

tecnia

revista de educação, ciência e tecnologia do IFG

v. 6 n. 1
jan./jun. | 2021
ISSN: 2526-2130



 editora ifg

-tecnia

revista de educação, ciência e tecnologia do IFG

v. 6 n. 1

jan./jun. | 2021

ISSN: 2526-2130



Altagor



editora ifg

Expediente

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

Editora-Chefe da Tecnia

Tânia Mara Vieira Sampaio

Editoria de Seção

Carlos de Melo e Silva Neto

Tânia Mara Vieira Sampaio

Conselho Editorial

Carlos de Melo e Silva Neto

Fábio Teixeira Kuhn

Fernando dos Reis de Carvalho

Lucas Nonato de Oliveira

Maria Aparecida de Castro

Maria de Jesus Gomides

Rita Rodrigues de Souza

Tânia Mara Vieira Sampaio

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Projeto Gráfico

Pedro Henrique Pereira de Carvalho

Diagramação

Renata Rosa Franco

Revisão de Língua Portuguesa

Rita Rodrigues de Souza

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Revisão de Língua Estrangeira

Lemuel da Cruz Gandara

Rita Rodrigues de Souza

Normalização das Referências

Maria Aparecida de Castro

Maria de Jesus Gomides

Tânia Mara Vieira Sampaio

Imagem da Capa

A pandemia em 4 estações (2021)

Thiago Wedson Hilario

Conselho Científico

ADRIANA GOMES DICKMAN,
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG), Brasil

ÂNGELO MÁRCIO LEITE DENADAI,
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil

ANNA MARIA CANAVARRO BENITE,
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

CARLOS FERNANDO DA SILVA RAMOS,
Instituto Politécnico do Porto (IPP), Portugal

CELINA CASSAL JOSETTI,
Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEDF), Brasil

CIBELE SCHWANKE,
Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Brasil

DIÓGENES BUENOS AIRES DE CARVALHO,
Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Brasil

EDÉSIO FIALHO DOS REIS,
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

EDUARDO MARTINS GUERRA,
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil

ENOQUE FEITOSA SOBREIRA FILHO,
Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

EVA TEIXEIRA DOS SANTOS,
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Brasil

FERNANDO ANTONIO BATAGHIN,
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Brasil

FERNANDO FÁBIO FIORESE FURTADO,
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil

INALDO CAPISTRANO COSTA,
Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Brasil

IRIA BRZEZINSKI, Pontifícia
Universidade Católica de Goiás (PUC/GO), Brasil

JEANE SILVA FERREIRA,
Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Brasil

Pareceristas

ADRIANO DE MELO FERREIRA (UEG); ALBERTO D'ÁVILA COELHO (IFSUL); ALESSANDRO DE OLIVEIRA (IFG); ALAN KELLER GOMES (IFG); ALLAN EDGARD SILVA FREITAS (IFBA); AMAURI ARAÚJO ANTUNES (IFSULDEMINAS); ANDERSON JÉSUS DA SILVA (IFG); ANA LUIZA MUCCILLO-BAISCH (FURG); ANDRELISA SANTOS DE JESUS (UFG); ÂNGELO FRANCKLIN PITANGA (IFBA); ANTONIO JACAUÑA NETO (IFG); ARLAM CARNEIRO SILVA JUNIOR (IFG); CARLOS CÉZAR SILVA (IFG); CARLOS DE MELO E SILVA NETO (IFG); CIBELE SCHWANKE (IFRS); CLÁUDIA HELENA DOS SANTOS ARAÚJO (IFG); CLEBER ANTONIO LINDINO (UNIOESTE); DARLENE ANA DE PAULA VIEIRA (IFG); DEBORAH RODRIGUES DE SOUZA SANTOS (USP); DIEGO ARANTES TEIXEIRA PIRES (IFG); DIEGO DE SOUZA PINTO (IFG); EVA TEIXEIRA DOS SANTOS (UFMS); FABIANA DA SILVA ANDERSSON (IFG); FERNANDO ANTÔNIO BATAGHIN (UFSCAR); FERNANDO SCHIMIDT (IFG); FRANCINE NEVES CALIL (UFG); GILMAR VIEIRA FREITAS (IFG); IARA JAIME DE PINA (IFG); JORGE LUÍS SOUSA FERREIRA (UFG); JORGE HAMILTON SAMPAIO (SEEDF); JOSÉ CARLOS DE SOUZA (UFG); LILLIAN PÁSCOA ALVES (IFG); LÍVIA CRISTINA RIBEIRO DOS REIS (IFG); LÚCIA SCHNEIDER

LAURETE MEDEIROS BORGES,
Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Brasil

LEONARDO GABRIEL DINIZ, Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG), Brasil

LUANA ALVES LUTERMAN,
Universidade Estadual de Goiás (UEG), Brasil

MARÍA DEL MAR LORENZO MOLEDO,
Universidade de Santiago de Compostela (USC), Espanha

MIGUEL ANGEL SANTOS REGO,
Universidade de Santiago de Compostela (USC), Espanha

NELSON DE LUCA PRETTO,
Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil

REGINA DA SILVA PINA NEVES,
Universidade de Brasília (UNB), Brasil

RICARDO DOS SANTOS COELHO,
Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Brasil

ROBERTO ABDALA JÚNIOR,
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

RONEI XIMENES MARTINS,
Universidade Federal de Lavras (UFLA), Brasil

ROSANE ROCHA PESSOA,
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

RUTH CATARINA CERQUEIRA RIBEIRO DE SOUZA,
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

SEJJI ISOTANI,
Universidade de São Paulo (USP), Brasil

SERGIO SCHEER,
Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

SIMONE SOUZA RAMALHO,
Instituto Federal de Goiás (IFG), Brasil

SOLANGE MARTINS OLIVEIRA MAGALHÃES,
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

HARDT (UFSC); LUCIANA CORDEIRO DE SOUZA FERNANDES (UNICAMP); MARCELO DE CARVALHO BONETTI (IFG); MARIA DE JESUS GOMIDES (IFG); MARIZÂNGELA APARECIDA DE BORTOLO PINTO (IFG); MARLUCE SILVA SOUSA (IFG); PAULO VITOR FREITAS (UFG); PLAUTO SIMÃO DE CARVALHO (UEG); RACHEL BENTA MESSIAS BASTOS (IFG); ROBSON LUIZ FRANÇA (UFU); ROSANA GONÇALVES BARROS (IFG); ROSMANY AIRES CUNHA MARTINS (IFG); SABRINA DO COUTO DE MIRANDA (UFG); SAMANTHA CARAMORI (UFG); SIMONE MACHADO GOULART (IFG); TÂNIA MARA VIEIRA SAMPAIO (IFG); THALLES OLIVEIRA MARTINS (UEG); THIAGO AUGUSTO MENDES (IFG); WENDELL BENTO GERALDES (IFG).

Vida: Ciclos, Transições, Impermanências

Obra: A pandemia em 4 estações (2021)

Autor: Thiago Wedson Hilario

Técnica: Óleo sobre tela

Dimensões originais: Altura 100cm x Largura 70 cm

Tudo passa.
Nada ficará.
No espaço de tempo
Entre duas gotas de chuva
Uma vida inteira será contada.
O que era antes
Agora não é mais.
Que maravilha!
Cada momento é novo!
Começos e fins
Unidos em um abraço
De interdependência
E renovação.

Claudio Komyo¹

As estações do ano marcam fases – inícios, meios e fins –, lembrando-nos da transitoriedade da vida, de que nada pode ser agarrado, posto que tudo é passageiro, impermanente. Enquanto pintava a tela intitulada *A pandemia em 4 estações*, refletia sobre o momento pandêmico em que vivemos: já se tinham ido quatro estações em meio ao caos. O que traria a nova estação?

¹ KOMYO, Claudio. **As Horas Mortas**: coletânea de poemas e pensamentos. Rio de Janeiro: DAISSEN-JI, 2016, p. 42.

Quando foi finalizada, em março de 2021, estávamos em um dos piores cenários da pandemia do coronavírus, com mais de 320 mil vidas de brasileiros perdidas. O que antes era um ouvir dizer na TV passou a ser vivido dentro de casa ou muito próximo de nós: milhares de famílias enlutadas e amizades interrompidas. Compartilhamos da dor da perda, talvez com intensidade e motivos diferentes, mas regada pelo mesmo sentimento de vazio deixado pelas partidas abruptas e sem sentido.

Por mais doloroso que seja, precisamos seguir adiante. E o que nos dá força é a esperança de que tudo vai passar e a dor dará espaço à saudade, às lembranças, aos flashes de memória de um passeio, uma celebração, uma palavra reconfortante dita quando precisávamos. Assim como cada estação dá espaço a um novo ciclo, completa seus poucos meses de existência dando lugar à que vai chegando, aproximando-se, embrenhando-se com pequenos toques e detalhes – uma folha que cai, uma flor que se abre, um ventinho mais frio que nos faz desejar algo quente como uma sopa de vó, uma bebida ou até um abraço, um dia ensolarado que chega com o convite dos amigos para nos refrescar à beira de um lago ou de um “corguinho” em Goiás –, esse tempo de angústia passará.

O inverno, por mais castigante que seja, abre espaço à primavera, que chega suntuosa com os aromas de flores frutíferas e a beleza dos Ipês floridos, indicando o florescimento da vida e o ressurgimento de um novo começo. A vida explode em cores e o verão transborda em celebração, provocando o desejo de viver, de estar vivo, de compartilhar sorrisos e gargalhadas com familiares e amigos num almoço de domingo. Em seguida, o outono pede licença e nos brinda com exuberantes pores do sol dourados, alaranjados, aconchegantes, fazendo-nos lembrar que vivemos mais um dia e que amanhã haverá um outro e depois outro. E assim como as estações, a vida... Por isso, devemos aproveitar cada momento, viver o presente do presente.

A pintura retornou em minha vida em um processo de resgate do eu, por orientação do terapeuta, já que eu precisava fazer algo que não envolvesse trabalhar ou estudar, com que pudesse me expressar e, quiçá, extravasar sentimentos, ter um *hobby*, fazer algo aleatório, ter outro foco de visão, sem preocupação com o tempo. No ensino fundamental, eu era daquelas crianças que se destacava ao desenhar e pintar, mas a gente cresce, tem de trabalhar, estudar sério, pensar numa profissão, e o tempo fica cada vez mais curto...

Sem querer, deixamos algumas coisas de lado. Então, por que não voltar a pintar, pesquisar sobre arte, aprender algo novo, passar a observar como as cores se encaixam no cotidiano, dedicar-me aos detalhes e respirar uma nova estética? Foi assim que surgiu esta obra, a primeira de uma série, que ainda pretendo produzir, envolvendo simbolismos, elementos do cotidiano, coisas que sempre estiveram ali mas que só percebemos quando alguém nos revela. Quem sabe isso ocorra num futuro próximo... Vamos deixar fluir, permitir que o tempo e a beleza de cada estação inspirem.

E você, caro leitor e leitora, o que deixou de lado? Ainda há tempo de mudar de estação.

Thiago Wedson Hilario

Pedagogo, pesquisador, servidor do IFG/Reitoria,
artista amador para limpar a mente
Instagram: @thiago.wedson

Sumário

Editorial	9
Artigos	17
Intenção de consumo de produtos alimentícios incorporados com insetos	18
Avaliação dos limites de detecção dos testes qualitativos oficiais de redutores de acidez em leite	34
Efeito da adubação foliar com ferro na cultura da soja	50
Desempenho animal em pasto de Brachiaria (Syn. Urochloa) sob lotação intermitente	61
Registro de acidentes de trabalho associados aos serviços de saneamento básico no estado de Goiás	75
Análise e Levantamento de Vulnerabilidades de Segurança da Informação nos Portais ZZ da ZZ	95
SMM - Sustainability Maturity Model: Modelo de Maturidade para Cidades Inteligentes	119
Educação, trabalho e relações étnico-raciais: notas sobre as bases conceituais da Educação Profissional e Tecnológica	137
Elaboração e Avaliação do Aplicativo Educacional: Jogo de Memória Musical	154
Relatos de experiência	177
Ludicidade & ensino de ciências: oficinas pedagógicas enquanto ferramentas didáticas	178

"Álcool e direção": uma abordagem investigativa no estudo de oxirredução em aulas de Química	204
Resenha	229
Desvendando a inteligência das plantas	230
Nota científica	236
Florada de plantas melíferas no Cerrado	237

Editorial

Ai, as almas dos poetas
Não as entende ninguém
São almas de violetas
Que são poetas também
Andam perdidas na vida
Como as estrelas no ar
Sentem o vento gemer
Ouvem as rosas chorar
Só quem embala no peito
Dores amargas e secretas
É que em noites de luar
Pode entender os poetas
E eu que arrasto amarguras
Que nunca arrastou ninguém
Tenho alma pra sentir
A dos poetas também!

Florbela Espanca, Poetas¹

O editorial desta edição da Revista Tecnia é escrito em um momento histórico muito difícil para a ciência, para a pesquisa, para a educação, para as famílias marcadas pelo luto, para as outras tantas famílias que, ademais do luto, amargam a fome e o desemprego. A pandemia do coronavírus se instalou no mundo de uma maneira avassaladora, fazendo surgir pesquisas e respostas da ciência, até certo ponto, muito rápidas e fundamentais para salvar vidas. Contudo, em pleno século XXI, em sua segunda década, vimos surgir movimentos obscurantistas contra a ciência, contra as vacinas, em desrespeito aos protocolos de biossegurança indicados pelos estudos científicos. Em meio ao caos social na saúde pública, na economia e na política, estamos lutando para afirmar a educação, a pesquisa e a ciência

¹ DAL FARRA, Maria Lucia (org.). **Poemas de Florbela Espanca**. São Paulo, Martins Fontes, 1996.

como construções que, a despeito de suas fragilidades e imperfeições por serem obras produzidas pela humanidade, são como luz a apontar caminhos.

