diálogo com os estudos discursivos

Concebendo o sujeito como um ser social e histórico que constrói o conhecimento tanto em contextos formais quanto informais, acreditamos que, quando é produzido em sala de aula, esse conhecimento pode levar o aluno a reafirmar ou a transformar sua visão de mundo. Desse

modo, a imagem do professor e os discursos por ele partilhados em sala de aula contribuem para a formação do aluno. Nesse sentido, constatamos que a leitura perpassa as mais distintas áreas de conhecimento, ainda que a forma como a processamos cognitivamente possa diferir, bem como as práticas de leitura (CHARTIER, 2002) possam variar conforme a comunidade de leitores (CHARTIER, 1999). Assim, acreditamos que as representações sociais dos professores sejam distintas – pois, como dissemos, somos seres sociais e históricos – e que essas representações circulem em diversas situações, inclusive na sala de aula. Considerando a importância da leitura e do desenvolvimento de suas práticas na sociedade em que vivemos, pensamos que o modo como o professor a aborda em sala de aula também pode ser um fator influenciador do comportamento leitor do aluno, o que pode trazer consequências negativas para a sua formação, independentemente da área de conhecimento. É preciso refletir sobre o que os professores concebem como leitura e o que é ser leitor e não simplesmente pedir que os alunos leiam, ou dizer que, em sua área de conhecimento, a leitura não tem espaço e, portanto, não é possível ser leitor. Partir da investigação das representações de leitura e de leitor dos professores é uma forma – não é a única e nem a determinante – de refletir sobre a formação que estamos proporcionando aos alunos de nossas instituições.

Matêncio (2006), ao estudar a Teoria das Representações Sociais (TRS), fez algumas críticas à perspectiva de Moscovici, que compreendia as representações sociais como conjuntos dinâmicos cuja “característica é a produção de comportamentos e de relações com o meio, é uma ação que modifica a ambos e não uma reprodução destes comportamentos ou destas relações, nem uma reação a um estímulo exterior dado” (MOSCOVICI, 1979, p. 6, tradução nossa). Segundo a pesquisadora, essa definição das representações sociais (RS) constitui muito mais uma definição das funções que a linguagem desempenha, numa tentativa de diferenciá-la de seus processos representacionais. Além disso, afirma que a ênfase da TRS recai mais sobre o social, enquanto outras, como as propostas por Abric, Doise e Mugny (apud SÁ, 1998), tendem mais para o cognitivo. A ideia defendida pela pesquisadora, portanto, seria a de uma articulação entre o social e o cognitivo, partindo de um referencial sociointeracionista dos estudos da linguagem que procura

explicar como o homem significa e se significa nas relações com os outros, procurando, ainda, descrever e explicar como a significação se constrói sem-

pre em processos de interação, nos quais a ação individual – simbolicamente construída – implica e é implicada pela/na ação social. (MATÊNCIO, 2006, p.34)

Sendo assim, ela propõe que as representações sociais (RS) possuem uma face cognitiva, composta por operações mentais e linguísticas realizadas pelos indivíduos – o que pode corresponder ao que Moscovici denominou como “ancoragem” – e uma face social, que caracteriza as práticas languageiras intersubjetivas, as interações sociais – que se assemelham ao processo de “objetivação”, visto que, a partir da ancoragem, durante as trocas languageiras, os indivíduos partem para uma objetivação dessas RS. Logo, o ideal seria associar à TRS uma análise discursiva e interacionista das representações nos discursos, já que são neles que essas representações virão “à tona” na forma de objetos de discurso, revelando também a identidade dos sujeitos que interagem entre si. Assim

o estudo das formas de categorização e recategorização de objetos de discurso deveria dar conta de identificar os efeitos das representações sociais na construção dos papéis sociais e comunicativos dos sujeitos, assinalando suas funções identitárias nos movimentos de objetivação e subjetivação que manifestam. Este estudo deveria, ainda, focalizar os movimentos em que o recurso a uma determinada forma languageira funciona como estratégia para ser compreendido ou para vincular-se a/distinguir-se de grupos ou determinadas práticas sociais. (MATÊNCIO, 2008, p.7).

De acordo com Charaudeau e Maingueneau (2004), as RS sempre estiveram associadas, na Análise do Discurso, às noções de “interdiscursividade” e “dialogismo”. Eles explicam que o processo de subjetivação consiste na construção dos próprios sujeitos durante as atividades de interação. Em concordância com Matêncio (2006, 2008), diremos que se trata de uma co-construção, pois dois sujeitos engajam-se, construindo, em uma ação conjunta, objetos discursivos (ancoragem e objetivação) e, consequentemente, a si mesmos como sujeitos deste ou daquele discurso (subjetivação).

Orvig (2003), partindo de uma teoria semiolinguística, também percebe o discurso como um lugar de construção identitária dos sujeitos, sendo possível identificar quem é esse sujeito que fala/escreve (não o sujeito de “carne e osso”) e de onde fala/escreve, seu posicionamento em relação ao que enuncia, a quem enuncia e de que modo enuncia. As RS dos sujeitos, portanto, poderiam ser resgatadas a partir das interações estabelecidas entre os indivíduos por meio do discurso.

Py (2000) afirma que a TRS não é suficiente para o estudo das representações sociais, pois não leva em conta o papel que a linguagem desempenha no processo de construção, difusão e transformação dessas representações, reduzindo o fenômeno ao domínio ou do cognitivo ou do social. Segundo ele, “as ações ou os discursos possuem propriedades específicas essenciais à existência disso que chamamos RS” (PY, 2000, p.11, tradução nossa).

A partir disso, o pesquisador afirma que as RS são constituídas de “representações de referência” (RR) e “representações de uso” (RU). As primeiras, referem-se a um enunciado que aciona uma memória discursiva durante uma interação, a qual se torna um ponto comum a todos os indivíduos envolvidos nessa troca. Segundo Py (2000, p.16, tradução nossa), as RR “são constituídas de crenças reconhecidas ou reputações reconhecidas pelo conjunto dos membros de um grupo qualquer, independentemente do fato de que os membros em si mesmos aderem ou não”. As RU caracterizam-se pelas diferentes posições que um participante pode assumir durante a interação, podendo ser provocadas ou sugeridas pelas RR. “Ao se elaborarem, elas se socializam na medida em que conseguem chegar a uma versão que faz o objeto de um consenso explícito ou tácito” (PY, 2000, p.16, tradução nossa).

Tratando mais especificamente da Análise do Discurso, diremos, em linhas gerais, que é uma área de estudo que toma o discurso como seu objeto, a partir da observação de marcas linguísticas e enunciativas reveladoras dos papéis dos sujeitos que participam de uma interação, de seus posicionamentos diante das mais variadas situações comunicativas, entre muitos outros fenômenos da linguagem que emergem das práticas sociais. Orvig (2003, p. 272, tradução nossa) afirma que o discurso

constitui-se, em primeiro lugar, em uma instância de funcionamento da linguagem, o produto de uma enunciação particular, oral ou escrita, em uma situação ou um quadro interlocutivo dado [...], se realiza em um quadro de trocas efetivas e imediatas entre dois interlocutores [...], mas pode igualmente se dar à distância [...] ou sobre um plano memorial ou imaginário [...].

Quando a pesquisadora usa a expressão “enunciação particular”, parece retomar a noção benvenistiana de que um mesmo enunciado terá um sentido único em cada enunciação de que fizer parte, caracterizando-se como um evento comunicativo singular: “cada atividade de linguagem é reinventada pelos interlocutores a cada encontro. Cada atividade

possui seu jogo, seus objetivos, sua ancoragem social, determinada pelos encadeamentos discursivos dos participantes e modos específicos" (ORVIG, 2003, p. 274, tradução nossa).

Outra faceta do discurso é o caráter dialógico que apresenta, pois o sentido se constrói nas interações, nos saberes, nos valores e nas experiências socialmente partilhados por meio dos discursos. Assim, as palavras são carregadas por esses discursos, que levam, por sua evocação, o locutor a interpretá-las de certa maneira, o que revela que esses conhecimentos e experiências, tratados pela autora como "pré-construídos", podem trazer uma "carga" argumentativa com base nas crenças dos sujeitos. Além disso, os gêneros discursivos podem ser considerados como pré-construídos, na medida em que apresentam certa regularidade de características que permitem aos interlocutores co-construírem um sentido para o discurso que produzem.

A partir de fenômenos como a categorização e a modalização, também podemos recuperar a identidade desses sujeitos. A categorização é um processo pelo qual os indivíduos constroem os objetos do discurso, partindo do seu ponto de vista, de sua interpretação da realidade. Para Orvig (2003), essa interpretação não se restringe apenas a objetos isolados, mas também a experiências, acontecimentos e relações, por exemplo. Já a modalização o olhar dos sujeitos por meio de verbos, de predicativos, de marcas metadiscursivas, modalidades apreciativas, avaliativas, entre muitas outras.

Metodologia

Tendo em vista os objetivos elencados, partimos de uma abordagem qualitativa, pois a pesquisa "privilegia a análise de microprocessos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais, realizando um exame intensivo dos dados, e caracterizada pela heterodoxia no momento de análise" (MARTINS, 2004, p.289). Uma pesquisa qualitativa pode valer-se de métodos e técnicas diversos, que serão escolhidos de acordo com o que está sendo investigado. No caso desta pesquisa, optamos pelo método do estudo de caso, que "constitui uma investigação de uma unidade específica, situada em seu contexto, selecionada segundo critérios predeterminados e, utilizando múltiplas fontes de dados, que se propõe a oferecer uma visão holística do fenômeno estudado" (ALVES-MAZZOTTI, 2006, p. 650).

Quanto à seleção dos participantes da pesquisa, optamos pelo grupo de professores que ministram as disciplinas da área específica de

Construção Civil por diversos motivos, entre eles a facilidade de contato das pesquisadoras com os docentes dos cursos da área, sendo, inclusive, a bolsista de iniciação científica (PIBIC) estudante do curso de Engenharia Civil. Também contribuiu para isso o fato de uma das pesquisadoras lecionar a disciplina “Língua Portuguesa” nos cursos da área e, muitas vezes, ouvir, informalmente, comentários dos alunos dos docentes sobre suas práticas de leitura e escrita. Esses comentários nos instigaram a realizar uma investigação que mostrasse quais seriam, de fato, as representações sociais de leitura e de leitor daqueles docentes. Ao fazer um levantamento, verificamos que, à época, o câmpus contava com 9 professores da área de Construção Civil, no entanto apenas sete deles entregaram o questionário e somente seis entregaram o memorial.

Como técnicas, escolhemos utilizar os gêneros discursivos memorial e questionário. A primeira etapa da pesquisa consistiu na produção de um memorial de leitura. O uso do memorial como técnica de pesquisa deveu-se à necessidade de conhecer e compreender a história dos professores com a leitura. Nesta etapa, eles foram orientados a relatar, em uma folha de papel, sua história de leitura de forma livre, abordando, por exemplo, quando começaram a ler, quem os incentivou a ler, o que gostam de ler, em quais lugares leem. Após redigirem, os sujeitos da pesquisa nos entregaram os memoriais por via impressa ou por e-mail. Esse instrumento foi utilizado a fim de complementar os dados gerados no questionário.

Na segunda etapa, foi aplicado um questionário com o objetivo de conhecer, de forma ampla, a história dos professores participantes da pesquisa neste câmpus do Instituto Federal de Goiás, e, especialmente, suas práticas de leitura e seus modos de ler o que liam e/ou leem. Após a coleta, esses dados foram tabulados e cruzados a fim de quantificar alguns deles e relacioná-los entre si.

Na última etapa, analisamos os dados dos memoriais e do questionário separadamente, partindo de uma concepção discursiva de análise das representações sociais manifestadas no discurso dos participantes da pesquisa. Em seguida, tentamos cruzar esses dados para verificar de que forma as informações se complementavam ou se contrapunham.

Análise das representações sociais de leitura e de leitor

Conforme apresentamos na seção anterior, nosso *corpus* de análise é constituído pelo conjunto de seis memoriais de leitura e sete questionários,

os quais abordaremos a partir de agora. Nossa análise partirá de uma interlocução, como já apontamos no início deste texto, entre a Teoria das Representações Sociais e os estudos discursivos. Assim, buscaremos mostrar quais representações sociais emergem no discurso dos professores que participaram da pesquisa e como se deu essa emergência. Nossa intenção é mostrar como representações sociais se manifestam linguisticamente no discurso desses professores.

A seguir, transcrevemos trechos do memorial do Professor 1:

Atualmente, quero retornar a ler livros de temas diferentes da área em que atuo. Considero a leitura algo de extrema importância para a formação do indivíduo, e principalmente para melhorar a escrita dos profissionais, algo que é bastante criticado na área da Engenharia Civil, onde os mesmos possuem dificuldade em emitir relatórios e laudos técnicos. [...] Em 1994, aos 5 anos de idade, entrei no Colégio C onde cursei o Jardim II até a 1ª série (1996). Neste período, a professora foi a pessoa que me ensinou a ler e fazia isso de forma dinâmica e prazerosa, saíamos para fora e liamos histórias ao ar livre no pátio da escola. [...] Em 2004, fui para o colégio S.A., onde comecei a focar mais na área que queria seguir em minha carreira, as exatas. Nesta fase, a minha leitura se concentrou nos livros sugeridos para vestibular, e não lia outros livros por conta própria. Não que gostava, mas era necessário para atingir os objetivos almejados, o que tornou esta fase um pouco mecânica ao invés de prazer de leitura. (Professor 1, grifo nosso)

Podemos perceber, no relato do Professor 1, a presença da representação social (doravante RS) de que quem lê escreve bem, e vice-versa. Vemos também, interligado a essa compreensão, a RS de que engenheiro não escreve bem porque não lê. Além disso, o professor cita que seu contato com a leitura de forma prazerosa aconteceu na infância, o que também é uma RS bastante presente na sociedade. Também é recorrente a RS de que os livros sugeridos para vestibular tornam a leitura mecânica e nada prazerosa. Em relação a esses livros, vale salientar a RS de que são lidos em função de um objetivo específico.

Nos relatos do Professor 2, vemos que ele se ancora na RS de que a leitura precisa de uma motivação e precisa ter uma utilidade. Logo depois, ele ressalta suas escolhas como leitor considerando a proximidade com sua área de atuação, uma RS bastante técnica.

Por sempre ter afinidade por lógica matemática e solução de problemas [...] comecei a ler o livro Código da Vinci, de Dan Brown. [...] E é interessante observar como a investigação policial tem proximidade com o contexto da

engenharia [...] motivada pelo meu interesse por física e astronomia foi a vez do Universo numa casca de noz, de Stephen Hawking. [...] A concepção estrutural e a arquitetura, em especial, me marcou mais que os outros, utiliza do dia a dia das pessoas para aproximar do leitor e proporcioná-lo conhecer os preceitos básicos de estruturas. (Professor 2, grifo nosso)

Já o Professor 3 apresenta RS distintas acerca da leitura e do que é ser leitor, como podemos ver logo abaixo:

Leio por necessidade não por gostar, admiro quem faz isso por prazer [...] Tentei depois de mais velho isso tipo meus 16 anos, ser um leitor por vocação [...] minhas leituras são muito pela necessidade de estudo, gostaria de ter o prazer de ler [...] (Professor 3, grifo nosso)

Nos relatos do Professor 3, vemos uma frustração por não gostar de ler, que nos faz pensar em uma RS bastante presente na sociedade, de que a leitura traz diversos benefícios e que é necessário ter gosto pela leitura. Vemos o conceito de leitor por vocação, uma RS de que o gosto pela leitura é algo que nasce com o indivíduo. Porém, esse mesmo conceito se contradiz quando ele diz que tentou ser um leitor por vocação, visto que, se não nasceu com isso, não é possível reverter o fato de não ter nascido com essa característica. Vemos também um esforço, da parte do professor, em tentar desenvolver o gosto pela leitura, aqui mais uma vez presente a RS de que gostar de ler é algo bom, a leitura abre portas, e tantas outras afirmações nessa linha de pensamento presentes na sociedade. Por último, vemos a RS da leitura por necessidade.

Em seu memorial, o Professor 4 evoca uma memória afetiva nos primeiros contatos com a leitura, e denota uma RS de que leitura envolve gosto, o qual associa ao tempo que passava na biblioteca. Temos presente a RS de que, ao dar continuidade à formação, no caso um mestrado, não existe mais espaço para livros literários, somente para livros técnicos, como podemos conferir neste excerto:

Eu me sentava no colo dele [o avô], lia as manchetes e verificava se ele aprovava a minha pequena leitura. [...] Frequentava a biblioteca pública de Belo Horizonte pertinho da minha casa. Lá eu ficava horas e horas olhando os livros escolhendo e levando para ler em casa. [...] Li, neste período [faculdade] muitos e muitos livros, dos mais variados assuntos, tais como: aventuras, romances, ficção. Eu lia com muita assiduidade. E assim continuei a ler sempre, até que iniciiei o curso de mestrado, e abandonei os romances, ficções e aventuras para me dedicar apenas aos conteúdos específicos da minha área. (Professor 4, grifo nosso)

Nos relatos do Professor 5, percebemos a RS de que aquele que recebe um incentivo para ler mais adquire gosto pela leitura. Esse incentivo se deu pela família e pela escola. Ele evoca a RS de que, a partir desse incentivo, leu com frequência e tomou gosto pela leitura. Também vemos a RS de que é preciso ter contato com diversos tipos de leitura para encontrar aquele com que mais se identifique. Depois, ancora-se numa RS de que, na época que Agatha Christie escreveu seus livros, era muito difícil ser mulher e uma escritora de sucesso ao mesmo tempo. Por último, fala sobre a RS de que, quando lemos um livro bom, parece que nenhum outro o superará.

[...] desde pequena sempre gostei muito de ler. Creio que isso se deve ao incentivo dos meus pais [...] as escolas em que estudei, de uma forma ou de outra, também sempre procuravam incentivar a leitura. [...] No ensino fundamental tive acesso, também por meio da escola, aos livros do Pedro Bandeira. [...] Nesse clube havia uma biblioteca na qual “perdi” horas e horas lendo. [...] Minha mãe me apresentou os livros da Poliana, da Eleanor H. Porter, que na época me interessei bastante, mas ainda não tinha descoberto de que tipo de livro eu realmente gostava. Foi só ao mexer nas estantes do meu pai e me deparar com Agatha Christie que realmente me encontrei. [...] Agatha Christie ainda fez duas coisas que, a meu ver, foram sensacionais. A primeira foi se destacar no mundo literário, sendo mulher [...] Essa história foi a primeira a me deixar “órfã” ao fim da leitura, tendo em vista que após ler os quatro livros das brumas e mais três sobre o mundo de Avalon eu pensava que nunca mais me interessaria por história alguma. (Professor 5)

Ao relatar suas experiências com a leitura, o Professor 6 evoca a RS referente ao incentivo à leitura como tentativa de proporcionar prazer, mas, no seu caso, esse incentivo não teve sucesso. Para ele, a leitura não se resume a livros, há também as revistas e os jornais. Percebemos que o estímulo específico teve uma consequência, pois, por meio das revistas assinadas pelos pais, esse professor começou a apreciar esse tipo de material, o que não aconteceu com os livros literários. Ao relatar sobre seu contato com a leitura técnica, reproduz, em seu discurso, uma RS negativa a respeito disso, pois não lhe agrada ter como prática somente a leitura mais técnica. Por fim, o professor evoca como RS a importância da leitura na formação do indivíduo.