Se a ciência tem sido atacada ferozmente, imaginem a poesia e seus poetas e poetisas, que, em sua abertura ao outro e ao ecossistema, são capazes de ouvir o *choro das rosas e o gemido dos ventos*. Eles ecoam as tristezas das muitas perdas que vemos acontecer diariamente e de modo contundente depois que a pandemia do coronavírus se instalou no mundo e em nosso país. Nas palavras de Florbela Espanca nos reencontramos com a sensibilidade de quem, trazendo as marcas de amarguras em sua vida, não arrasta as outras pessoas para essas amarguras, mas tem dentro de si a possibilidade de sentir a dor alheia. O convite é para acolhermos a leitura das *dores amargas e secretas* que a linguagem científica e poética tem proclamado nos tempos atuais, convocando-nos à esperança.

O mundo em suas imensas desigualdades não nos poupa de criar ou, em verdade, de acentuar as desigualdades em sua interseccionalidade persistente. A pandemia tem tragado, em sua fúria de morte, a maioria da população empobrecida e negra. Muitas mulheres com suas histórias de vida têm sido puxadas para dentro dos túmulos que se abrem e se fecham com tanta rapidez, que os desejos e sonhos de milhares de pessoas vão sendo enterrados sucessivamente. Um sepultamento que vai silenciando a dor e a voz dos que já tinham pouca voz.

De perto e de longe, da cercania dos túmulos às imagens midiáticas de imensos cemitérios com covas abertas às pressas, me ponho a chorar e a refletir sobre a incapacidade de tantas pessoas de se sensibilizarem com a dor, o sofrimento e a morte do outro. O gene “genocida” que habita a humanidade me assusta, em especial quando pessoas com esse gene alçam espaços de poder e decidem que apenas seus escolhidos têm o direito a viver. De tempos em tempos, a história da humanidade nos apresenta os requintes de crueldade de cada contexto histórico em determinar a morte do outro com suas justificativas etnocêntricas.

Estamos vivendo tempos de uma “limpeza” étnica, racial, de gênero e de classe social muito assustadora. Os mecanismos sociais não recebem apoio político e econômico à altura das demandas para a preservação da vida da maioria negra e empobrecida da sociedade. A lentidão das medidas de auxílio financeiro, de congelamento de preços da cesta básica, de liberação do pagamento de contas estatais como água, luz, e outras para a população de

baixa renda é proposital, contrapondo-se à velocidade com que gestores e políticos roubam recursos públicos destinados ao combate da pandemia – os quais são muito maiores que os convencionais em face dos decretos de calamidade pública que dispensam licitações para seu empenho –, aumentam seus próprios salários, seus inúmeros adicionais de função, seus gastos com reformas de habitações funcionais, com aquisição de carros de luxo e mansões luxuosas, com compras de lagostas e vinhos importados que serão servidos em espaços do serviço público dos altos escalões. É um contrassenso: de um lado, a máquina de produção de riqueza para poucos; de outro, a máquina de moer corpos que sobra para a população em geral.

O planeta enfermo clama por um pouco de ar, e as pessoas acometidas pela COVID-19, por respiradores mecânicos. O ar, na qualidade de sopro de vida, de *pneuma*, como o diferencial que permitiu que os seres feitos do pó da terra se tornassem seres viventes, não é mais suficiente. O vírus que marca a segunda década do século XXI rouba a capacidade de respirar e é de uma sutileza tão agressiva, que todo o avanço tecnológico não tem sido capaz de contê-lo. A rapidez com que ele prolifera é igualável à rapidez com que prolifera a imbecilidade e a maldade humanas. Quem duvidaria que o hedonismo, tão insuflado nas últimas décadas pela lógica de mercado capitalista, fosse capaz de impedir que as pessoas se sensibilizassem com a morte do outro, ocorrendo aos milhares diariamente? Alguns relativizaram essa possibilidade, ao imaginar que o mundo havia presenciado genocídios históricos e cruéis suficientes para não os repetir, como aqueles cometidos contra os indígenas, os africanos feitos escravos, os judeus, os negros, os ciganos e os homossexuais no holocausto, as populações vítimas das bombas em Hiroshima e Nagasaki e, na última década, na Síria e em tantos outros países.

O novo vírus corona foi se instalando, se disseminando, mudando a rotina das pessoas, fazendo a vida ficar em suspenso. Junto com ele e por causa dele, vimos surgir, em vários cantos das cidades, dos países, do mundo, o melhor dos seres humanos: a empatia e a solidariedade, mas também, contraditoriamente, o pior deles: a crueldade e o egoísmo sem limites. Esse pior tem sido escancarado em muitos detentores do poder econômico e político que buscam vantagens pessoais, privilégios e se enriquecem com os desvios de recursos destinados às emergências de saúde.

Para ter esperança é preciso fazer desaguar a indignação. Só pondo para fora os absurdos do jeito de organizar a vida nas sociedades contemporâneas

será possível pôr a esperança em ação. Esperançar como verbo e como movimento que provoca deslocamentos na realidade se aprende da poesia que ausculta o gemido e o choro das pessoas e até dos ventos e das flores. Com esse propósito de ouvir os ruídos mais profundos, olhar para o horizonte e não desistir de acreditar em um amanhã melhor, é que apresentamos a nova edição da *Revista Tecnia*, que nos brinda com estudos e pesquisas que reafirmam a ciência como uma produção humana que precisa ser respeitada não como dogma, mas como resposta ao problema iminente e como abertura para novas buscas, novas interrogações, novas descobertas.

Os artigos desta edição apresentam realidades agrárias que impõem o desafio da pesquisa no cuidado com o ecossistema e sua possibilidade de garantir uma vida saudável e sustentável para todas as pessoas e demais seres e energias vivas. Apresentam também realidades desafiadoras dos centros urbanos e o impasse em garantir segurança em um mundo em que a tecnologia se desenvolve em velocidade semelhante à das fraudes aos sistemas. Nesse propósito de pensar uma possibilidade de vida no campo e na cidade, encontra-se a provocação à educação como elemento propulsor de crescimento e alargamento de horizontes, a qual, por isso, merece atenção e processos inovadores.

O *primeiro* artigo, ao abordar um consumo de proteína não corriqueiro e um tanto curioso ou até mesmo exótico, apresenta a entomofagia, isto é, o consumo de inseto por seres humanos, uma prática que remonta à era paleolítica. Esse estudo reuniu dados que mostram que os insetos aptos para o consumo humano podem chegar a oferecer o dobro ou o triplo de proteína se comparados às fontes tradicionais, como as de origem animal. Considerando essas informações, foram avaliadas a aceitação e a intenção de consumo de produtos alimentícios incorporados com insetos, chegando a uma percepção de que as pessoas, atualmente, estão mais receptíveis a produtos desenvolvidos industrialmente com a incorporação da farinha de inseto.

Ainda sobre alimentação humana, o *segundo* artigo buscou analisar os padrões de qualidade do leite, que é importante nutriente para os seres humanos. O estudo se preocupou com os mecanismos de controle rigoroso para garantir um consumo saudável e evitar danos à saúde. Apresentou regulamentos sanitários que proíbem a adição de substâncias redutoras de acidez para mascarar a má qualidade do produto e avaliou os limites de detecção dos métodos oficiais de análise para esses redutores de acidez, com

a finalidade de verificar a presença de substâncias impróprias e se as metodologias utilizadas são capazes de detectar problemas que podem ser intencionais ou acidentais.

O *terceiro* artigo partiu da compreensão de que o ferro é um micronutriente essencial à nutrição das plantas, capaz de melhorar a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o aspecto nutricional delas. O estudo buscou identificar se a utilização de um formulado à base de ferro na cultura da soja traria efeitos na produtividade, na altura de plantas, no número de vagens e no peso de mil grãos, concluindo que a diferença só foi percebida no quesito altura.

O *quarto* artigo tratou dos cenários em que ocorrem o pastejo e da necessidade de conhecer o processo de transformação da forragem em produto animal e entender o processo de crescimento da forrageira. O estudo demonstrou que os resultados são positivos quando se decide pelo emprego do pastejo intermitente, uma vez que a técnica não prejudica a estrutura da planta, tornando-a capaz de rebrotar rapidamente. O processo experimentado analisou o desempenho animal em pasto de *Brachiaria* sob lotação intermitente, permitindo aos animais o acesso a uma pastagem de qualidade, com grande proporção de folhas.

Em outra direção, o *quinto* artigo, preocupado com a segurança e a exposição a riscos pelas pessoas que atuam nos serviços de saneamento básico, abordou a importância da administração e do gerenciamento das normas de segurança de maneira adequada para a preservação da vida dos trabalhadores. Ao mapear os dados de acidentes de trabalho, evidenciou um número elevado de ocorrências no setor de resíduos sólidos que englobam as atividades de coleta, tratamento e disposição de resíduos perigosos e não perigosos, demandando uma intensificação no processo de treinamento ou mesmo a implantação da coleta mecanizada.

Ao abordar a proteção, o *sexto* artigo tratou sobre segurança da informação, tanto em ambientes empresariais como em pesquisas científicas. O estudo buscou identificar a existência de vulnerabilidades *web* nos portais ZZZZ, por meio de ferramentas *open source*, e também observar o grau de risco das vulnerabilidades detectadas, a fim de sugerir uma solução genérica para implementações futuras nos sites, conjugando o máximo de ferramentas para garantir a inviolabilidade dos dados.

Na esteira da preocupação anterior, o *sétimo* artigo abordou a inserção das Tecnologias de Comunicação e Informação no âmbito da gestão das cidades, visando a criação de Cidades Inteligentes. O estudo apresentou o modelo de maturidade denominado *Sustainability Maturity Model* (SMM), para avaliar as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador, demonstrando sua contribuição para a tomada de decisão pelos gestores, em vista da melhoria na infraestrutura e nos serviços ofertados aos cidadãos e nas possibilidades de evolução desses ambientes urbanos.

No que concerne às reflexões sobre a Educação, dois outros estudos apresentaram suas possibilidades de revitalizar o processo pedagógico e permitir que este visibilize lutas importantes que a sociedade brasileira precisa enfrentar. Nesse sentido, o *oitavo* artigo refletiu sobre as relações entre educação, trabalho e a questão étnico-racial para pensar uma formação emancipatória no âmbito dos Institutos Federais. O estudo, a partir de uma revisão de literatura, retomou a concepção de trabalho e suas relações com a desigualdade, incluindo aquelas em que as assimetrias étnico-raciais estão evidentes. Dessa forma, o estudo explicitou o compromisso da Educação Profissional e Tecnológica dos Institutos Federais em sua lei de criação, com uma concepção crítica ao mercado, apresentando a educação e o trabalho como fontes de uma construção humanizada das relações com potenciais de transformação e enfrentamento das desigualdades.

No *nono* artigo, um aplicativo educacional de jogo de memória musical foi avaliado por professores de música, visando contribuir com a reflexão sobre a viabilidade e o potencial do uso de aplicativos dessa natureza no processo educativo. A análise buscou seus fundamentos no processo histórico da educação e tecnologias no Brasil e na revisão da produção acadêmica para o embasamento sobre a evolução, a elaboração e a avaliação de *softwares* com essa finalidade. A avaliação resultante da escuta dos docentes indicou a necessidade de melhorias no aplicativo, mas reiterou a importância de seu uso na dinamização do processo educacional.

Entre os *relatos de experiências*, dois foram selecionados para esta edição. O *primeiro* deles tematizou a ludicidade como possibilidade didática para propiciar uma prática docente significativa por meio de oficinas pedagógicas. Docentes participantes de um curso de formação continuada em Ensino de Ciências puderam experimentar oficinas pedagógicas marcadas pelo lúdico como propulsor da troca de experiências, da ampliação do repertório didático

e do desenvolvimento de diferentes estratégias de ensino para revitalizar a sala de aula. O *segundo* relato, usando o tema gerador “álcool e direção” em aulas de Química, analisou as vantagens do uso da experiência investigativa com base na abordagem dos três momentos pedagógicos. A possibilidade de os estudantes relacionarem seus conhecimentos prévios sobre o tema contribuiu para uma efetiva participação deles como sujeitos da pesquisa, da investigação, da reflexão e da construção do conhecimento, tornando-os capazes de unir conhecimentos prévios aos adquiridos no processo pedagógico desenvolvido.

O livro “Revolução das Plantas: um novo modelo para o futuro”, escrito pelo botânico italiano Stefano Mancuso, foi apresentado em uma *resenha* muito instigante, porque, além de trazer muitos dados científicos e exemplos ilustrativos, mostrou que nossa vida, assim como a de qualquer outra forma animal neste planeta, depende das plantas. A resenha destaca que, apesar dessa importância e de nossa economia depender em grande parte das plantas, ainda sabemos pouco sobre elas. Nessa obra somos confrontados com estudos bem mais antigos que já apontavam para as habilidades de percepção das plantas, indicando que, provavelmente, as plantas tenham alguma capacidade de visão. O confronto com nossas verdades e modos de viver fica explícito quando o autor afirma que o *homo sapiens* é que foi domesticado pelas plantas e não o inverso. Uma provocação desestabilizadora e um convite a um processo de desinstalação, ao considerar as raízes das plantas como um “organismo coletivo”. A resenha é atraente à leitura porque a obra, além de ser um marco importante para a área da botânica, nos instiga a repensar nossas relações com a natureza, ao apresentar a perspectiva do autor de que “na natureza tomar decisões compartilhadas é a melhor garantia para resolver corretamente problemas complexos. Portanto, a ideia de que a democracia é uma instituição contrária à natureza é uma das mentiras inventadas pelo homem para justificar a sua antinatural sede de poder individual”.