Desde pequeno vivencio o contato que meus pais têm com a leitura, cada qual com seu hábito e suas preferências, mas fazendo dos livros parte de suas rotinas. [...], *no entanto, mesmo com toda essa vivência a pessoa aqui*

não desenvolveu o gosto e interesse pela leitura, falo com pesar, pois gostaria de ter tal apreço pelos livros. [...] Depois de aprender a ler, meu contato com a leitura se dava através das revistas que meus pais assinavam para mim, lia bastante Recreio e Mundo Estranho. [...] Já na minha adolescência, continuei com a leitura das revistas e jornal que tinha acesso, mas minha paixão eram os artigos do site How Stuff Works. Quando fui prestar vestibular, precisei desenvolver um pouco mais meu hábito de ler, além de ler e estudar física, geografia, matemática, etc., lia os resumos das obras literárias (que vergonha!). [...] Quando se trata de arte literária, como já disse não tenho muito contato, nem muito gosto [...] Posto isso, percebo que meu perfil de leitura se aproximou muito para a área técnica – não agrado muito disso, se voltarem a realizar essa pesquisa daqui um tempo, espero ter mudado – da engenharia e exatas, ficando mais atento aos livros, revistas e periódicos da área. (Professor 6, grifo nosso)

Os excertos dos memoriais de leitura nos permitiram conhecer e descrever a história de leitura dos professores participantes da pesquisa. Em seus relatos emergem objetos, espaços e modos de ler que revelam representações do que é a leitura e do que significa ser leitor. Considerando que essas representações de leitura e de leitor se materializam nos discursos em sala de aula, é preciso verificar, em um outro momento, a influência que elas exercem na interação verbal entre professor e alunos durante as aulas de disciplinas da área específica de Construção Civil. Essa investigação se faz necessária tendo em vista a importância de romper estereótipos como o de que “engenheiros ou estudantes de engenharia não leem” ou, simplesmente, o de que a leitura é uma prática dispensável em cursos da área de exatas.

Os questionários aplicados na segunda etapa da pesquisa nos forneceram dados acerca das práticas de leitura dentro e fora do ambiente escolar do grupo de professores investigado, o que os possibilitou analisar de que modo(s) a história de leitura e as práticas de leitura passadas e atuais do professor contribuem para as suas representações sociais de leitura e de leitor, como podemos ver nas tabelas de 1 a 3. Para fins de análise, consideramos apenas os cinco questionários dos professores que também entregaram os memoriais, por acreditarmos que, para uma reflexão mais contundente, seria mais adequado efetuarmos esse recorte.

A Tabela 1 traz informações acerca do “gosto pela leitura” dos professores. Embora o “gosto” pela leitura esteja associado a uma prática prazerosa, sabemos que há práticas de leitura que não se constituem como entretenimento ou como objeto de fruição. É interessante observar que nenhum dos participantes assumiu “não gostar” de ler, mas quase metade

afirmou gostar “mais ou menos”. Nossa hipótese interpretativa, inclusive com base em outros dados, é de que a leitura, para parte dos professores pesquisados, muitas vezes, é obrigatória com o objetivo de preparar aulas, por exemplo, visto que a maioria afirma ler para estudar.

TABELA 1

Gosto pela leitura

Respostas	Número parcial de respostas	%
Gosto mais ou menos	2	40
Não gosto	0	0
Gosto muito	3	60

Na Tabela 2, observamos que a maioria dos professores pesquisados considera a leitura como “fonte de conhecimento e atualização profissional” e “uma atividade entediante”. Esses dados contradizem, de certa forma, os dados da Tabela 1, em que a maioria diz gostar de ler, contudo confirmam representações de leitura presentes nos memoriais de leitura, quando alguns deixam clara a relação direta entre a leitura e a profissão docente.

TABELA 2

Significado de “leitura”

Respostas	Número parcial de respostas
Fonte de conhecimento e atualização profissional	3
Fonte de conhecimento para a vida	2
Fonte de conhecimento para a escola	1
Uma atividade interessante	1
Uma atividade entediante	3
Uma atividade prazerosa	0
Ocupa muito tempo	0
Prática obrigatória	0
Produz cansaço/ Exige muito esforço	0
Outros	0
Não sabe	0

Os dados apresentados na Tabela 3 demonstram os motivos pelos quais os professores pesquisados leem menos na atualidade. A resposta

dada pela maioria é a “falta de tempo”, a qual pode estar atrelada a uma justificativa comum dada, principalmente, por pessoas que remetem a leitura a uma prática prazerosa com finalidade de entreter. Nesse sentido, as outras práticas de leitura são esquecidas, pois muitos leem para preparar aulas, para comporem bancas de trabalhos de conclusão de curso e para orientarem pesquisas, por exemplo. A falta de tempo também pode estar relacionada a outros objetos de leitura que não seja apenas o texto literário ou o jornalístico, mas também o científico ou o didático. Por meio de uma análise mais aprofundada e do cruzamento dos dados, acreditamos que poderíamos afirmar com mais certeza o significado dessa “falta de tempo”.

TABELA 3

Motivos para ler menos na atualidade

Respostas	Número parcial de respostas
Falta de tempo	3
Desinteresse/ não gosta de ler	1
Prefere outras atividades	0
Não sei	1
Não tem paciência para ler	0
Só lê quando é exigido	0
Tem limitações físicas (visão)	0
Lê muito devagar	0
Não tem concentração para ler	0
Tem dificuldades de compreensão ao ler	0
Livro é caro	0
Não tem onde comprar	0
Não há bibliotecas por perto	0

Considerações finais

Em nossa análise das representações de leitura, observamos que os docentes revelaram concepções distintas de “leitura”, desde leitura como técnica, como decodificação até leitura como atividade que desenvolve o pensamento crítico. Essas representações do que seja leitura ancoram-se socialmente em dois discursos que se confrontam socialmente, seja dentro ou fora da sala de aula.

Além disso, predomina a menção a livros, o que se ancora em uma representação de que o livro é o objeto de leitura por excelência. Observamos, ainda, a retomada de uma representação de que a leitura na escola é uma atividade obrigatória, necessária, com algumas exceções, as quais demonstram que, dependendo do modo como a leitura é “apresentada” às crianças desde cedo, é possível construir uma representação diferente do ato de ler. Os participantes demonstraram ter sido introduzidos no universo das práticas de leitura em situação de grande afetividade, enquanto outros trouxeram memórias de uma relação difícil e autoritária com essas práticas. Tais representações, que aparecem no presente dos questionários ou tentam ser ressignificados ao descobrir, ao longo da vida, que as práticas de leitura são mais diversas do que o que se conhecia na infância.

Por fim, esses dados nos conduzem a uma reflexão acerca da história de leitura desses docentes e como ela pode influenciar na sua prática. Os dados nos permitiram conhecer as representações de leitura do grupo de docentes pesquisados, e se essas representações foram ressignificadas no decorrer de suas histórias.

Os autores

Helena Clara Reis Monteiro

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Uruaçu/Bacharelado em Engenharia Civil – Pibic, hcrmonteiro@outlook.com

Cristiane Alvarenga Rocha Santos

Instituto Federal de Goiás/Câmpus Uruaçu/Departamento de Áreas Acadêmicas, cristiane.santos@ifg.edu.br

Referências

- ALVES-MAZZOTI, Alda J. Usos e abusos dos estudos de caso. *Cadernos de Pesquisa*, v. 36, n. 129, p.637-651, set./dez. 2006.
- BAKHTIN, Mikhail M. (VOLOSHÍNOV). *Marxismo e filosofia da linguagem*. Tradução de Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.
- CHARAUDEAU, Patrick.; MAINGUE-NEAU, Dominique. *Dicionário de análise do discurso*. São Paulo: Contexto, 2004.
- CHARTIER, Roger. Comunidades de leitores. In: _____. *A ordem dos livros: leitores, autores e bibliotecas na Europa entre os séculos XIV e XVIII*. Tradução de Mary Del Priori. Brasília: UnB, 1999. p.11-31.
- _____. *A história cultural: entre práticas e representações*. Tradução de Maria Manuela Galhardo. 2.ed. Lisboa: Difel, 2002.
- MARTINS, Heloisa. H. T. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. *Educação*

e *Pesquisa*, São Paulo, v.30, n.2, p.289-300, maio/ago. 2004.

MATÊNCIO, Maria L. M. Práticas de leitura e escrita: abordagens discursivas das representações sociais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRÁTICAS ESCRITAS NA ESCOLA: LETRAMENTO E REPRESENTAÇÃO, 2., 2006, São Paulo. *Anais eletrônicos...* São Paulo: USP, 2006. 1 CD-ROM.

_____. Gêneros do discurso e apropriação de saberes: (re)conhecer as práticas languageiras em sala de aula. *Linguagem em (dis)curso*, v.8, n.3, p.541-562, set./ dez. 2008.

MOSCOVICI, Serge. Les representations sociales: un concepte perdido. In:

_____. *El psicoanálisis, su imagen y su publico*. 2.ed. Buenos Aires: Huemul, 1979.

ORVIG, Anne S. Éléments de sémiologie discursive. In: MOSCOVICI, Serge; BUSCHINI, Fabrice (Org.). *Les méthodes des sciences humaines*. Paris: PUF, 2003.

PY, Bernard. Représentations sociales et discours: questions épistémologiques et méthodologiques. *Tranel: Travaux Neuchâtelois de Linguistique*, Université de Neuchâtel, n. 32., p.5-20, 2000.

SÁ, Celso P. *A construção do objeto de pesquisa em representações sociais*. Rio de Janeiro: UERJ, 1998.

Representações sobre a deficiência intelectual em pesquisas científicas *stricto sensu* no Brasil

Kamila Evelyn Martins Marques
Gérlia Santos Soares
Raclene Ataíde de Faria

Resumo

Neste trabalho, propomos compor, por meio de uma pesquisa exploratória, um panorama geográfico, cronológico e conceitual das representações sobre a deficiência intelectual em pesquisas científicas que tenham sido defendidas entre os anos de 2013 e 2016 em programas de pós-graduação *stricto sensu* de universidades federais brasileiras nas áreas disciplinares de Ciências da Saúde, Direito, Educação, Psicologia e Sociologia. Segundo a American Association on Intellectual and Developmental Disabilities (2010), a deficiência intelectual é definida como o conjunto de limitações no funcionamento intelectual e no comportamento adaptativo do indivíduo, abrangendo as habilidades sociais e as práticas cotidianas, com ocorrência anterior aos 18 anos de idade. Historicamente, as representações sobre a deficiência intelectual têm

se assentado em concepções preconceituosas, cujas práticas passaram por várias mudanças da Antiguidade aos dias atuais. A coleta de dados revelou: importante disparidade na quantidade de universidades federais e de programas de pós-graduação por estado e por região; elevada concentração de pesquisas sobre a deficiência intelectual na área da Educação na Região Sudeste, especialmente em São Paulo; ausência de pesquisas sobre a deficiência intelectual na área do Direito em todo o país e na Região Norte em algumas das áreas disciplinares observadas; significativa consonância entre as áreas na elucidação da deficiência e nas representações sobre a deficiência intelectual; dissonâncias significativas acerca das representações sobre a deficiência intelectual na área de Ciências da Saúde em relação às demais áreas.

Palavras-chave: Deficiência intelectual. Pesquisa científica. Representações.

Introdução

Esta pesquisa derivou de duas constatações: de que os saberes científicos sobre a deficiência intelectual se constituíram mais tardiamente que o percebido em relação a outras deficiências e de que, em pleno século XX, ainda vigoravam explicações preconceituosas sobre a deficiência intelectual sob o invólucro de científicas (LOBO, 2015; PESSOTTI, 2012; SILVA, 1986). Assim, o estudo foi realizado com o intento de conhecer as representações que, em âmbito nacional, têm sido construídas sobre a deficiência intelectual e de estabelecer colaboração recíproca com a pesquisa “Autorrepresentação de pessoas com deficiência intelectual: a concepção sobre a deficiência e os ‘sonhos’ para o futuro”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal de Goiás.

O percurso investigativo sobre as representações científicas contemporâneas da deficiência intelectual no Brasil no âmbito da pós-graduação *stricto sensu* obedeceu a duas delimitações para a seleção das pesquisas: serem oriundas da área do conhecimento de Ciências da Saúde e das áreas disciplinares do Direito, da Educação, da Psicologia e da Sociologia e terem sido defendidas em universidades federais brasileiras entre os anos de 2013 e 2016.

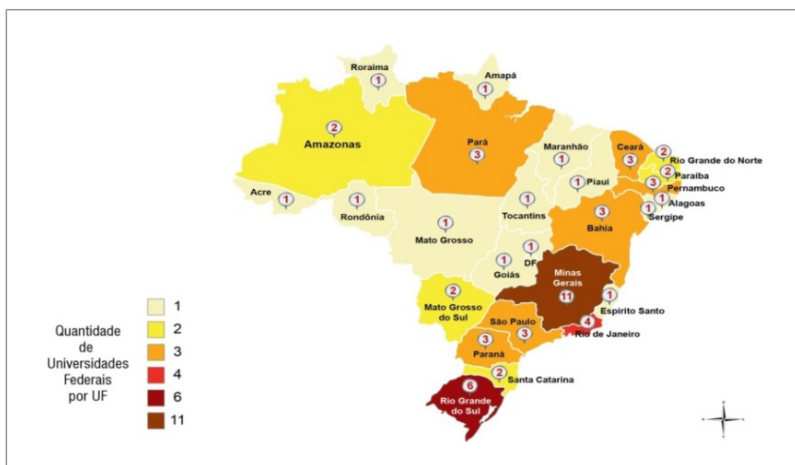
A escolha por essas áreas ancorou-se na percepção de que historicamente os meios jurídico, educacional e da saúde têm exercido um importante papel nas relações recíprocas entre as práticas e as representações sociais elaboradas sobre as pessoas com deficiência intelectual. A inclusão da Sociologia considerou o grande potencial dessa área para a construção de um conjunto de saberes inter e transdisciplinares sobre a deficiência intelectual, mediante a problematização dos condicionantes sociais da exclusão e do preconceito e de seus efeitos para a sociabilidade, como também para o desenvolvimento pessoal das pessoas com deficiência.

A delimitação temporal no período de 2013 a 2016 teve como objetivo o acesso às produções científicas mais atuais, que, talvez, ainda não tenham sido publicadas em forma de livros e/ou artigos. Em 2015, foi realizado um mapeamento de todas as universidades federais brasileiras e dos programas de pós-graduação (PPGs) nas áreas elegidas para compor esta pesquisa. Após esse mapeamento, foi feita uma busca pelas teses e dissertações que, defendidas nesses programas no referido período, tiveram como temática a deficiência intelectual. Compôs-se, assim, um panorama geográfico, cronológico, disciplinar e conceitual das representações encontradas, com vistas a identificar as consonâncias e as dissonâncias disciplinares e transdisciplinares entre elas.

Lócus da produção científica *stricto sensu* no Brasil

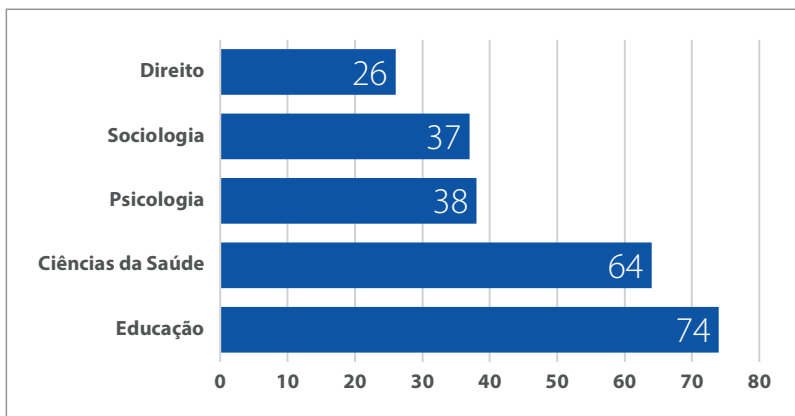
A partir do levantamento de dados, constatou-se a existência de 62 universidades federais no país, com distribuição geográfica discrepante e notória concentração de unidades na Região Sudeste, conforme evidenciado na Figura 1.

Figura 1
Distribuição das universidades federais brasileiras por unidade da federação em 2015

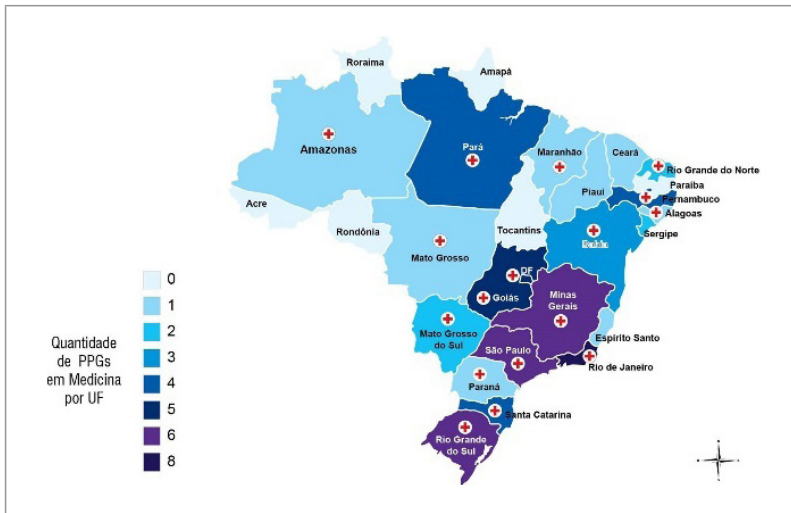


A distribuição dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* em universidades federais nas áreas escolhidas foi de 64 na área de Educação, 64 em Ciências da Saúde, 38 em Psicologia, 37 em Sociologia e 26 em Direito. Os dados revelam que, no Brasil, a quantidade de programas de pós-graduação também se distribui de forma desigual entre as áreas disciplinares, como pode ser visto na Figura 2.