A *nota científica* dessa edição nos brinda com o conhecimento acerca da flora apícola, que é constituída pelas plantas visitadas pelas abelhas. Esse conhecimento é importante para a preservação e a multiplicação dessas plantas. Por meio de um levantamento da flora melífera do Cerrado e do período de sua floração, foram observadas quarenta e quatro espécies vegetais, sendo que a que mais se destacou foi a família Fabaceae. Observou-

se, também, que o recurso mais abundante é o pólen, seguido do néctar e depois da resina, chamando a atenção para o fato de que existem espécies florescendo o ano todo, porém, durante o período seco, a abundância de recursos florais é superior nos meses de maior intensidade das chuvas.

Diante da beleza da revolução das plantas e da imagem da flora melífera trazidas pelo conhecimento, somos inundados de um sentido de vida que se reveste de autopoiese em meio ao caos em que podemos nos encontrar. A beleza da interação das distintas formas de vida no ecossistema revigora a perspectiva da esperança de que os estudos aqui apresentados, cada qual em sua área de saber, têm o potencial de despertar o melhor de nós. Desejo que a aventura de viver nos permita ter a ciência e a poesia como luminárias em nosso dia a dia, que ambas nos auxiliem a escutar os gemidos e os choros de todo ser vivo e elemento da natureza e a despertarem em nós a sensibilidade acolhedora e a força investigativa. Acredito nesse caminho para seguirmos afirmando uma ética da alteridade como propulsora da dignidade de vida para todas as pessoas e não para poucos privilegiados.

Tânia Mara Vieira Sampaio

Editora-Chefe da Tecnia



artigos

Intenção de consumo de produtos alimentícios incorporados com insetos

Fábio Santos da Silva; Louranne Rodrigues Neri; Miriam Fontes Araújo Silveira; Adriana Régia Marques de Souza

Avaliação dos limites de detecção dos testes qualitativos oficiais de redutores de acidez em leite

Thainá Souza Santos; Henrique Faria Paula; Simone Machado Goulart; Leonardo Magalhães de Castro; João Paulo Victorino Santos

Efeito da adubação foliar com ferro na cultura da soja

Ivan Moraes Tavares; Jeander Franco Oliveira; José Hortêncio Mota; Itamar Rosa Teixeira

Desempenho animal em pasto de Brachiaria (Syn. Urochloa) sob lotação intermitente

Daniel Augusto Alves Teixeira; Paulo Vítor Divino Xavier de Freitas; Graciele Araújo de Oliveira Caetano; Kaique de Souza Nascimento; Lorena Emily de Lemos Mota Bomfim; Aldi Fernandes de Souza França

Registro de acidentes de trabalho associados aos serviços de saneamento básico no estado de Goiás

Michelle da Silva Honório; Thais Borini de Castro

Análise e Levantamento de Vulnerabilidades de Segurança da Informação nos Portais ZZ da ZZ

Ronaldo Luiz Ransan; Marcos Vinicius Rossetto; Scheila de Avila e Silva

SMM - Sustainability Maturity Model: Modelo de Maturidade para Cidades Inteligentes

Eber Silva Santana; Éldman de Oliveira Nunes

Educação, trabalho e relações étnico-raciais: notas sobre as bases conceituais da Educação Profissional e Tecnológica

Diego dos Santos Alves; Beatriz Medeiros de Melo

Elaboração e Avaliação do Aplicativo Educacional: Jogo de Memória Musical

Eliton Perpetuo Rosa Pereira; Raphael Renna Veiga Alves da Costa; Renan Chamberlain Franco de Souza

Intenção de consumo de produtos alimentícios incorporados com insetos

Consumption intention of food products incorporated with insects

Intención de consumo de productos alimentarios incorporados con insectos

Fábio Santos da Silva

Universidade Federal de Goiás

fb santos.silva@gmail.com

Louranne Rodrigues Neri

Universidade Federal de Goiás

louranneneri@gmail.com

Miriam Fontes Araújo Silveira

Universidade Federal de Goiás

miriamfas.ufg@gmail.com

Adriana Régia Marques de Souza

Universidade Federal de Goiás

drilavras@yahoo.com.br

Resumo

A entomofagia é definida como o consumo de inseto por seres humanos e teve seu início na era paleolítica. Estudos mostram que os insetos, aptos para o consumo humano, podem chegar a oferecer o dobro ou triplo de proteína (>40%) ao compará-los às fontes tradicionais, como as de origem animal. Tendo em vista essas informações sobre os insetos, o objetivo do trabalho foi avaliar a aceitação e intenção de consumo de produtos alimentícios incorporados com insetos. Foi realizada uma pesquisa de mercado em formulário no formato online, a partir do Google Formulários e, posteriormente, compartilhado em grupos de rede social (Facebook) e aplicativo de mensagens (WhatsApp), na qual foram obtidas respostas de todas as regiões do Brasil. Dentre os 1430 entrevistados, apenas 11% declararam conhecimento sobre a entomofagia. Entre os participantes, cerca de 46,8% das mulheres não consumiriam o inseto em forma integral. Já para os homens, esse percentual cai para 20,2%, mostrando que os homens estão “mais abertos” ao consumo. Ao avaliar o consumo de alimentos (pães, biscoitos etc.) produzidos com farinha de inseto, observou-se que 78,6% das mulheres e 55,9% dos homens consumiriam alimentos industrializados. O estudo mostrou que o público está mais receptível a produtos desenvolvidos industrialmente com a incorporação da farinha de inseto. Assim,

considerando o avanço industrial em diversas partes do mundo, a tendência é que o preconceito fique para trás e novos produtos sejam desenvolvidos.

Palavras-chave: Alimento. Entomofagia. Proteína.

Abstract

Entomophagy is defined as the consumption of human beings and began in the Paleolithic era. Studies show that insects, suitable for human consumption, can obtain double or triple proteins (> 40%) and compare traditional sources, such as animals of origin. In view of this information about insects, the objective of the work was to evaluate the acceptance and the intention to consume food products incorporated with insects. A market research was carried out on the online form, from Google Forms and, later, shared in social networking groups (Facebook) and messaging applications (WhatsApp), in which responses were found from all regions of Brazil. Among the 1430 respondents, only 11.0% declared knowledge about an entomophagy. Among the participants, about 46.8% of women do not consume or form an integral part, whereas for men, this percentage drops to 20.2%, showing men who are "more open" to consumption. When evaluating or consuming food (breads, cookies, etc.), the consumption of insect flour is allowed, if 78.6% of women and 55.9% of men consume processed foods. The study demonstrated that the public is more receptive to industrially expanded products with the incorporation of insect flour. Thus, considering the industrial advance in different parts of the world, a trend is prejudice to be left behind and new products to be recovered.

Keywords: Food. Entomophagy. Protein.

Resumen

La entomofagia se define como el consumo de insectos por seres humanos y comenzó en la era paleolítica. Los estudios muestran que los insectos, adecuados para el consumo humano, pueden tener proteínas dos o tres veces más (> 40%) si comparados a fuentes tradicionales, como las de origen animales. En vista de esa información sobre los insectos, el objetivo del trabajo fue evaluar la aceptación y la intención de consumir productos alimenticios incorporados con insectos. La investigación de mercado se realizó en el formulario en línea, de Google Forms y, posteriormente, se compartió en grupos de redes sociales (Facebook) y aplicaciones de mensajería (WhatsApp), en las que se encontraron respuestas de todas las regiones de Brasil. Entre los 1430 encuestados, solo el 11% declaró conocimiento sobre entomofagia. Entre los participantes, alrededor del 46.8% de las mujeres no consumen ni forman parte integral, mientras que para los hombres, este porcentaje cae al 20.2%, lo que muestra que los hombres están "más abiertos" al consumo. Al evaluar o consumir alimentos (panes, galletas etc.), se permite el consumo de harina de insectos, sí el 78.6% de las mujeres y el 55.9% de los hombres consumen alimentos procesados. El estudio demostró que el público es más receptivo a los productos expandidos industrialmente con la incorporación de harina de insectos. Por lo tanto, considerando el avance industrial en diferentes partes del mundo, una tendencia es el prejuicio quedarse atrás y la recuperación de nuevos productos.

Palabras clave: Comida. Entomofagia. Proteína.

Introdução

A entomofagia é definida como o consumo de inseto por seres humanos e teve seu início na era paleolítica (SUTTON, 1995). De acordo com Eaton e Konner (1985), a falta de tecnologias para a estocagem de alimentos e a falta de informação de como conservá-los, levou a alimentação de diferentes tipos de insetos.

Os insetos constituem uma parcela da dieta regular de cerca de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo, com um menu com mais de 2 mil espécies de insetos comestíveis (FAO, 2013). Entretanto, o hábito de seu consumo possui pouca popularidade entre as culturas ocidentais por diversas razões, dentre elas psicológicas, estéticas, além de serem considerados animais sujos, transmissores de doenças e vistos como pragas (COSTA NETO, 2003). Contudo, com o crescimento populacional esperado até 2050, os alimentos de origem animal se tornarão “iguarias de luxo”, ou seja, os alimentos ficarão mais caros em comparação aos valores atuais, portanto, a entomofagia tem sido proposta como futura fonte sustentável de alimentos (FAO, 2013).

Estudos mostram que os insetos, aptos para o consumo humano, podem chegar a oferecer o dobro ou triplo de proteína (>40%) ao compará-los às fontes tradicionais como as de origem animal. Além disso, na composição é encontrado um alto teor de vitaminas e minerais, como: ferro, fósforo, magnésio, manganês, selênio e zinco; além de apresentar elevados teores de fibras e nutrientes, importantes para redução dos níveis de colesterol, diabetes, prevenir o ganho de peso, dentre outros (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2015; KOUŘIMSKÁ; ADÁMKOVÁ, 2016). Assim, o hábito de comer insetos pode ser indicado através da educação, ao mostrar os benefícios nutricionais que os mesmos podem fornecer ao consumidor (COSTA NETO, 2003).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a aceitação e intenção de consumo de produtos alimentícios incorporados com insetos.

Metodologia

Realizou-se um questionário (Figura 1) na versão online, a partir do Google Formulários e, posteriormente, foi compartilhado em grupos de rede

social (Facebook) e aplicativo de mensagens (WhatsApp), nos quais foram obtidas respostas de todas as regiões do Brasil. As coletas dos dados foram realizadas nos dias 29 e 30 de maio de 2019. As perguntas foram elaboradas para traçar o perfil dos participantes, verificar seus conhecimentos sobre entomofagia, avaliar sua compreensão em relação ao consumo de insetos como fonte alimentar, entre outros.

Questões

1. Faixa Etária: () 18 a 25 anos () 26 a 35 anos () 36 a 50 anos () Acima de 50 anos

2. Sexo: () Masculino () Feminino

3. Escolaridade:

() Fundamental Incompleto () Ensino Superior Incompleto

() Fundamental Completo () Ensino Superior Completo

() Ensino Médio Incompleto () Pós-Graduação

() Ensino Médio Completo

4. Em que região do país você nasceu?

() Centro-Oeste () Nordeste () Sudeste () Norte () Sul

5. Você é vegetariano? () Sim () Não

6. Você sabe o que é entomofagia? () Sim () Não

7. Os insetos possuem em sua composição o dobro ou triplo de proteína, quando comparados às fontes tradicionais. Após essas informações, você utilizaria desta fonte?

() Sim () Não () Talvez

8. Você consumiria insetos em sua forma integral?

() Sim () Não () Talvez

9. Você consumiria alimentos (pães, biscoitos, etc.) produzidos com farinha de inseto?

() Sim () Não () Talvez

10. Você tem o costume de ler os rótulos dos alimentos?

() Sim () Não () Às vezes

11. Você sabia que alguns produtos já existentes no mercado, podem conter farinha de inseto em sua composição?

() Sim () Não

Figura 1 - Questionário de avaliação da aceitação e consumo de produtos produzidos com insetos no Brasil

Os participantes responderam as questões de um a seis sem qualquer explicação prévia sobre a entomofagia. Na questão 6, se a resposta fosse afirmativa, o participante era redirecionado para uma sessão em que o mesmo definia o conceito de entomofagia. Por outro lado, se a resposta fosse negativa, era concedida uma breve definição com relação ao tema. Em ambas as respostas foram utilizadas imagens (Figura 2) para maior esclarecimento. Em seguida, foi realizado o preenchimento do questionário relacionado às questões de sete a onze.



Figura 2 – Imagens de produtos à base de insetos utilizadas para auxiliar no esclarecimento da entomofagia. A) Massa alimentícia tipo Tagliatelle com farinha de inseto; B) Snacks de insetos; C) Pão enriquecido com farinha de grilo triturado; D) Hambúrguer de insetos comestíveis

Fonte: A) Spiegel (2018); B) North Country Public Radio (2015); C) Conexão Planeta (2018); D) Cra2ysci (2016)

Os dados obtidos foram analisados por meio da planilha eletrônica Microsoft Excel 2016 (MICROSOFT, 2016). Foi utilizada estatística descritiva, expondo os resultados mediante comparação gráfica do conjunto de dados. As questões 7, 8, 9, 10 e 11 foram submetidas à análise do teste do qui-quadrado (5%) no software Excel em relação às questões de faixa etária, sexo, escolaridade e região do país que nasceu.