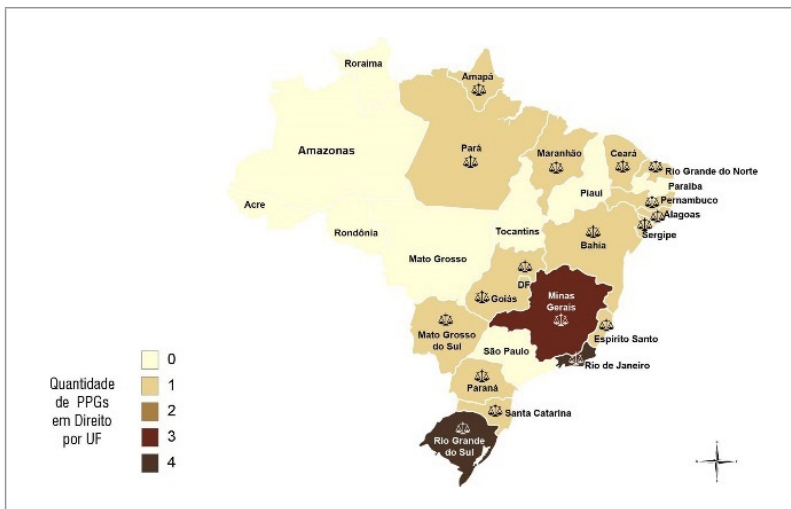
Figura 2
Quantidade de programas de pós-graduação por área disciplinar no Brasil em 2015



Verifica-se uma desproporção também entre os estados e as regiões, com uma concentração geográfica dos lócus de produção científica de pós-graduação *stricto sensu* em todas as áreas pesquisadas. Em Direito, a maior concentração dos programas está nas regiões Sudeste e Sul. Em relação às áreas de Educação, Ciências da Saúde e Psicologia, a prevalência está na região Sudeste. Na área de Sociologia, a maior quantidade está localizada nas regiões Nordeste e Sudeste. A distribuição geográfica desses programas está representada nas figuras de 3 a 7.

**Figura 3**

Distribuição dos programas de pós-graduação em Ciências da Saúde

**Figura 4**

Distribuição dos programas de pós-graduação em Direito

Figura 5
Distribuição dos programas de pós-graduação em Educação

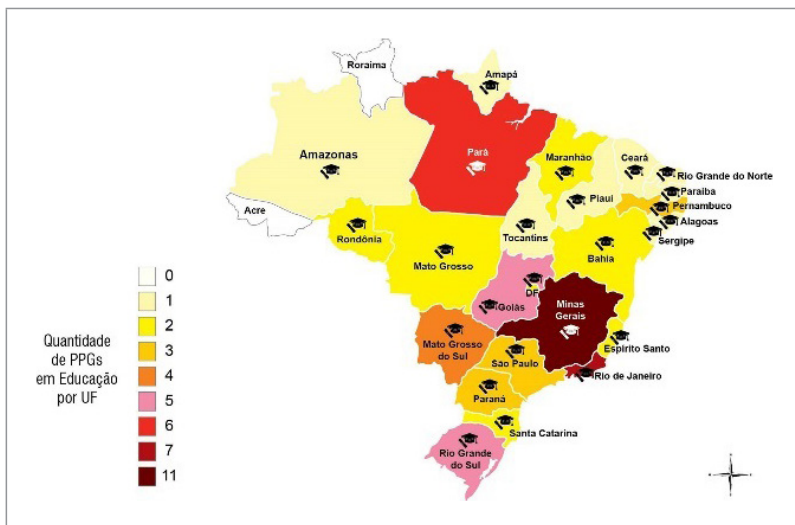


Figura 6
Distribuição dos programas de pós-graduação em Psicologia



Nota-se que a concentração geográfica dos programas de pós-graduação é maior em algumas unidades da federação do que, propriamente, nas regiões brasileiras. Apesar disso, fica evidente que a Região Norte é a que tem a menor quantidade de programas e a Região Sudeste a que abrange a maior quantidade.

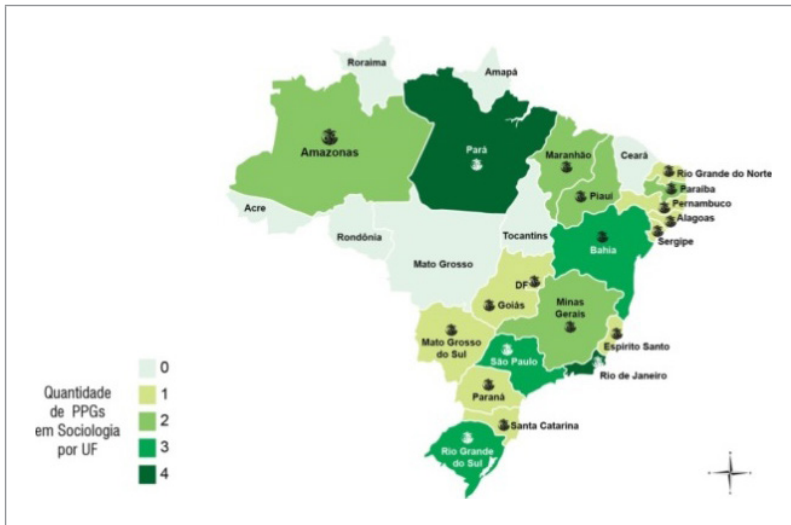


Figura 7
Distribuição dos programas de pós-graduação em Sociologia

Pesquisas *stricto sensu* sobre deficiência intelectual no Brasil

A busca por teses e dissertações a partir dos descritores “deficiência mental” e “deficiência intelectual” foi realizada, principalmente, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Assim, foram encontradas 48 produções em conformidade com a delimitação feita para este trabalho,¹ sendo 34 delas da área de Educação. Esse resultado demonstra que, atualmente, esta área é a que mais tem se dedicado a pesquisar a deficiência intelectual no país. Em ordem quantitativa decrescente, as outras 14 produções se distribuíram entre as áreas de Psicologia (7), Ciências da Saúde (6) e Sociologia (1) – não foi localizado nenhum trabalho na área de Direito. Em relação à disposição cronológica, 7 das 48 teses/dissertações foram defendidas em 2013, 13 em 2014, 15 em 2015 e 13 em 2016. A distribuição dessas pesquisas por área disciplinar e por ano está representada nas figuras 8 e 9.

¹ É justo informar que foram localizadas diversas pesquisas sobre a deficiência intelectual defendidas em anos anteriores a 2013, além de algumas realizadas em instituições de ensino superior particulares e públicas (estaduais e/ou municipais) e também em outras áreas disciplinares. Essas pesquisas, no entanto, não foram quantificadas.

Figura 8
Quantidade de teses e dissertações defendidas entre 2013 e 2016 por área

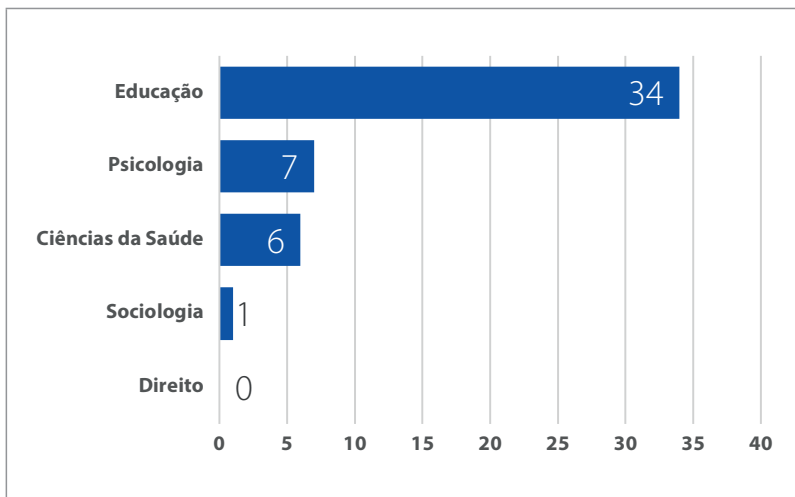
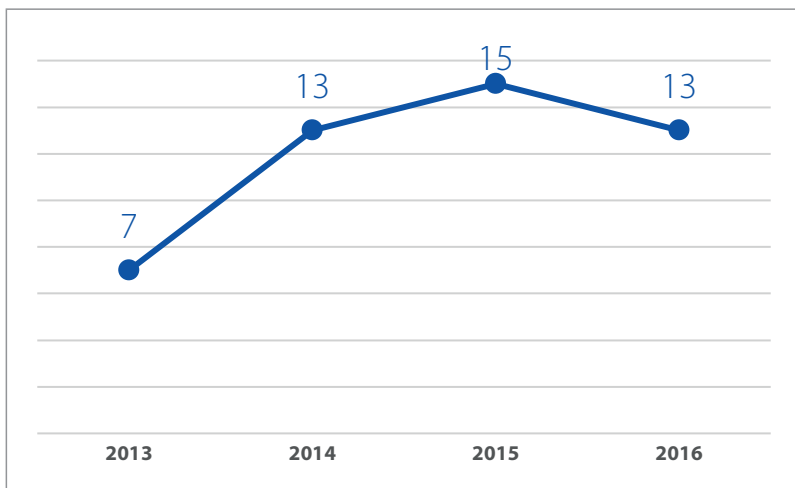


Figura 9
volução na quantidade de pesquisas *stricto sensu* defendidas entre 2013 e 2016



A Figura 9 revela que, com discreta oscilação, o volume anual de teses e dissertações defendidas sobre deficiência intelectual no Brasil tem sido ascendente. Além disso, sua distribuição apresentou considerável variação entre as regiões e os estados brasileiros. As universidades federais onde essas pesquisas foram produzidas estão em onze estados brasileiros, pertencentes às regiões Sudeste, Sul, Nordeste e Centro-Oeste, não tendo sido localizada na Região Norte nenhuma pesquisa que atendesse

aos requisitos da busca. Cabe ressaltar, todavia, que a maioria expressiva, quase metade do total, foi realizada no estado de São Paulo, mais especificamente no Programa de Pós-Graduação em Educação Especial da Universidade Federal de São Carlos.