Resultados e discussão

Participaram da pesquisa 1430 pessoas das regiões centro-oeste, norte, nordeste, sul e sudeste do Brasil. Dentre o público participante, observou-se que 61,5% foi da faixa etária de 18 a 25 anos (Figura 3A), com predominância do sexo feminino, 89,2%, (Figura 3B), grande parte universitários (41,7%), seguido de pessoas com ensino médio completo, 22,7%, (Figura 3C) e a maior parte, 47,1%, da região Sudeste do país (Figura 3D).

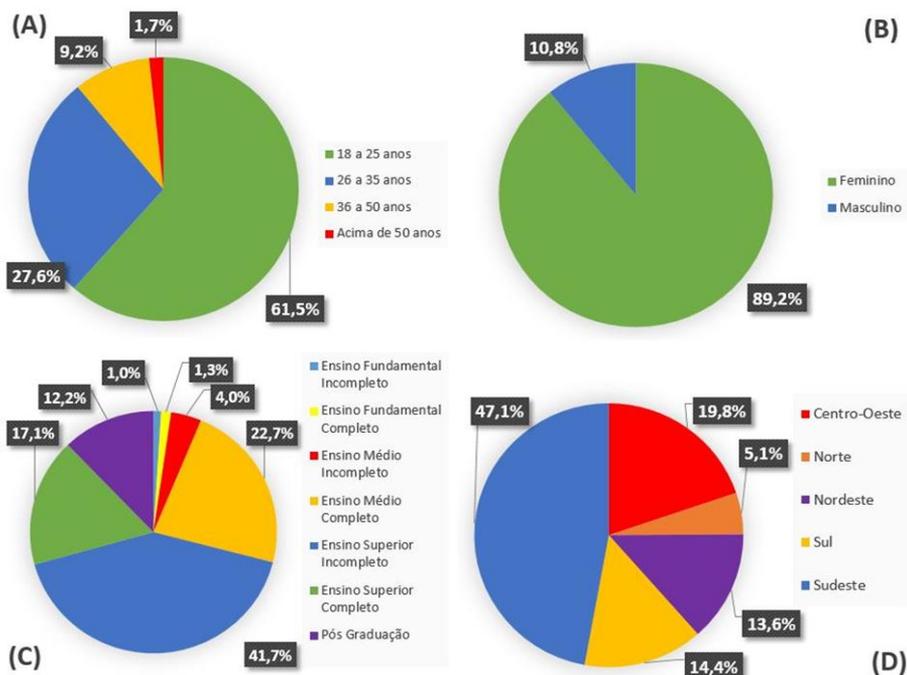


Figura 3 - Perfil dos participantes, faixa etária (A), sexo (B), escolaridade (C) e região de nascimento (D)

Embora somente 3,2% dos participantes declararam-se vegetarianos (Figura 4A), verifica-se que, de acordo com a conferência anual da Sustainable Food (SOCIEDADE VEGANA, 2019), o mercado vegano tende a ajudar a desenvolver as empresas que investem no mercado da entomofagia, fazendo uma ponte entre o mercado vegano e entomofágico, visto que até mesmo os veganos estão consumindo insetos como alimento, pois acreditam que esta criação pode ser tão sustentável quanto à agricultura orgânica.

Segundo Romeiro, Oliveira e Carvalho (2015), embora no Brasil o desconhecimento sobre o tema seja grande (89,2%), estima-se que cerca de 100 espécies de insetos já estejam sendo consumidas como alimentos em algumas regiões do país, principalmente por povos indígenas. Na região nordeste do país é comum a venda de formigas tanajuras em feiras, geralmente, consumidas fritas ou em forma de farofa, e com alto valor de venda, devido às suas especificidades. No presente trabalho, apenas 10,8% dos participantes alegaram conhecimento sobre entomofagia (Figura 4B).

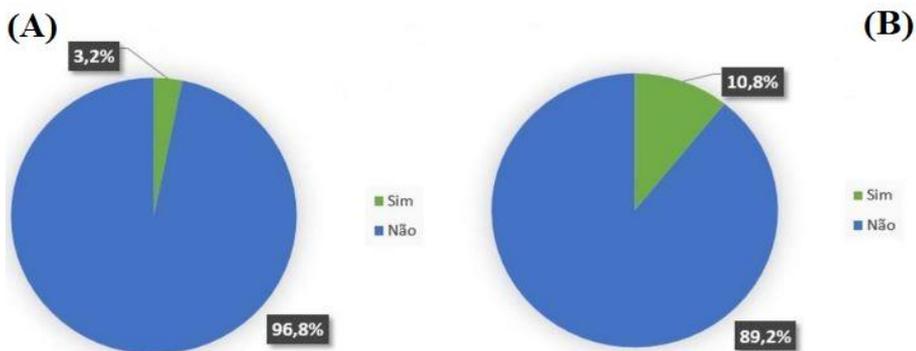


Figura 4 - Caracterização do perfil alimentar dos participantes (A) e se possuem conhecimento sobre entomofagia (B)

Embora ocorra consumo de insetos no Brasil, encontrados apenas em feiras livres, a legislação para produtos industrializados ainda é inexistente para o consumo humano, o que inviabiliza o desenvolvimento de produtos nesta área. O único aspecto regulamentado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 14 de 2014, na qual estabelece limites toleráveis de “matérias estranhas” em alimentos. Neste documento são listados insetos que são considerados parte do processo de produção de alimentos (comidas e bebidas) e, dentro dos limites estabelecidos, que não ameaçam a saúde humana. Ou seja, o fragmento de insetos, apenas pode ser considerado falhas no processo de produção, envolvendo desde a colheita do alimento até o produto final, embalado (MORAES & FERNANDES, 2018).

Ao analisar a questão 7 (“Os insetos possuem em sua composição o dobro ou triplo de proteína, quando comparados às fontes tradicionais. Após essas informações, você utilizaria desta fonte?”), observa-se que somente os quesitos sexo e escolaridade apresentaram-se como parâmetros relevantes (Figura 5). Ao avaliar os participantes no quesito sexo (Figura 5A), separadamente, observou-se que 50,9% do sexo feminino e 75,3% do sexo masculino, utilizaram ou provavelmente utilizariam desta fonte. Já na escolaridade (Figuras 5B, C e D), 39,6% que ingressaram ou possuem ensino superior e pós-graduação também utilizaram ou utilizariam da fonte de insetos, indicando que o conhecimento favorece a sua aceitação. Tais

resultados estão de acordo com a literatura, em que autores perceberam que quando o indivíduo possui informações e um maior grau de escolaridade existe uma possível aceitação (CHEUNG; MORAES, 2016). Influencia consumidores que não têm como hábito alimentar este tipo de produto.

No Brasil, segundo Tunes (2020), em zonas rurais de Minas Gerais, no norte e nordeste e em diversas etnias indígenas, a alimentação com insetos (formigas iças, larvas do bicho-do-coco e de besouro, cigarras, cupins e gafanhotos) faz parte da culinária regional, sendo uma questão cultural. São hábitos passados de pais para filhos, sem conhecimentos do valor nutricional desses insetos.

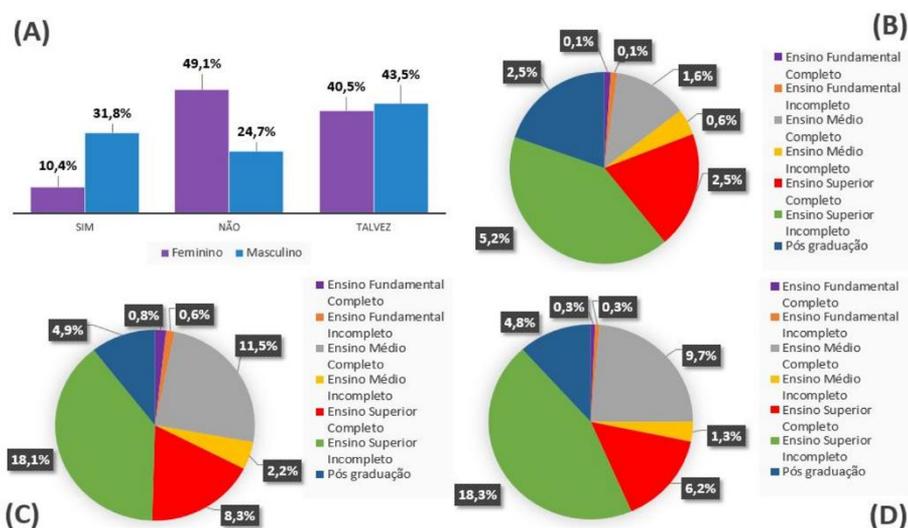


Figura 5 - Influência do sexo no consumo de insetos (A); Influência do grau de escolaridade no consumo de insetos: sim (B), não (C), talvez (D)

Segundo Cardoso (2016), uma das fontes proteicas mais consumidas é a carne bovina, porém para atender ao mercado consumidor, tem-se a necessidade da busca de fontes alternativas para sua redução ou substituição parcial. Isto torna o consumo de insetos uma alternativa, pois ainda que fatores como habitat, dieta e estágio de desenvolvimento afetem a composição nutricional dos insetos, os mesmos são fonte de elevado teor de

proteínas de alta qualidade, quando comparados a outras fontes, como carne bovina e pescados.

Ao serem questionados “Você consumiria insetos em sua forma integral?” (Figura 6), observou-se que somente os quesitos sexo e faixa etária foram parâmetros de influência. Embora a maior porcentagem dos participantes, de ambos os sexos (Figura 6A), responderam “não”, ao avaliá-los, separadamente, o maior percentual que, provavelmente, consumiria ou certamente consumiria é maior para o sexo masculino, cerca de 46,8%, porém, no sexo feminino este percentual cai para 20,2%, mostrando que os homens estão “mais abertos” ao consumo. O fator idade (Figura 6B) demonstra que a maior parte do público adepto a consumir ou provável consumo, a essa forma de alimentação, está na faixa etária de 18 a 35 anos, representando 22,6% dos participantes.

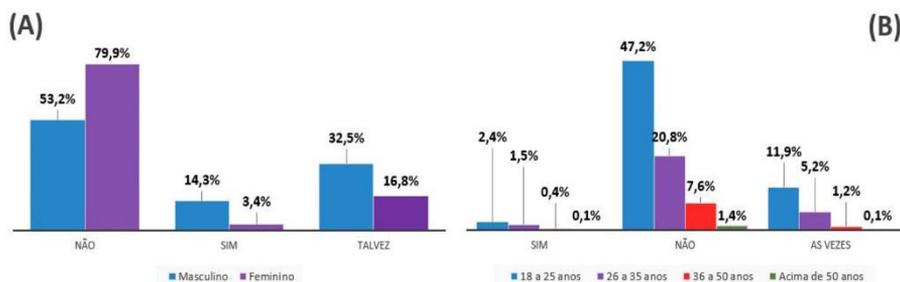


Figura 6 - Consumo integral de insetos, em relação ao sexo (A) e faixa etária (B)

A aversão ao consumo de insetos em sua forma integral está ligada ao fato de serem associadas a práticas de povos primitivos, a questões psicológicas e, esteticamente, são considerados animais sujos e repulsivos (ROMEIRO; OLIVEIRA; CARVALHO 2015). De acordo com Costa Neto (2003), tal aversão é incentivada pela mídia, pois induz a utilização de inseticidas, o que ocasiona na perda de uma grande fonte de proteína, enquanto uma parcela da população mundial sofre com a fome e a desnutrição.

Ao responderem a pergunta “Você consumiria alimentos (pães, biscoitos, etc.) produzidos com farinha de inseto?” (Figura 7), foram avaliados os quesitos sexo e escolaridade como parâmetros de influência. Diferente dos

resultados da questão anterior, ao avaliar a aceitabilidade dos consumidores separadamente, no quesito sexo (Figura 7A), observou-se que 78,6% do sexo masculino e 55,9% do sexo feminino consumiriam alimentos industrializados produzidos com farinha de inseto. No fator escolaridade (Figuras 7B, C e D), os parâmetros de influência foram o nível superior (completo ou incompleto) e a pós-graduação. O consumo é maior para esse público, sendo que 44,0% dos participantes consumiriam ou certamente consumiria e apenas 26,9% são contrários a esses produtos.

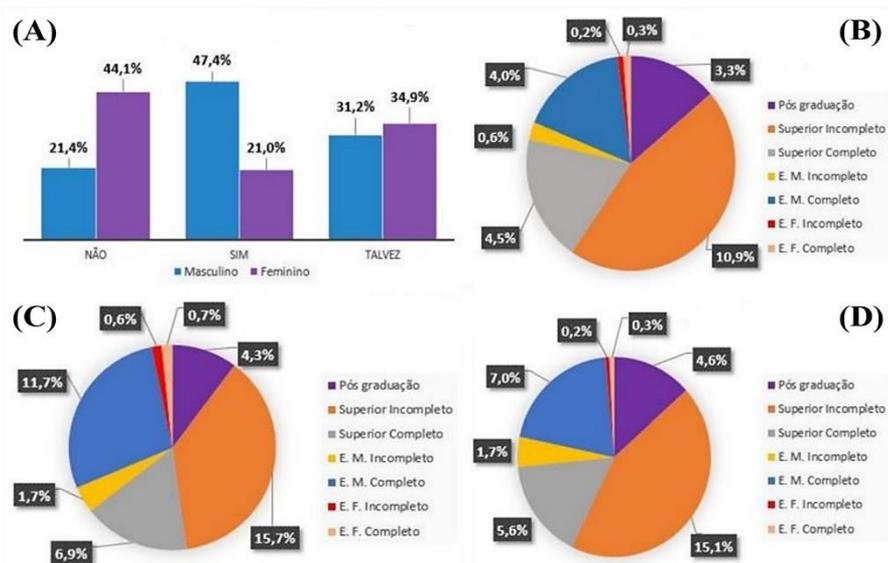


Figura 7 - Influência do sexo no consumo de produtos incorporados com farinha de inseto (A); Influência do grau de escolaridade no consumo de produtos incorporados com farinha de inseto: sim (B), não (C), talvez (D)

Segundo Hamermanmm (2016), a probabilidade de inserir insetos na alimentação humana se dá de preferência ao utilizar os mesmos em formas de farinhas, quando comparado à sua forma integral. Isto acontece devido à associação psicológica de repulsa pelo consumo de insetos íntegros e, também, por acharem que estes possam vir a transmitir doenças. No Brasil, a prática entomofágica é pouco difundida, a aversão ao seu consumo está relacionada ao

desconhecimento da população sobre a forma de criação destes insetos, pois eles devem ser criados em ambientes controlados e assépticos.

As duas últimas questões, “Você tem o costume de ler os rótulos dos alimentos?” (Figura 8A) e “Você sabia que alguns produtos já existentes no mercado podem conter farinha de inseto em sua composição?” (Figura 8B), foram avaliadas em conjunto, devido à dependência das perguntas. Em ambos os casos foi avaliado o quesito sexo, devido ao parâmetro ser de maior relevância para o estudo.

Pesquisa realizada pelo Datafolha (ACT, 2017), encomendada pela Aliança de Controle do Tabagismo (ACT), organização que atua na área de promoção da saúde pública, mostrou que cerca de 48,0% dos brasileiros não costumam ler as informações contidas nos rótulos, como ingredientes e tabela nutricional. Análise de mercado, referente à leitura de rótulos alimentícios em Goiânia, realizada por Silva; Pereira; Carmo; Souza (2019), mostrou que 39,0% dos participantes possuem o hábito de ler e 37,0% às vezes. A maioria dos participantes, que possui esse hábito, é do sexo feminino, visto que, durante as compras, 86,0% dos homens, em casais heterossexuais, disseram que suas esposas decidem as compras do supermercado (INSTITUTO DATA POPULAR, 2013).

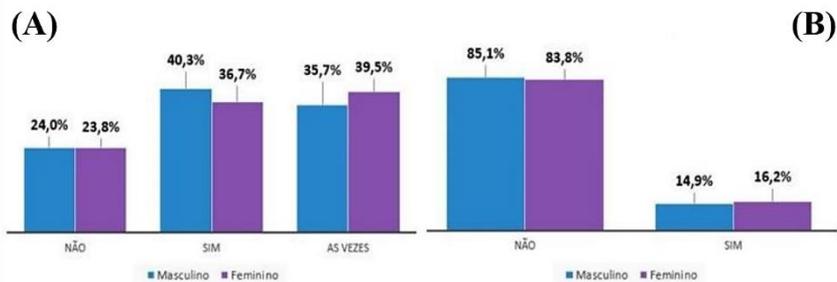


Figura 8 - Influência do sexo no hábito de ler rótulos (A) e conhecimento de produtos existentes no mercado contendo farinha de inseto (B)

Os rótulos existentes em produtos alimentícios possuem uma alta relevância, pois os mesmos são considerados como veículos de comunicação entre o produto e o consumidor, ao trazer informações sobre o que será consumido (LOPES et al., 2016). Segundo Oliveira e Bocchini (2015), a leitura permite que o consumidor tenha acesso independente da informação,

o que auxiliará na hora de escolher os produtos que deseja adquirir. Devido a isto, a ANVISA (BRASIL, 2017) estuda mudar os rótulos dos alimentos, visando deixar as informações mais claras aos consumidores sobre ingredientes em excesso e os efeitos que podem causar à saúde. Dentre as propostas iniciais está em discussão a utilização de um sistema de semáforo com cores, que possa sinalizar se o ingrediente está em excesso, e o uso de símbolos com advertência sobre algum ingrediente em excesso que possa fazer mal à saúde.

Observou-se que mais de 80,0% dos participantes não sabiam que alguns produtos existentes no mercado poderiam ter insetos em sua composição. Isto demonstra que a falta de conhecimento pode ser devido à falta de mercado e de regulamentação para estas opções alimentares no Brasil. A indústria chinesa, por exemplo, investe na produção de novos produtos, como salgadinhos feitos com bicho-da-seda. Os snacks chegaram no fim do ano passado aos supermercados e, segundo seus criadores, tornaram-se rapidamente um sucesso de vendas (CORREIO BRAZILIENSE, 2019).

Outra questão avaliada, durante a pesquisa, foi se o participante sabia o significado da palavra “entomofagia”. De acordo com a Associação Brasileira dos Criadores de Insetos (ASBRACI), o termo utilizado em questão é considerado defasado, visto que para o biólogo Casé Oliveira, um dos fundadores da ASBRACI, “entomofagia é o uso de insetos comestíveis na alimentação animal, sejam em forma de produtos processados com os insetos como ingredientes ou inteiros, vivos/desidratados. Para alimentação humana, o termo mais utilizado é antropoentomofagia ou Bug's Food” (PET, 2019). Embora o termo esteja defasado, foi empregado durante a pesquisa, visto que o outro vocábulo é mais difícil para o conhecimento da população.

Dos 1430 participantes, apenas 10,8% mostraram conhecimento sobre o termo e, dentre os que disseram ter conhecimento, apenas um realmente não sabia o significado. As definições mais citadas (Figura 9) foram: “comer insetos”, seguidas por “consumo de insetos na dieta alimentar”, “consumo de insetos como fonte de proteína”, “consumo de insetos como alternativa alimentar” e “consumo de insetos como uma prática de alimentar”. Ao avaliar essas questões, observa-se que alguns participantes já veem o consumo de insetos como uma alternativa, prática e dieta que é rica em proteína.



Figura 9 - Nuvem de palavras mais citadas para a definição sobre o assunto

Considerações finais

A entomofagia é definida como o consumo de inseto por seres humanos. No Brasil, este hábito de consumo apresenta grande aversão, quando relacionado à inserção de insetos na forma integral, devido às barreiras culturais e questões psicológicas, pois são associados a animais sujos e repulsivos, percepção reafirmada pela mídia, ao incentivar o uso de inseticidas, por exemplo.

Esta pesquisa mostrou que o público está mais receptível a produtos desenvolvidos industrialmente com a incorporação da farinha de inseto, pois não causará repulsa ao consumidor, devido não ser possível sua identificação visual. Com o avanço industrial em diversas partes do mundo, a tendência é que novos produtos sejam desenvolvidos nesta área.

Referências

ACT. *Quase metade dos brasileiros não lê rótulos de alimentos*. 2017. Disponível em: <<http://actbr.org.br/post/quase-metade-dos-brasileiros-nao-le-rotulos-de-alimentos/16072/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária: *Queremos rótulos que ajudem o consumidor a comer bem*. 2017. Disponível em:

<http://www6.ensp.fiocruz.br/visa/?q=node/7460>>. Acesso em: 20 set. 2019.

CARDOSO, S. A. E. *Utilização de insetos na alimentação humana e animal*. 2016. 79f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Campus Lisboa, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2016.

CHEUNG, T. L.; MORAES, M. S. Inovação no setor de alimentos: insetos para consumo humano. *Interações: revista internacional de desenvolvimento local*, v. 17, n. 3, p. 503-515, 2016.

CONEXÃO PLANETA. *Pão com farinha de grilo: vai uma fatia?* 2018. Disponível em: <http://conexoplaneta.com.br/blog/pao-com-farinha-de-grilo-vai-uma-fatia/>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

CORREIO BRAZILIENSE. *Indigesto? Setor de insetos comestíveis ganha mercado*. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2019/05/31/internas_economia,758940/indigesto-setor-de-insetos-comestiveis-ganha-mercado.shtml>. Acesso em: 20 out. 2019.

COSTA NETO, E. M. Insetos como fontes de alimento para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes. *Interciência*, v. 28, n. 3, p.136-140, 2003.

CRA2YSCI. *Carne alternativa - coma insetos para salvar a terra*. 2016. Disponível em: <http://www.cra2ysci.com/2016/08/insects.html>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

EATON S. B.; KONNER, M. Paleolithic Nutrition: A consideration of its nature and current implications. *New England Journal of Medicine*, v. 312, n. 5, p. 283-9, 1985.

FAO. *A Contribuição dos Insetos para a Segurança Alimentar, Subsistência e Meio Ambiente*. 2015. Disponível em:

<http://www.fao.org/documents/card/en/c/7f94e9b2-9479-4c04-8dc6-5dcfeb8199e3/>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

FAO. *Edible insects Future prospects for food and feed security*. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e01.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

HAMERMANMM, E. J. Cooking and disgust sensitivity influence preference for attending insect-based food events. *Appetite*, v. 96, p. 319-326, 2016.

INSTITUTO DATA POPULAR. *Mulheres decidem compras da família*. 2013. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/03/1241880-mulheres-decidem-compras-da-familia-diz-pesquisa.shtml>. Acesso em: 16 out. 2019.

KOUŘIMSKÁ, L.; ADÁMKOVÁ, A. Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal*, v. 4, n. 1, p. 22–26, 2016.

LOPES, E. M.; LOS SANTOS, M. P.; NUNES, M.; KAISER, M.; FURTADO, F. Rótulos presentes em alimentos industrializados. In: CONGREGA MIC,1; 2016, Rio Grande do Sul. *Anais... Rio Grande do Sul: URCAMP*, 2016, p. 1.

MICROSOFT. *Microsoft Excel*. 2016. Disponível em: <https://products.office.com/pt-br/excel>. Acesso em: 28 abr. 2019.

MORAES, B.; FERNANDES, L. *O promissor mercado de insetos comestíveis*. 2018. Disponível em: <http://www.comciencia.br/putz-grila-insetos-na-comida/>. Acessado em: 20 de jun de 2019.

NORTH COUNTRY PUBLIC RADIO. *Comida de rua não mais: lanches de insetos mudam para prateleiras de lojas na Tailândia*. 2015. Disponível em: <https://www.northcountrypublicradio.org/news/npr/394849989/street-food-no-more-bug-snacks-move-to-store-shelves-in-thailand>. Acesso em: 12 abr. 2019.

OLIVEIRA, L. L.; BOCCHINI, M. O. Legibilidade visual para informação nutricional em rótulos de alimentos. *Blucher Design Proceedings*, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2015.

PET. *Insetos Comestíveis: Os Alimentos do Futuro*. 2019. Disponível em: <https://pet.agro.ufg.br/n/115919-insetos-comestiveis-os-alimentos-do-futuro>. Acesso em: 21 out. 2019.

ROMEIRO, E. T.; OLIVEIRA, I. D.; CARVALHO, E. F. Insetos como alternativa alimentar. *Contextos da Alimentação–Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade*, v. 4, n. 1, 2015.

SILVA, F. S.; PEREIRA, T. C. O.; CARMO, Y. A. R.; DE SOUZA, A. R. M. Análise de mercado de rótulos alimentícios por consumidores de Goiânia.

DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, v. 6, n. Especial, p. 71-78, 2019.

SOCIEDADE VEGANA. *Veganismo*. 2011. Disponível em: <http://sociedadevegana.org/textos-fundamentais/veganismo/>. Acesso em: 09 jun.2019.

SOCIEDADE VEGANA. *Mercado Vegetariano*. 2019. Disponível em: svb.org.br/vegetarianismo1/mercado-vegetariano. Acesso em: 28 set. 2019.

SPIELGEL. *Metro verkauft Mehlwurm-Nudeln*. 2018. Disponível em: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/insekten-als-lebensmittel-metro-verkauft-mehlwurm-nudeln-a-1196236.html>. Acesso em: 12 abr. 2019.

SUTTON, M. Q. Archaeological aspects of insect use. *Journal of Archaeological Method and Theory*, v. 2, n. 3, p. 253-298, 1995.

TUNES, S. Insetos comestíveis. *Revista Pesquisa FAPESP*. n. 290, abril, p. 60-67. 2020

Avaliação dos limites de detecção dos testes qualitativos oficiais de redutores de acidez em leite

Evaluation of the detection limits of the official qualitative tests for acidity reducers in milk

Evaluación de los límites de detección de las pruebas cualitativas oficiales de reductores de acidez en la leche.