Os dados evidenciam que as pesquisas de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil e as investigações sobre a deficiência intelectual encontram-se significativamente concentradas por área disciplinar e por unidade da Federação.

Representações sobre a deficiência intelectual

Das 48 teses e dissertações encontradas, foram selecionadas 26 para análise e identificação das representações sobre a deficiência intelectual. O critério adotado para a seleção foi o da maior proporcionalidade possível de universidades, áreas disciplinares e regiões. Na seleção, 6 são de Ciências da Saúde, 12 de Educação, 7 de Psicologia e 1 de Sociologia. Por região, a relação é: 3 do Nordeste, 8 do Centro-Oeste, 12 do Sudeste e 3 do Sul.

As representações sociais integram um campo de estudos interdisciplinares muito em voga nas Ciências Sociais desde os anos 1980. Elas são definidas por Moscovici (2007, p. 208) como “uma ‘rede’ de ideias, metáforas e imagens mais ou menos interligadas livremente e, por isso, mais móveis e fluidas que teorias”, tendo o diferencial de desvelar os processos de mudanças sociais.

Do conjunto das 6 pesquisas encontradas em Ciências da Saúde, 5 são de mestrado e 1 de doutorado. Delas destacam-se:

- a forte concentração geográfica, tendo em vista que 5 delas foram realizadas no Distrito Federal, e apenas 1 no Rio Grande do Sul;
- a utilização de termos que podem denotar um sentido negativo para a deficiência em relação ao funcionamento intelectual considerado normal, tais como: estado incompleto ou inibido de desenvolvimento do intelecto, redução da função intelectual, desenvolvimento intelectual insuficiente e prejuízo da capacidade cognitiva;
- a definição de deficiência intelectual baseada no *Manual da American Association on Intellectual and Developmental Disabilities* (AAIDD, 2010) e no *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – DSM-5* (APA, 2014), apesar de haver diferenças

entre ambos quanto à classificação da deficiência intelectual. Enquanto no DSM-V a deficiência intelectual está classificada como leve, moderada, grave e profunda, no manual da AAIDD ela é caracterizada em relação aos suportes necessários para o pleno desenvolvimento da pessoa;

- a presença de termos como retardo mental e/ou deficiência mental em algumas pesquisas, expressões atualmente consideradas como estigmatizantes por diversas áreas, inclusive a própria área de Ciências da Saúde. Apesar disso, é generalizada a adoção da referência à deficiência intelectual;
- a afirmação de que a deficiência intelectual possui etiologias heterogêneas de difícil investigação, sendo associada, muitas vezes, a fatores genéticos, sem que sejam evidenciadas as razões dessa premissa, já que, na maioria dos casos, sobretudo nos menos graves, as causas da deficiência são desconhecidas;
- a apresentação de dados semelhantes, porém não coincidentes, em relação ao percentual de diagnóstico das causas da deficiência intelectual, pelo qual se supõe que a maior parte dessas causas não está diagnosticada;
- a compreensão de que deficiência intelectual pode ser decorrente de aspectos ambientais ou multifatoriais, relacionados às condições sociais e econômicas da população, sendo que, em relação à deficiência intelectual leve, prevalece a indicação dos fatores de ordem ambiental e, em relação à deficiência intelectual grave, o apontamento de fatores genéticos, que não estão, necessariamente, vinculados à classe social.

Da análise das pesquisas em Ciências da Saúde abstrai-se que as representações estão orientadas pela concepção organicista de deficiência intelectual. Em um dos trabalhos, a deficiência é considerada como um importante “problema social e de saúde pública”. No conjunto dessas pesquisas, está expresso que o conhecimento das causas da deficiência intelectual é necessário para que “se conheça o risco de recorrência, que se faça o aconselhamento genético, que se estabeleça o prognóstico e se estabeleça o tratamento e os encaminhamentos adequados”. Em uma delas, afirma-se que o diagnóstico “permite a previsão dos comportamentos e habilidades que o paciente poderá ou não adquirir ao longo da vida, e a busca por mais informações, serviços e suportes para o paciente e a família” (FIGUEIREDO, 2016, p.32). Tais representações denotam a

caracterização negativa da deficiência como um mal social e um grave problema de saúde pública que deve ser conhecido, prevenido e tratado. Conforme observado nas pesquisas, parece não haver o entendimento da deficiência não como uma das manifestações da diversidade humana, mas sim como um desvio da norma.

Nota-se, também, a concepção objetivista subjacente à elaboração de prognósticos não problematizados contextualmente em relação ao conjunto das experiências sociais, afetivas, culturais das pessoas e dos suportes recebidos por elas para seu desenvolvimento intelectual e funcional. Com essa ressalva, não se pretende, obviamente, questionar os desafios individuais, familiares, institucionais e comunitários que a deficiência impõe às pessoas; contesta-se, apenas, a análise centrada na desvinculação dessas pessoas do conjunto de experiências sociais que se relacionam à constituição e ao desenvolvimento do sujeito.

Na área disciplinar da Educação, foram analisadas 12 pesquisas, desenvolvidas em 6 estados brasileiros, sendo 10 de mestrado e 2 de doutorado. Delas, 8 foram produzidas na Região Sudeste, 3 na Região Nordeste e 1 na Região Centro-Oeste. Na análise dessas pesquisas, depreende-se que:

- a deficiência intelectual *não é um impeditivo à aprendizagem, pois faz com que as pessoas possuam determinadas capacidades e limites e não uma incompetência generalizada;*
- a definição de deficiência intelectual adotada com maior frequência é aquela elaborada pela American Association on Intellectual and Developmental Disabilities (AAIDD, 2010). No entanto, dois trabalhos divergem dessa perspectiva, um por adotar a definição de deficiência intelectual formulada por Vygotsky (2012, p.92) e outro por adotar, de modo concomitante, a definição da AAIDD e a do DSM-V, que é de cunho médico-clínico, com concepção organicista da deficiência, em contraponto à perspectiva socioecológica, com a compreensão da "multidimensionalidade do funcionamento humano" (AAIDD, 2010, p. xiii);
- a elaboração conceitual atual de deficiência intelectual apresenta uma abordagem mais positiva e dignificante;
- a deficiência intelectual é apresentada como uma incapacidade em apenas 1 das 12 pesquisas;
- a aprendizagem da pessoa com deficiência intelectual ocorre a partir da promoção de condições adequadas de ensino;

- a pessoa com deficiência intelectual é capaz de desenvolver atividades cognitivas mais complexas e deve ser estimulada a desenvolver essa capacidade;
- a escola tem atuado ainda como rotuladora da deficiência intelectual, por meio da imposição de barreiras às pessoas afetadas por essa deficiência e do enquadramento arbitrário de indivíduos com histórico de fracasso escolar no grupo a que é atribuída a deficiência;
- as pessoas com deficiência intelectual devem receber uma educação inclusiva que as prepare para serem autônomas e produtivas;
- a não aquisição da habilidade de realizar atividades cotidianas com independência deriva das contingências familiares e comunitárias ainda existentes;
- a deficiência intelectual não se refere [ou se limita] às características individuais imputadas a ela, visto que está associada às interações do indivíduo com o mundo cultural e histórico no qual vive e às condições concretas da vida real;
- a deficiência intelectual não pode ser compreendida pela análise de uma única causa, já que sua melhor apreensão acontece por meio de uma abordagem multifatorial;
- o desenvolvimento individual dos sujeitos com deficiência, constituídos socialmente como qualquer outra pessoa, se dá a partir da interação social, o que inclui as relações com o grupo etário, tendo em vista que a falta de interação pode comprometer o desenvolvimento desses sujeitos;
- os indivíduos com deficiência intelectual sofrem desvantagens impostas pela sociedade por ainda serem vítimas de preconceito, de estigmatização, de desvalorização social e de infantilização e por terem seus interesses desconsiderados;
- a deficiência intelectual não imprime marcas de homogeneidade aos indivíduos, que, ao contrário, compõem um grupo heterogêneo com singularidades, potencialidades e histórias de vida próprias;
- as pessoas com deficiência intelectual são sujeitos plenos com direito à escolha e à participação ativa na sociedade, podendo ser membros atuantes com interações diversas e estabelecimento de relações;

- a deficiência intelectual é um estado de funcionamento, e não um atributo da pessoa;
- no ambiente escolar, as pessoas com deficiência intelectual têm comportamento similar ao dos demais discentes;
- as pessoas com deficiência intelectual se desenvolvem pelas mesmas leis que regem o desenvolvimento de quaisquer indivíduos;
- as pessoas com deficiência intelectual são seres que devem ter o desenvolvimento pessoal analisado em relação a si próprios e não em relação aos seus pares, com ou sem deficiência.