Thainá Souza Santos

Instituto Federal de Goiás – campus Itumbiara
thainasouza120696@gmail.com

Henrique Faria Paula

Instituto Federal de Goiás – campus Itumbiara
henriquefariapaula@hotmail.com

Simone Machado Goulart

Instituto Federal de Goiás – campus Itumbiara
simone.goulart@ifg.edu.br

Leonardo Magalhães de Castro

Instituto Federal de Goiás – campus Itumbiara
leonardo.castro@ifg.edu.br

João Paulo Victorino Santos

Instituto Federal de Goiás – campus Itumbiara
joao.santos1@ifg.edu.br

Resumo

O leite é um alimento importante para os seres humanos e os seus padrões de qualidade devem ser rigorosamente controlados para garantir o consumo saudável dele. De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), é proibida a adição de substâncias redutoras de acidez como bicarbonato de sódio e hidróxido de sódio, pois mascaram a má qualidade do produto. Neste trabalho, foram avaliados os limites de detecção (LD) dos métodos oficiais de análise para esses redutores de acidez. As metodologias oficiais de análises qualitativas utilizadas, para verificar a presença dessas substâncias, foram empregadas para se verificar até que ponto elas realmente são capazes de apontar a fraude. Foram realizadas três repetições com leite coletado em três semanas. Em cada repetição, realizaram-se as análises em triplicata. A essas alíquotas foram adicionadas, individualmente, uma entre oito diferentes concentrações de cada substância

avaliada. Os resultados apontaram que essas metodologias são capazes de detectar a adição de hidróxido de sódio na concentração de 0,02% (m/v) e bicarbonato de sódio 0,05% (m/v). Quanto menor o limite detectado, mais adequado o método utilizado para avaliação da presença de adulterante. A indústria de laticínios e os órgãos responsáveis por assegurarem a qualidade desses produtos devem realizar trabalhos mais constantes de conscientização de toda a cadeia produtiva além de propor análises e pesquisas mais frequentes para detectar esses e outros contaminantes, intencionais ou presentes de forma accidental.

Palavras-chave: Qualidade do leite. Limite de Detecção. Redutores de Acidez.

Abstract

Milk is an important food for human beings and its quality standards must be strictly controlled to ensure healthy consumption and that it will not cause harm to health. According to the Regulation of Industrial and Sanitary Inspection of Products of Animal Origin (RIISPOA), the addition of acid-reducing substances such as sodium bicarbonate and sodium hydroxide is prohibited, as they mask the poor quality of the product. In this work, the Detection limit (DL) of the official methods of analysis for these acidity neutralizers were evaluated. The official qualitative analysis methodologies used to verify the presence of these substances were used to verify the extent to which they can point out the fraud. Three repetitions were performed with milk collected in three weeks. In each repetition, the analyzes were performed in triplicate. In each aliquot, one out of eight different concentrations of each substance evaluated was added separately. The results showed that these methodologies can detect the addition of sodium hydroxide at a concentration of 0.02% (m / v) and bicarbonate 0.05% (m / v). The lower the limit detected, the more appropriate the method used to assess the presence of adulterant. The dairy industry and the entities responsible for ensuring the quality of these products must carry out more constant work to raise awareness of the entire production chain, in addition to proposing more frequent analyzes and research to detect these and other contaminants, whether intentional or present accidentally.

Keywords: Milk quality. Detection limit. Acidity Reducers.

Resumen

La leche es un alimento importante para los seres humanos y sus estándares de calidad deben ser estrictamente controlados para asegurar un consumo saludable y que no cause daños a la salud. De acuerdo con el Reglamento de Inspección Industrial y Sanitaria de Productos de Origen Animal (RIISPOA), la adición de sustancias reductoras de ácido como el bicarbonato de sodio y el hidróxido de sodio está prohibida, ya que enmascaran la mala calidad del producto. En este trabajo, se evaluó el límite de detección (LD) de los métodos oficiales de análisis para esos neutralizadores de acidez. Las metodologías oficiales de análisis cualitativo utilizadas para verificar la presencia de esas sustancias se utilizaron para verificar hasta qué punto son realmente capaces de señalar el fraude. Se realizaron tres repeticiones con leche recogida en tres semanas. En cada repetición, los análisis se realizaron por triplicado. En cada parte alícuota, una de cada ocho concentraciones diferentes de cada sustancia evaluada se agregó por separado. Los resultados mostraron que estas metodologías son capaces de detectar la adición de hidróxido de sodio a una concentración de 0.02% (m / v) y bicarbonato 0.05% (m / v). Cuanto más bajo sea el límite detectado, más apropiado será el método utilizado para evaluar la presencia de mezcla. La industria láctea y las entidades responsables por garantizar la calidad de estos productos deben llevar a cabo un trabajo más constante para crear conciencia sobre toda la cadena de producción, además de proponer análisis e investigaciones más frecuentes para detectar esos y otros contaminantes, ya sea de forma intencional o accidental.

Palabras clave: Calidad de la leche. Límite de detección. Redutores de acidez.

Introdução

O leite é um alimento importante para os seres humanos e os seus padrões de qualidade devem ser rigorosamente controlados para garantir o consumo saudável e que não venha a causar danos à saúde. É necessário verificar constantemente se os requisitos de qualidade previstos na legislação estão sendo cumpridos.

A qualidade do leite é definida pela sua composição e seus principais componentes são água, gordura, proteína, lactose, minerais e vitaminas que podem ter seu conteúdo influenciado por diversos fatores como alimentação, clima, ambiente, uso de medicamentos, condições higiênico-sanitárias, além de fraudes pela adição de substâncias proibidas ou retirada de componentes (SOUZA et al., 2010).

Os países em desenvolvimento tem aumentado muito o consumo médio de alimentos como leite e carne, propiciando uma dieta mais variada. O crescente consumo de laticínios e outros produtos animais está trazendo importantes benefícios nutricionais para boa parte da população desses países, muitos deles na África e países mais pobres das américas. No entanto, o rápido crescimento da produção e o consumo de produtos pecuários também pode apresentar riscos para a saúde humana, meio ambiente e viabilidade econômica de pequenos agricultores, mas também pode oferecer oportunidades para indústrias de laticínios de pequena e média escala (MUEHLHOFF; BENNETT; McMAHON, 2013).

De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) é impróprio para consumo humano o leite que apresente características sensoriais anormais, a adição de conservadores ou substâncias estranhas à sua composição, contenha impurezas ou corpos estranhos de qualquer natureza, apresente resíduos de antibióticos ou inibidores, esteja fraudado, ou não atenda aos padrões microbiológicos e físico-químicos definidos em Regulamentos Técnicos Específicos (BRASIL, 2011).

Dentre as fraudes mais comuns são relatadas a adição de água para aumentar o volume, o uso do peróxido de hidrogênio para impedir o crescimento de microrganismos e a adição de bicarbonato de sódio e

hidróxido de sódio para diminuir a acidez do leite (TRONCO, 2008; ABRANTES; CAMPÊLO; SILVA, 2014).

A maioria dos trabalhos de pesquisa sobre a presença de contaminantes em leite aplicam as metodologias oficiais de análises da IN 68 (BRASIL 2006). Poucos trabalhos avaliam essas metodologias e seus Limites de Detecção (LD) relacionado à capacidade de resposta do método e as consequências da presença de adulterantes químicos como redutores de acidez, adulterantes de densidade e conservadores nos resultados dos parâmetros físico-químicos. O LD é o menor valor de concentração do analito de interesse que pode ser detectado pelo método (INMETRO, 2003).

A população demanda por alimentos saudáveis e nutritivos, que tenham qualidade em seus aspectos físico-químicos, sensoriais e microbiológicos. Nessas circunstâncias, faz-se necessário combater a fraude do leite, que prejudica toda uma cadeia produtiva. Por isso, intensificar a fiscalização e punição, aprimorar esses sistemas de fiscalização, conscientizar produtores, empresas e consumidores em relação a uma boa qualidade do leite é de extrema importância (KARTHEEK et al. 2011).

A fraude mais comum no Brasil continua sendo a adição de água, com o objetivo de aumentar o volume que, além disso, provoca uma diluição reduzindo seu valor nutritivo. Esse procedimento reflete a falta de comprometimento da produção de um leite de qualidade e a ganância dos fraudadores sejam eles os próprios produtores rurais ou as indústrias. De acordo com o que afirma Sousa et al. (2011), a fraude por adição de água e reconstituintes de densidade não mostram risco à saúde do consumidor, contudo, ocorre diluição dos seus componentes nutritivos.

Muitas vezes associada a esta fraude está a baixa qualidade do produto e ou de condições adequadas de refrigeração o que acarreta aumento de sua acidez e nova fraude pela adição dos redutores dessa acidez. É apontada como fraude intencional a adição de soluções alcalinas no leite no intuito de diminuir e estabilizar a acidez. No entanto, a presença dessas substâncias pode ocorrer devido a falhas da higienização e da sanitização que utilizam soluções alcalinas na limpeza de equipamentos, utensílios ou mesmo da própria estrutura física para remoção de gordura do leite (OLIVEIRA; SANTOS, 2012).

Neste trabalho foram avaliados os LD dos métodos oficiais de análise para os neutralizantes de acidez, hidróxido de sódio e bicarbonato de sódio. As metodologias oficiais de análises qualitativas utilizadas para verificar a presença dessas substâncias foram empregadas para se verificar até que ponto elas realmente são capazes de apontar a fraude pelo emprego dos redutores de acidez.

Revisão de literatura

Adulteração do leite

Um dos alimentos mais envolvidos em casos de fraudes é o leite (MOORE; SPINK; LIPP, 2012). De acordo com RIISPOA, entende-se por leite fraudado o que for adicionado de água, substâncias conservadoras ou quaisquer elementos estranhos à sua composição; sofrer subtração de qualquer dos seus componentes; estiver cru e for vendido como pasteurizado ou for exposto ao consumo sem as devidas garantias de inviolabilidade (BRASIL, 1997).

As primeiras adulterações detectadas foram por meio da adição de água para aumento do volume e desnate acima do permitido para produção de creme de leite. Ao longo do tempo novos tipos de adulterações foram sendo detectadas, como adição de soro de queijo, de substâncias conservantes (peróxido de hidrogênio), neutralizantes (hidróxido de sódio, bicarbonato de sódio) e reconstituintes da densidade e crioscopia (sal, açúcar, amido) (ABRANTES; CAMPÊLO; SILVA, 2014).

Além de afetar o consumidor economicamente, em fornecer um produto de qualidade abaixo à declarada, a adulteração do leite pode representar risco à saúde, dependendo do tipo de substância utilizada na fraude. Em 2007, uma operação que ficou conhecida como “Ouro Branco”, investigou duas cooperativas de laticínios no estado de Minas Gerais por adulteração de leite. Segundo as investigações as fraudes ocorriam com a adição de soro de leite, substâncias conservantes, neutralizantes e reconstituintes (SPIGLIATTI, 2007).

Em 2014, foi deflagrada a chamada “Operação Leite Adulterado”, no Estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com o objetivo de investigar e punir os envolvidos em adulteração de leite com sal, soda cáustica, citrato e peróxido de sódio (BRASIL, 2014). O Ministério Público do Rio Grande do Sul deflagrou, em maio de 2014, a quinta fase da Operação “Leite Compen\$ado” para cumprir três mandados de prisão e 15 de busca e apreensão. A investigação detectou adulteração no leite dentro de indústrias. Nas etapas anteriores as fraudes tinham sido praticadas por transportadores. Os proprietários de três laticínios da região do Vale do Taquari/RS davam ordens para que subordinados corrigissem a acidez de leite que estava se deteriorando com a adição de produtos como citrato, soda cáustica, bicarbonato de sódio e água oxigenada, entre outros. Os três foram presos (GLOBO RURAL, 2014).

No trabalho de Mareze et al. (2015) foram determinadas as presenças de substâncias fraudulentas e avaliadas as características físico-químicas do leite pasteurizado produzido em laticínios da região norte do Paraná. Foram avaliadas 80 amostras no período de março a junho de 2014 e verificadas amostras fora do padrão para as análises de gordura (12,5%), sólidos não gordurosos (5%), densidade (1,25%), crioscopia (3,75%), pH (48,75%), ureia (1,25%), além da adição das substâncias água e sacarose (3,75%) e hipoclorito (5%). Os autores afirmam que as fraudes têm sido realizadas mais próximas dos limites da capacidade dos testes para dificultar a sua detecção, o que reafirma a necessidade de um maior controle por parte da fiscalização.

Motta et al. (2015) avaliaram a qualidade microbiológica, constituintes nutricionais e presença de substâncias inibidoras do crescimento bacteriano em 100 amostras informais de leite de vacas, comercializadas na região sudoeste do estado de São Paulo. Verificou-se que 77% da Contagem de Células Somáticas (CCS) e 86% da Contagem Bacteriana Total (CBT) das amostras estavam em desacordo com os valores máximos exigidos pela Instrução Normativa 62 do MAPA. Foram identificados teores em desacordo para sólidos totais (36%), proteína (23%), gordura (38%), extrato seco desengordurado (43%) e nitrogênio uréico (73%). Em 59% das amostras detectou-se a presença de resíduos de inibidores do crescimento bacteriano. Apesar do trabalho não ter avaliado a presença de redutores de acidez, sua

presença é muito comum em amostras em que se encontrem outras fraudes como as de inibidores do crescimento microbiano e apresentam baixo valor para sólidos totais, característica de leite fraudado também com água.

Fraudes com redutores de acidez

As substâncias neutralizantes são adicionadas ao leite com o intuito de mascarar a acidez elevada que está presente no leite decorrente da fermentação microbiana. Os microrganismos presentes no leite em quantidades superiores metabolizam a lactose transformando-a em ácido láctico e, conseqüentemente, elevando a acidez titulável, o que leva à recusa do produto pela indústria (BRASIL, 2011).

A adição fraudulenta de neutralizantes como bicarbonato de sódio e hidróxido de sódio, tem como objetivo reverter a acidez desenvolvida por microrganismos mesófilos, que degradam a lactose gerando ácido láctico, levando a coagulação do leite. A neutralização de maneira ilegal da acidez pode mascarar a acidez desenvolvida, tornando um leite de má qualidade em um leite aceitável conforme a legislação brasileira (SILVA et al., 2010).