De modo geral, os elementos constitutivos das representações da área de Educação expressam uma visão positiva da deficiência intelectual, apresentada como uma característica que é peculiar aos sujeitos, mas que, em si mesma, não é desqualificativa, tampouco impeditiva ao desenvolvimento pessoal. As dificuldades e os desafios causados pela deficiência a esses sujeitos, às suas famílias e à comunidade em geral podem, assim, ser minimizados com suporte social, comunitário e educacional adequado. Essas representações, calcadas na perspectiva socioecológica ou multidimensional, revalorizam e reposicionam o significado da deficiência intelectual e o papel da sociedade em relação à histórica estigmatização e à exclusão impostas às pessoas com deficiência. Isso porque os impedimentos sociais e educacionais têm comprometido o pleno desenvolvimento individual dessas pessoas, ao privá-las das possibilidades de interagir socialmente e de usufruir dos efeitos atitudinais, práticos e conceituais dessa interação, que são positivos tanto para elas quanto para as comunidades nas quais estão inseridas. As representações dessa área disciplinar diferem, portanto, das representações com base organicista identificadas na área de Ciências da Saúde. Na área da Educação, há uma análise menos detida no fenômeno da deficiência em si, com maior foco na perspectiva contextual e relacional.

Na área de Psicologia, foram analisadas 7 pesquisas, 1 de doutorado e 6 de mestrado, desenvolvidas em 4 estados brasileiros, mais precisamente: 2 em São Paulo, 2 em Santa Catarina, 2 em Minas Gerais e 1 em Mato Grosso do Sul. Nessa área, observou-se, tal qual na área de Educação, a compreensão da deficiência intelectual sob o viés socioecológico ou multidimensional, que, sem reduzi-la à dimensão orgânica, busca analisá-la pela dinâmica entre essa dimensão e a realidade social. Como elementos constitutivos das representações dos trabalhos de Psicologia, apreende-se que as pessoas com deficiência intelectual:

- ainda são socialmente estigmatizadas, o que está relacionado, em parte, com os valores capitalistas de produtividade e de eficiência;
- são sujeitos cujos direitos de aprendizagem, de sociabilidade, de afetividade, de opinião sobre si próprios e de autodefesa devem ser considerados;
- são pessoas que devem ser respeitadas;
- são capazes de aprender e de se desenvolver a partir da dinâmica entre os aspectos biológicos e culturais.

As representações observadas nessa área, como já sinalizado, concordam com as verificadas nas pesquisas de Educação, que não enfatizam a deficiência isoladamente, pois incluem em sua compreensão a apropriação social da deficiência como argumento contra as práticas preconceituosas e estigmatizantes que menosprezam a capacidade das pessoas com deficiência intelectual e violam os direitos delas. Nesse sentido, afirma-se que dessa apropriação resulta um conjunto de impedimentos às vivências e às interações sociais mais amplas dessas pessoas, o que exacerba as diferenças e constitui desigualdades geradas pela ausência da “nutrição cultural” (VYGOTSKY, 2012, p.144, tradução nossa). Desconsidera-se, assim, que todos os seres humanos são seres sociais e que seu desenvolvimento pessoal se torna possível a partir das relações partilhadas com seu grupo social.

Na área da Sociologia, foi localizada apenas 1 dissertação, defendida em Goiás no ano de 2014. Nesse trabalho, a deficiência intelectual é retratada a partir do modelo socioecológico ou multidimensional apresentado pela AAIDD (2010). De sua abordagem podem ser extraídas estas constatações:

- os sujeitos com deficiência intelectual são pessoas com personalidade, temperamento, opinião, visão de mundo e capacidade de análise crítica, seres plenos de direito, capazes de aprender, embora ainda sejam estigmatizados, socialmente desacreditados e silenciados, além de arbitrariamente considerados como dóceis, infantilizados e assexuados;
- a deficiência intelectual é uma característica pessoal que pode ser amenizada ou agravada pelo ambiente econômico e social, a partir das oportunidades de aprendizagem e de desenvolvimento individual que são proporcionadas ou negadas às pessoas com deficiência, não se restringindo, assim, à dimensão intelectual ou cognitiva dessas pessoas em relação exclusiva com elas mesmas;

- o diagnóstico da deficiência intelectual não pode considerar apenas fatores orgânicos ou simplesmente a inteligência, já que essa deficiência se refere também a fatores sociais, culturais, econômicos e ambientais e, por isso, deve ser analisada por uma sondagem multidisciplinar;
- a deficiência intelectual não imprime marcas homogêneas de (in)capacidade intelectual, porque o intelecto tem uma diversidade qualitativa.

As representações expressas pela Sociologia são consoantes com aquelas apresentadas pela Educação e pela Psicologia, constituindo uma visão menos pejorativa da deficiência intelectual e mais valorativa das pessoas por ela afetadas, que são caracterizadas como seres que não se reduzem aos limites e às dificuldades oriundas da deficiência, mas que são fortemente acometidos pelos impedimentos que lhes foram impostos socialmente.

Consonâncias e dissonâncias entre as áreas

Na totalidade das pesquisas, a nomenclatura adotada para intitular os trabalhos é deficiência intelectual. A definição dessa deficiência, na maioria dos trabalhos de Educação, Psicologia e Sociologia, coaduna-se com a disposta pela AAIDD (2010), que a considera como o conjunto de significativas limitações no funcionamento intelectual e no comportamento adaptativo, com ocorrência anterior aos dezoito anos de idade. A dissonância no quadro de definições se refere à adoção, sobretudo na área de Ciências da Saúde, mas também em algumas pesquisas de Educação e Psicologia, da compreensão apresentada pelo DSM-5, que classifica a deficiência intelectual, conforme o nível de afetação nos sujeitos, como leve, moderada, grave e profunda, com enfoque na deficiência em si.

No caso da AAIDD, a deficiência intelectual é classificada, tendo em vista os suportes necessários para o desenvolvimento de funcionalidades adaptativas nos sujeitos, como intermitente, limitada, extensiva e pervasiva, mirando a relação entre a deficiência e esses suportes (AAIDD, 2010). A compreensão de que a análise, a percepção e a problematização da deficiência intelectual ultrapassam a esfera orgânica, sem desconsiderar suas especificidades, é uma das confluências teóricas entre todas as áreas disciplinares, embora, nesse caso, a área de Ciências da Saúde represente uma convergência limitada. A maior parte das pesquisas advoga que as

dimensões social, econômica e ambiental devem ser consideradas para a compreensão da deficiência intelectual, porque ela não é explicada, unicamente, pelas características orgânicas. Defende-se ainda que as limitações e as possibilidades dos sujeitos diagnosticados com essa deficiência referem-se, em geral, às oportunidades de interação social proporcionadas ou negadas a eles e à qualidade dessa interação.

Infere-se, a partir dos dados, que novas pesquisas poderão ser desenvolvidas em um futuro próximo, em decorrência dos trabalhos defendidos no período em análise, uma vez que muitos deles, a ampla maioria, desenvolvidos em nível de mestrado, indicaram a necessidade de novas investigações para complementar ou replicar os estudos já realizados. Os debates sobre a deficiência intelectual no Brasil têm ocorrido em campo fértil, dada a pluralidade de vozes e de perspectivas. Algumas dessas compreensões são conflitantes com a concepção da inclusão social, que percebe a deficiência intelectual como uma manifestação da diversidade humana, diferentemente da área da saúde, que ainda se refere à deficiência como anomalia da qual decorre um grave problema social. Para o grupo orientado pelos princípios inclusivos, o problema está na estigmatização e na negação das oportunidades de desenvolvimento pessoal, que seria promovido pela interação social, inclusive pela educação, ao passo que, para o grupo pautado pelas concepções organicistas, a deficiência se define, sobretudo, como um desvio da normalidade, o qual poderá ser prevenido e tratado mediante o conhecimento etiológico.

Além desses grupos, há os autodefensores e os representantes das pessoas com deficiência intelectual, que clamam pelo direito à vida, usufruída no seio familiar com participação nas relações comunitárias, pelo direito às aprendizagens necessárias para uma melhor integração à comunidade e, assim, pelo direito à alteridade. Essas pessoas temem que pesquisas genéticas resultem em práticas eugênicas que reforcem, inclusive, medidas abortivas, ainda comuns em casos de detecção precoce de alterações genéticas ou de outras anomalias nos fetos.

Sobre as convergências entre as áreas, ainda pode ser assinalado:

- as pesquisas de Educação, Psicologia e Sociologia acusam a concepção social de que as pessoas com deficiência intelectual são infantilizadas, dependentes e incapazes, e ressaltam que esse processo social de infantilização permanece vigoroso. Nessa perspectiva, há a defesa categórica de que essas pessoas são capazes de aprender e devem ser consideradas como sujeitos, cujos gostos e preferências devem ser levados em conta; de que o fenômeno da

deficiência intelectual não pode ser definido por um único saber e de que a acentuação das características negativas da deficiência decorre do inadequado acesso à cultura;

- as pesquisas de Educação, Ciências da Saúde e Sociologia enunciam que a deficiência intelectual é heterogênea e que não se reduz à esfera orgânica;
- as pesquisas de Psicologia, Ciências da Saúde e Sociologia alertam para o histórico preconceito e para práticas segregacionistas contra as pessoas com deficiência intelectual;
- as pesquisas de Psicologia e Sociologia defendem que, nos processos de tomada de decisão sobre a pessoa com deficiência intelectual, a opinião da própria pessoa seja considerada; denunciam que, por vezes, os sujeitos com deficiência são culpabilizados por problemas, como os de aprendizagem e comportamento, que não resultam da deficiência em si, mas da inadequação das práticas sociais e institucionais em relação às necessidades desses sujeitos e das barreiras sociais impostas à diversidade; alertam que a sexualidade das pessoas com deficiência é cercada de tabus e costuma ser negada; por fim, reconhecem a importância da mobilização das famílias em prol da ampliação das oportunidades de vivências sociais menos restritivas, contra o isolamento social ainda existente em diferentes graus;
- as pesquisas de Educação e Sociologia asseveram: que as pessoas com deficiência intelectual não devem viver de modo segregado, pois as interações sociais propiciam seu desenvolvimento individual; que o comportamento dessas pessoas, em essência, não difere do das pessoas ditas normais e não é fruto apenas da sua alteridade, na medida em que advém também das relações sociais que estabelecem e do contexto no qual estão inseridas; e, por fim, que a deficiência não é sinônimo de uma incompetência uniforme e generalizada do sujeito, porque o intelecto tem uma diversidade qualitativa;
- as pesquisas de Educação e Psicologia defendem que as pessoas com deficiência intelectual são capazes de desenvolver as habilidades necessárias ao exercício laboral;
- em uma das pesquisas de Educação e em uma de Ciências da Saúde, a deficiência é descrita como uma incapacidade ou um estado incompleto ou inibido de desenvolvimento do intelecto.