A literatura relata a pesquisa de neutralizantes da acidez no leite e as frequências observadas variam de 0% à 65% das amostras avaliadas (FIRMINO et al., 2010; MARTINS et al., 2008; MENDES et al., 2010; SOUSA et al., 2011). A utilização de hidróxido de sódio é a mais comum entre os neutralizantes e pode promover saponificação da gordura do leite, causando defeitos no produto e nos derivados como queijos, requeijão e iogurtes. Além disso, é uma substância corrosiva para os tecidos humanos, podendo representar risco ao consumidor dependendo da concentração final no leite (DA SILVA, 2013).

Rosa-Campos et al. (2011) realizaram análises de rotina em 72 amostras leite pasteurizado de oito marcas diferentes produzidas no Distrito Federal entre janeiro e dezembro de 2010. Uma marca apresentou fraude por adição de água e retirada de gordura, cinco marcas apresentaram amostras adicionadas do redutor de acidez bicarbonato de sódio, uma marca apresentou cloreto nas amostras, sete marcas tinham amostras fraudadas com peróxido de hidrogênio e todas as marcas apresentaram amostras fraudadas com sacarose. Os resultados mostram descompromisso e falta de

responsabilidade com a qualidade do leite e com a saúde do consumidor, tanto pelos órgãos de fiscalização quanto pelas empresas produtoras.

Silva et al. (2015) avaliaram a sensibilidade analítica de provas descritas pela legislação, o efeito dessas substâncias na inibição do crescimento microbiano e a persistência de resíduos detectáveis após 48 horas de refrigeração. Lotes de leite cru, livres de substâncias adulterantes, foram adicionados de diferentes concentrações de formaldeído, peróxido de hidrogênio, hipoclorito de sódio, cloro, detergente alcalino clorado e hidróxido de sódio. A sensibilidade analítica das provas oficiais foi: 0,005% para formaldeído; 0,003% para peróxido de hidrogênio e 0,013% para hipoclorito. Cloro e detergente alcalino clorado não foram detectados pelas provas oficiais. A prova de neutralizantes não detectou hidróxido de sódio quando a acidez foi neutralizada com precisão. Concentrações de 0,05% formaldeído, 0,003% de peróxido de hidrogênio e 0,013% de hipoclorito de sódio reduziram significativamente ($P < 0,05$) a microbiota do leite após 24 e 48 horas de refrigeração. O formaldeído e hipoclorito de sódio permaneceram detectável no leite após 48 e 24 horas de refrigeração, respectivamente e o peróxido de hidrogênio não foi detectável após 24 horas. Os autores concluíram que as provas oficiais para a pesquisa de fraudes por adição de conservantes e neutralizantes ao leite apresentam limitações e podem não ser capazes de detectar adulterações no leite.

Metodologia

Coleta e preparo das amostras

Para avaliação da sensibilidade analítica das provas oficiais de pesquisa de adulterantes de acidez (Hidróxido de Sódio e Bicarbonato de Sódio) foram realizadas três repetições com leite coletado em três semanas. Em cada repetição as análises foram realizadas em triplicata. Para cada análise, utilizou-se aproximadamente 2,0 litros de leite *in natura*, isento de substâncias estranhas e dentro dos parâmetros exigidos pela legislação (BRASIL, 2011). Posteriormente as amostras foram homogeneizadas e divididas em alíquotas de 100 mL, em frascos limpos e isentos de resíduos.

Em cada alíquota foram adicionadas, separadamente, uma entre oito diferentes concentrações de cada substância avaliada. Inicialmente as concentrações avaliadas foram propostas aleatoriamente e na medida em que os resultados foram sendo positivos, novos testes foram realizados, diluindo a concentração até se chegar a valores negativos, encontrando o LD.

Análise de Hidróxido de Sódio

Para a análise de hidróxido de sódio foram transferidos 5 mL de leite para um tubo de ensaio e adicionadas 4 gotas de azul de bromotimol. Em resultado positivo é formada a coloração esverdeada e resultado negativo coloração amarelada (BRASIL, 2006).

Análise de Bicarbonato de Sódio

Em 5 mL de leite foram acrescentados 10 mL de álcool etílico absoluto e 6 gotas de ácido rosólico a 1% (v/v). A cor vermelho-carmim indicava adição de bicarbonato de sódio (BRASIL, 2006).

Discussão dos resultados

Os resultados obtidos para o LD do redutor de acidez hidróxido de sódio apontou a capacidade do método em detectar concentrações a partir de 0,02% (m/v), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Teores avaliados para LD de hidróxido de sódio em leite

Amostra	Teor de Hidróxido de Sódio	Resultado
Controle	0,00%	Negativo
1	0,01%	Negativo
2	0,02%	Positivo
3	0,03%	Positivo
4	0,04%	Positivo
5	0,05%	Positivo

6	0,06%	Positivo
7	0,07%	Positivo
8	0,08%	Positivo

De acordo com Da Silva (2013) a adição de hidróxido de sódio nas concentrações de 0,01; 0,025 e 0,05% alterou as médias obtidas para acidez (Dornic) de 17^o D no controle negativo para 16^o D, 13^o D e 10^oD, respectivamente. Concentrações de 0,025 e de 0,05% de hidróxido de sódio também resultaram em teste de alizarol positivo para substâncias alcalinas. Contudo, a presença de hidróxido de sódio somente foi confirmada pelas provas específicas para a pesquisa de neutralizantes (BRASIL, 2006) nas concentrações de 0,025% e 0,05%. Assim como na pesquisa de Da Silva (2013) a presença desse redutor na concentração de 0,01% não foi detectada pela metodologia oficial.

Wanderley et al. (2013) avaliaram o comportamento dos métodos analíticos oficiais de rotina (lipídios, extrato seco desengordurado, acidez titulável, densidade relativa a 15°C e crioscopia) e de detecção de fraudes (DF) utilizadas para leite fluido. Foram observadas alterações dos padrões físico-químicos nas fraudes contendo 0,4% de água, 0,06% de cloretos, 0,06% de neutralizantes da acidez e 0,4% de cloro, não sendo possível detectar alteração no leite fraudado com 0,06% de amido de milho. Na determinação de substâncias adicionadas ao leite, os níveis mínimos de detecção encontrados foram de 0,06% de NaCl, 0,4% de cloro, 0,25% de amido, 0,06% de neutralizantes da acidez e 0,4% de água.

Os autores concluíram que as análises oficiais de rotina não foram eficazes na detecção de irregularidades no leite e que a indústria de laticínio deveria realizar análises complementares de substâncias neutralizantes da acidez, conservantes e reconstituintes da densidade, ainda que nas outras provas os resultados estejam dentro dos parâmetros permitidos pela legislação, a fim de evitar que leite impróprio para consumo seja comercializado e consumido pela população.

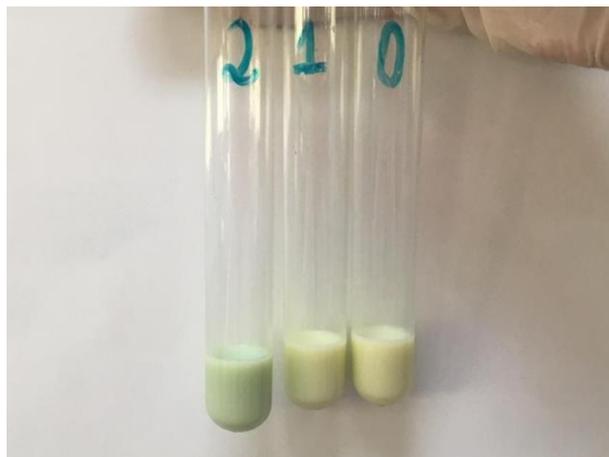


Figura 1 - Imagem da análise de hidróxido de sódio em leite

Resultados preocupantes foram encontrados também na pesquisa de Silva et al. (2015) quando concluíram não ser possível detectar a presença de hidróxido de sódio em leite, utilizando a metodologia oficial qualitativa, quando a fraude resulta em leite com acidez normal, indicando que os métodos apresentam uma importante limitação e somente são capazes de indicar a presença do adulterante em amostras abaixo do padrão de acidez.

Nas análises de bicarbonato de sódio, o LD para a presença desse redutor de acidez foi a partir da concentração de 0,05% (m/v) em leite, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Teores avaliados para LD de bicarbonato de sódio em leite

Amostra	Teor de Bicarbonato de Sódio	Resultado
Controle	0,00%	Negativo
1	0,01%	Negativo
2	0,02%	Negativo
3	0,03%	Negativo
4	0,04%	Negativo
5	0,05%	Positivo

6	0,06%	Positivo
7	0,07%	Positivo
8	0,08%	Positivo

No trabalho de Cassoli et al. (2011) as amostras de leite cru foram adulteradas com bicarbonato de sódio (0,05%, 0,10% e 0,25%) e o método utilizado para verificação foi o infravermelho com transformada de Fourier (IVTF), foram desenvolvidas calibrações para identificação de adulteração através da comparação do espectro de leite adulterado com um espectro de referência para leite cru. O método apresentou LD de 0,05% para avaliar a presença de bicarbonato de sódio (CASSOLI et al., 2011). Os resultados deste trabalho em que as metodologias oficiais são avaliadas são equivalentes ao trabalho utilizando a metodologia (IVTF).

Coitinho (2017) encontrou o LD de bicarbonat de sódio em leite “*in natura*” a partir de 0,06% em amostras coletadas de 10 caminhões transportadores no estado de São Paulo, utilizando método de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier. Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados nesta pesquisa, porém a metodologia oficial foi mais eficiente sendo capaz de detectar a presença de uma concentração menor, de 0,05% (m/v).



Figura 2 - Imagem da análise de bicarbonato de sódio em leite

Rosa-Campos et al. (2011) encontraram amostras fraudadas com bicarbonato de sódio em cinco de oito marcas de leite pasteurizado, evidenciando que a presença desse redutor de acidez é comum também em produtos que estão prontos para o consumo, indicando fraude direta da indústria processadora.

É importante a correta aplicação do método, além disso, é importante que os órgãos de fiscalização tenham o conhecimento de que a aplicação da metodologia oficial não é garantia de leite livre de fraudes, o que faz com que trabalhos mais intensificados dentro das indústrias sejam cada vez mais necessários.

Considerações finais

Nesta pesquisa a sensibilidade dos métodos oficiais qualitativos de análise dos neutralizantes de acidez hidróxido de sódio e bicarbonato de sódio foi avaliada para se chegar ao seu LD. Os resultados apontaram que essas metodologias são capazes de detectar a adição de hidróxido de sódio na concentração de 0,02% (m/v) e bicarbonato de sódio 0,05% (m/v).

Pesquisas de limites de detecção são de grande importância, visto que o propósito é garantir um leite de qualidade ao consumidor, uma vez que um leite de má qualidade pode causar prejuízos à saúde. Quanto menor o limite detectado, mais adequado o método utilizado para avaliação da presença do adulterante. A indústria de laticínios e os órgãos responsáveis por assegurar a qualidade desses produtos devem realizar trabalhos mais constantes de conscientização de toda a cadeia produtiva, além de propor análises e pesquisas mais frequentes para detectar esses e outros contaminantes, intencionais ou presentes de forma acidental.

Referências

ABRANTES, M. R.; CAMPÊLO, C. S.; SILVA, J. B. A. Fraude em leite: Métodos de detecção e implicações para o consumidor. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, 73 (3): 244-251, 2014.

BRASIL. *Instrução normativa n° 62 de 29 de dezembro de 2011*. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o

Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Diário Oficial [da] União, Brasília, 29 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Deflagrada fraude em leite em Santa Catarina*. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa Nº 68, de 12 de dezembro de 2006*. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e Produtos lácteos. Departamento de Inspeção de Produto de Origem Animal. Brasília-DF. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – R.I.I.S.P.O.A.* Aprovado pelo decreto n 30691 de 29 de março de 1952, alterado pelo Decreto 1255 de 25 de junho de 1962. Alterado pelo Decreto 2244 de 04/06/1997. Brasília-DF. 1997.

CASSOLI, L. D.; SARTORI, B.; ZAMPAR, A.; MACHADO, P. F. Anassessment of Fourier Transform Infrared spectroscopy to identify adulterated raw milk in Brazil. *International Journal of Dairy Technology*, v. 64, n. 4, p. 480-485, 2011.

COITINHO, T. B. *Aplicação da espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier no monitoramento de adulterantes em leite cru*. 2017. 62 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2017.

DA SILVA, L. C. C. *Capacidade de detecção de adulterações e suficiência das provas oficiais para assegurar a qualidade do leite pasteurizado*. 2013. Tese (doutorado em Ciência Animal) Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR. 2013.

FIRMINO, F. C. et al. Detecção de fraudes em leite cru dos tanques de expansão da região de rio Pomba, Minas Gerais. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 65, n.376, p. 5-11, set. out., 2010.

GLOBO RURAL. *Ministério Público do RS detecta mais fraudes no leite e prende três*. 2014. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Leite/noticia/2014/05/ministerio-publico-do-rs-detecta-mais-fraudes-no-leite-e-prende-tres.html>. Acesso em 17 de junho de 2020.

INMETRO. *Orientações sobre Validação de Métodos de Ensaios Químicos*. Brasil, 2003.