Essa afirmação é problemática, posto que atribuir à pessoa com deficiência limitações no funcionamento intelectual, mesmo que significativas, tem caráter menos fatalista e limitante do que caracterizá-la como incapaz ou imputar a ela um estado intelectual incompleto, o que destoa das concepções que estão se delineando em nível internacional.

Nas pesquisas contemporâneas desenvolvidas no Brasil sobre a deficiência intelectual, a área da Sociologia é a que mais converge com as áreas de Ciências da Saúde, Educação e Psicologia, ao passo que a de Ciências da Saúde é a que mais diverge das demais áreas.

Epílogo

A riqueza dos discursos sobre a deficiência intelectual é consequência da diversidade de perspectivas, vozes e atores sociais que compõem um campo fértil à construção de saberes e de práticas sobre a deficiência. Todavia, essa riqueza jamais estará completa sem a participação ativa das pessoas com deficiência, analisando e problematizando a sua própria alteridade e colaborando ativamente para a consolidação de relações sociais mais justas e equitativas.

As pesquisas científicas atuais, apesar da concentração por estados e regiões e por área disciplinar, demonstram uma ruptura notável, embora não total, com os preconceitos que, cientificamente, foram disseminados em relação às pessoas com deficiência intelectual, como os que as apresentavam como degeneradas, propensas ao crime ou incapazes, afirmando que elas não deveriam procriar e que, como um fardo social, precisavam ser encaminhadas às instituições especializadas (PESSOTTI, 2012). Essas pesquisas lançam luz, de modo mais humanizado e dignificante, aos sujeitos com deficiência, defendendo o seu direito à vida, ao pleno desenvolvimento pessoal e à aprendizagem não segregada.

As pesquisas analisadas evidenciam uma importante variedade de abordagens, contribuindo para a expansão dos conhecimentos sobre a deficiência intelectual. Contudo, seriam oportunos o aumento do número de pesquisas com essa temática nas diversas áreas disciplinares e a redução da concentração geográfica nas unidades da Federação. Cabe ressaltar, nesse sentido, que as áreas de Ciências da Saúde, Psicologia e Sociologia, embora contenham relevantes produções, apresentaram menores quantitativos tanto de teses/dissertações quanto de programas

de pós-graduação no país. Nesse contexto, também é fundamental que a área do Direito se sensibilize com o tema e colabore para ampliar o diálogo inter e transdisciplinar sobre a pessoa com deficiência intelectual e sobre a deficiência em si, haja vista que os direitos dessas pessoas são negados por meio de intervenções, decisões e categorizações arbitrárias, muitas vezes, legitimadas juridicamente.

Os autores

Kamila Evelyn Martins Marques

Instituto Federal de Goiás/ Câmpus Goiânia Oeste/ Pedagogia – Pibic,
kamilaevilyn@gmail.com

Gérlia Santos Soares

Instituto Federal de Goiás/ Câmpus Goiânia Oeste/ Pedagogia – Pibic,
gerliasoes@gmail.com

Raclene Ataíde de Faria

Instituto Federal de Goiás/ Câmpus Goiânia Oeste/ Departamento de Áreas Acadêmicas, raclene.faria@ifg.edu.br

Referências

AAIDD (American Association on Intellectual and Developmental Disabilities). *Intellectual Disability: Definition, Classification, and Systems of Supports*. 11.ed. Washington/EUA: AAIDD, 2010.

APA (American Psychiatric Association). *Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais – DSM-5*. Trad. Maria Inês Corrêa Nascimento. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

FIGUEIREDO, Ana C. V. *Identificação de regiões genômicas candidatas à etiologia genética de cardiopatia congênita associada à deficiência intelectual*. 2016. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

LOBO, Lília F. *Os infames da história: pobres, escravos e deficientes no Brasil*. 2.ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2015.

MOSCOVICI, Serge. *Representações sociais: investigações em psicologia social*. 5.ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

PESSOTTI, Isaías. *Deficiência mental: da superstição à ciência*. Marília: AB-PEE, 2012.

SILVA, Otto M. *A epopeia ignorada: a pessoa deficiente na história do mundo de ontem e de hoje*. São Paulo: Cedas, 1986.

VYGOTSKY, Lev S. *Obras escogidas: fundamentos de defectologia*. Trad. Julio Guillermo Blank. Madrid/Espanha: Machado Nuevo Aprendizaje, 2012. tomo 5.

Créditos

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

Reitor

Jerônimo Rodrigues da Silva

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Paulo Francinete Silva Júnior

Coordenadora da Editora

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Conselho Editorial

Carlos de Melo e Silva Neto

Cláudia Azevedo Pereira

Fernando dos Reis de Carvalho

Luiz Marcos Dezaneti

Marcela Ferreira Matos

Paulo Francinete Silva Júnior

Tânia Mara Vieira Sampaio

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Projeto Gráfico, Diagramação e Capa

Pedro Henrique Pereira de Carvalho

Preparação de Originais

Olliver Robson Mariano Rosa

Revisão de Textos

Cleiton Bispo Rodrigues dos Santos

Liza Oliveira Alvarenga

Nara Rúbia Rabello

Coordenação

Ruberley Rodrigues de Souza

Comitê Interno do Pibicti 2016/2017

Aylton José Alves

Blyeny Hatalita Pereira Alves

Clarinda Aparecida da Silva

Daniella de Souza Bezerra

Erika Regina leal deFreitas

Katiane Martins Mendonça

Leonardo lopes daCosta

liana de Lucca Jardim Borges

Marlei de Fátima Pereira

Simone Silva Machado

Simone Souza Ramalho

Telma Aparecida Teles Martins Silveira

Conselho Científico

Adelino Cândido Pimenta (IFG)

Albertina Vicentini Assumpção (PUC/GO)

Alice Maria de Araújo Ferreira (UNB)

André Luiz Silva Pereira (IFG)

Angel José Vieira Blanco (IFG)

Antônio Borges Júnior (IFG)

Camila Silveira de Melo (IFG)

Cândido Vieira Borges Júnior (UFG)

Carlos Leão (PUC/GO)

Celso José de Moura (UFG)

Clarinda Aparecida da Silva (IFG)

Cláudia Azevedo Pereira (IFG)

Dilamar Candida Martins (UFG)

Douglas Queiroz Santos (ufu)

Gláucia Maria Cavasin (UFG)

Jullyana Borges de Freitas (IFG)

Jussanã Milograna (IFG)

Kellen Christina Malheiros Borges (IFG)

Kenia Alves Pereira Lacerda (IFG)

Liana de Lucca Jardim Borges (IFG)

Lídia Lobato Leal (IFG)

Lillian Pascoa Alves (IFG)

Manoel Napoleão Alves de Oliveira (IFG)

Marcelo Costa de Paula (IFG)

Marcelo Firmino de Oliveira (USP)

Maria Sebastiana Silva (UFG)

Marshal Gaioso Pinto (IFG)

Marta Roverly de Souza (UFG)

Mathias Roberto Loch (UEL)

Mauricio José Nardini (MP/GO)

Pabline Rafaella Mello Bueno (IFG)

Paulo César da Silva Júnior (IFG)

Paulo Henrique do Espírito Santo Nestor (IFG)

Paulo Rosa da Mota (IFG)

Rachel Benta Messias Bastos (IFG)

Ronney Fernandes Chagas (IFG)

Rosana Gonçalves Barros (IFG)

Simone Souza Ramalho (IFG)

Waldir Pereira Modotti (UNESP)

Walmir Barbosa (IFG)

Formato 160 x 230mm

Tipografia Myriad Pro Bold 11/13 (títulos); Museo 300 9/13 (texto)

Imagem da Capa Depositphotos Hintau_Aliaksey (1503324)



Os cadernos *Em.formação* apresentam aos leitores uma amostra do que os novos pesquisadores do IFG têm desenvolvido por meio da Iniciação Científica e Tecnológica.

Esta publicação cria um espaço dinâmico de divulgação das pesquisas e de contato entre as diferentes áreas do conhecimento, como um convite à proposição de novos projetos e, assim, ao avanço em direção a novas descobertas.

Nas páginas deste volume, a reflexão acadêmica e científica ganha corpo nas vozes de alunos, docentes e servidores da Instituição, investidos em um mesmo papel, o de pesquisadores.

O Programa de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG salienta, com esta publicação, a relevância do diálogo para a construção do conhecimento, que está sempre em formação.