KARTHEEK, M.; SMITH, A. A.; MUTHU, A. K.; MANAVALAN, R. Determination of Adulterants in Food: A Review. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, v. 3, n. 2, p. 629-636, 2011.

MAREZE, J. et al. Detecção de adulterações do leite pasteurizado por meio de provas oficiais: Detection of pasteurized milk adulteration through official methods. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 36, n. 1, p.283-290, 2015.

MARTINS, M. E. P. et al. Qualidade de leite cru produzido e armazenado em tanques de expansão no estado de Goiás. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 4, p. 1152-1158, 2008.

MENDES, C. de G. et al. Análises Físico-Químicas e Pesquisa de Fraude no Leite Informal Comercializado no município DE Mossoró, RN. *Ciências Animal Brasileira*, Goiânia, v. 11, n. 2, p.349-356, 2010.

MOORE, J. C.; SPINK, J.; LIPP, M. Development and Application of a Database of Food Ingredient Fraud and Economically Motivated Adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 77, n. 4, p. 118-126, 2012.

MOTTA, R. G.; et al. Indicadores de qualidade e composição de leite informal comercializado na região Sudeste do Estado de São Paulo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.35, n.5, p.417-423, 2015.

MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; McMAHON, D. *Milk and dairy products in human nutrition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013.

OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, D. da C. Avaliação da qualidade físico-química de leites pasteurizados. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 71, n. 1, p.193-197, 2012.

ROSA-CAMPOS, A. A., ROCHA, J. E. S.; BORO, L. A.; MENDONÇA, M. A. Avaliação físico-química e pesquisa de fraudes em leite pasteurizado integral tipo C produzido na região de Brasília, Distrito Federal. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, n. 379, v.66, p.30:34, 2011.

SILVA, A. C. O.; HOOD, C.; SILVA, F. E. R.; MÁRSICO, E. T. *Detecção de fraudes em leite beneficiado e verificação dos métodos analíticos para análise de leite fluido*. Encontro de iniciação à científica. Prêmio UFF Vasconcelos. Universidade Federal Fluminense. Niteroi, 2010.

SILVA, L. C. C. et al. Preservatives and neutralizing substances in milk: analytical sensitivity of official specific and nonspecific tests, microbial inhibition effect, and residue persistence in milk. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 45, n. 9, p.1613-1618, 2015.

SOUSA, F.; SILVA, L.; SOUSA, E.; SILVA, J.; FEITOSA, M. Análises físico químicas e pesquisa de fraudes em leite pasteurizado tipo C. *Caderno verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.1, n.1, 2011.

SOUZA, A. H. P. de. et al. Avaliação Físico-Química do leite UHT e pasteurizado comercializado na cidade de Londrina- PR. *Revista brasileira de pesquisa em alimentos*, v. 1, n. 1, p. 39-42, 2010.

SPIGLIATTI, S. *PF prende 25 por fraude em leite longa vida*. 2007.

TRONCO, V. M. *Manual para inspeção da qualidade do leite*. Santa Maria: Editora UFSM, 2008.

WANDERLEY, C. H. et al. Avaliação da Sensibilidade de Métodos Analíticos Para Verificar Fraude em Leite Fluido. *Revista de Ciências da Vida*, RJ, EDUR, v. 33, n. 1, jan. / jun., p. 54-63, 2013.

Efeito da adubação foliar com ferro na cultura da soja

Effect of iron foliar fertilization on soybean cultivation

Efecto de la fertilización foliar con hierro en el cultivo de la soya

Ivan Moraes Tavares

Universidade Federal de Jataí

ivan.cajango@hotmail.com

Jeander Franco Oliveira

Universidade Federal de Jataí

jeanderphranco@hotmail.com

José Hortêncio Mota

Universidade Federal de Jataí

hortenciomota@gmail.com

Itamar Rosa Teixeira

Universidade Estadual de Goiás

itamar.teixeira@ueg.br

Resumo

O ferro é um micronutriente essencial à nutrição das plantas que pode ser utilizado como alternativa para melhorar a atividade fotossintética e, conseqüentemente, o aspecto nutricional das plantas. Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito da utilização de um formulado à base de ferro (PFBF) composto de 17,9% de N; 8,1% de P₂O₅ e 35,8% de Fe na cultura da soja. A cultivar de soja utilizada foi a Monsoy 7739. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos: T1 = testemunha, não aplicação de PFBF; T2 = 100 ml ha⁻¹ de PFBF no tratamento de sementes e 200 ml ha⁻¹ via aplicação foliar no estádio V2; T3 = 100 ml ha⁻¹ de PFBF no tratamento de sementes e 200 ml ha⁻¹ via aplicação foliar no estádio R2; T4 = 300 ml ha⁻¹ de PFBF via aplicação foliar no estádio V2; T5 = 300 ml ha⁻¹ de PFBF via aplicação foliar no estádio R2. As características avaliadas foram produtividade, altura de plantas, número de vagens e peso de mil grãos. Para a característica altura de planta, houve diferença entre os tratamentos, já para número de vagens, peso de mil grãos e produtividade, não houve diferença entre os tratamentos.

Palavras-chave: Glycine max. Micronutriente. Nutrição de plantas.

Abstract

Iron is a micronutrient essential for plant nutrition that can be used as an alternative to improve photosynthetic activity and, consequently, the nutritional aspect of plants. The objective of this study was to evaluate the effect of using an iron-based formulation (PFBF) composed of 17.9% N; 8.1% P₂O₅ and 35.8% Fe on soybean culture. The soybean cultivar used was Monsoy 7739. The design used was random blocks with 5 treatments: T1 = control, no PFBF application; T2 = 100 ml ha⁻¹ of PFBF in seed treatment and 200 ml ha⁻¹ via foliar application at stage V2; T3 = 100 ml ha⁻¹ of PFBF in seed treatment and 200 ml ha⁻¹ via foliar application at R2; T4 = 300 ml ha⁻¹ of PFBF via foliar application at V2; T5 = 300 ml ha⁻¹ of PFBF via foliar application at R2. The characteristics evaluated were productivity, height of plants, number of pods and weight of one thousand grains. For the characteristic plant height there was a difference between the treatments, but for the number of pods, weight of a thousand grains and productivity there was no difference between the treatments.

Keywords: *Glycine max*. Micronutrient. Plant nutrition.

Resumen

El hierro es un micronutriente esencial para la nutrición de las plantas que puede utilizarse como alternativa para mejorar la actividad fotosintética y, por consiguiente, el aspecto nutricional de las plantas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del uso de una formulación basada en hierro (PFBF) compuesta por 17,9% de N; 8,1% de P₂O₅ y 35,8% de Fe en el cultivo de soja. El cultivar de soja utilizado fue el Monsoy 7739. El diseño utilizado fue de bloques aleatorios con 5 tratamientos: T1 = control, sin aplicación de FFP; T2 = 100 ml ha⁻¹ de FFP en tratamiento de semillas y 200 ml ha⁻¹ por aplicación foliar en la etapa V2; T3 = 100 ml ha⁻¹ de FFP en tratamiento de semillas y 200 ml ha⁻¹ por aplicación foliar en R2; T4 = 300 ml ha⁻¹ de FFP por aplicación foliar en V2; T5 = 300 ml ha⁻¹ de FFP por aplicación foliar en R2. Las características evaluadas fueron la productividad, la altura de las plantas, el número de vainas y el peso de mil granos. Para la altura característica de la planta había una diferencia entre los tratamientos, pero para el número de vainas, el peso de mil granos y la productividad no había ninguna diferencia entre los tratamientos.

Palabras clave: *Glycine max*. Micronutriente. Nutrición vegetal.

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada umas das oleaginosas mais importantes do mundo sendo fonte de proteína para a alimentação animal e humana, e também utilizada como matéria-prima para a produção de biodiesel (CARLIM et al., 2019). No ano agrícola de 2019/2020, o Brasil produziu aproximadamente 122 milhões de toneladas em 36,8 milhões de hectares, atingindo um rendimento agrícola de 3,3 toneladas por hectare (CONAB, 2020).

O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira foram alcançados, em parte, devido aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo, dentre os quais está a utilização de fertilizantes minerais foliares (SUZANA et al., 2012) e a

produção e utilização de sementes de elevada qualidade (PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012) e também a eficiência dos produtores entre outros fatores.

Com a evolução da agricultura, é cada vez mais necessário utilizar nutrientes para manter e conservar a fertilidade do solo e, assim, manter ou aumentar o rendimento das culturas. Além disso, o aumento constante dos custos de produção torna-se necessário alcançar a máxima eficiência econômica, especialmente no que diz respeito aos fertilizantes, que são um dos itens, dentro dos insumos o mais caro do sistema de produção de soja (CASTRO; REIS; LIMA, 2006).

Devido à grande ocupação da cultura no país e na competição com outras práticas agrícolas a expansão de áreas com o cultivo da soja tem se mostrado cada vez menor, assim sendo há uma constante busca por novas alternativas que possam aumentar a produtividade, como por exemplo a aplicação de fertilizantes via foliar. Sendo que um dos micronutrientes essenciais para o desenvolvimento da cultura da soja é o ferro (Fe) o qual faz parte de processos metabólicos como produção de clorofila e respiração celular sendo fundamental na fotossíntese da planta (SCHMIDT; THOMINE; BUCKHOUT, 2020), na deficiência do nutriente os sintomas aparecem entre as nervuras das folhas apresentando uma cor amarelada, à medida que aumenta a severidade da deficiência as nervuras também ficam amarelas e por fim toda a folha fica quase branca (BORKERT et al., 1994) reduzindo sua capacidade fotossintética.

De acordo com Fernández e Ebert (2005), a fertilização foliar poderia também ser uma estratégia econômica e orientada para evitar a clorose vegetal, embora revisões recentes tenham mostrado que a resposta às pulverizações de ferro poderia ser variável, dependendo das espécies vegetais e das condições experimentais.

Neste contexto, este estudo teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de um fertilizante mineral misto, em dois estádios na cultura da soja, em condições de plantio direto.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Jataí localizada no município de Jataí-GO nas coordenadas 17°53'08"S e 51°40'12"O a uma

altitude média de 789 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw - tropical de savana e megatérmico com estações seca e chuvosa definidas (ALVARES et al., 2014). A temperatura média anual é de 23,7°C e a precipitação anual média de 1644,9 mm (INMET, 2020).

Durante a condução do experimento que ocorreu no período de outubro a dezembro de 2014, a precipitação total foi de 831,9 mm e a temperatura variou de 15,4 a 36,6°C (Figura 1).

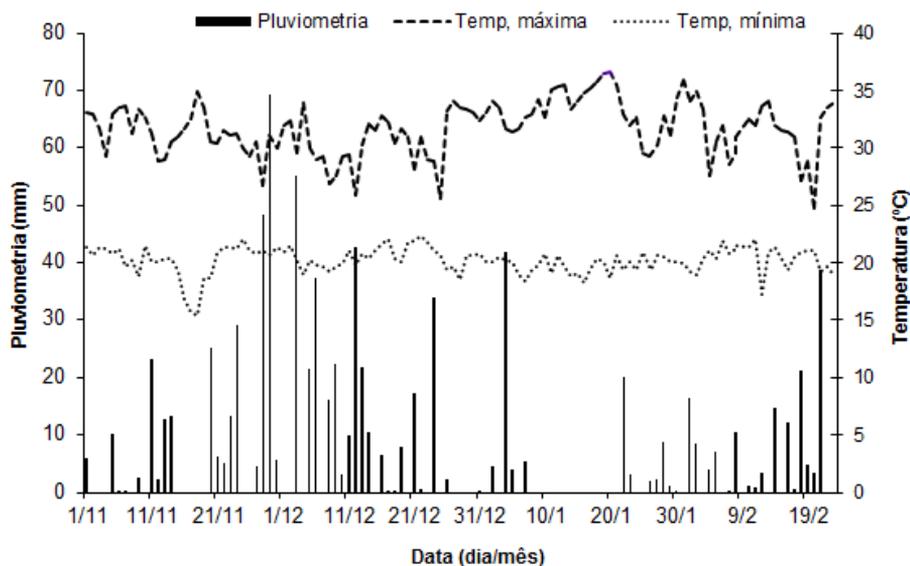


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura máxima e mínima (°C) registradas no período de condução do experimento (novembro de 2014 e fevereiro de 2015) em Jataí - GO

Fonte: INMET (2015)

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013). A amostragem do solo da área experimental a foi realizada na camada de 0 a 20 cm, sendo que o resultado da análise apresentou as seguintes características química: pH= 5,6 em H₂O; Fe= 28 mg dm⁻³; Ca²⁺= 2,05 cmol dm⁻³; Mg²⁺= 0,89 cmol dm⁻³; K= 47 mg dm⁻³; H+Al= 3,8 cmol dm⁻³; teor de argila de 505 g dm⁻³ e saturação de bases igual a 44,5%.

Foi empregado o delineamento de blocos casualizados com 4 repetições, as parcelas foram compostas por 5 linhas de 5 metros, com espaçamento de 0,5 metros entre linhas, a área útil analisada foi a de 3 linhas centrais de cada

parcela. Adotou-se sistema de plantio direto com espaçamento de 0,5 metros entre as linhas, sendo que a semeadura da soja, ocorreu de forma manual. A cultivar de soja selecionada para o experimento foi a Monsoy 7739 material transgênico com resistência ao glifosato, com ciclo médio de 113 dias para região de cultivo.

O fertilizante foliar à base de ferro (Fe) utilizado no estudo apresentava a seguinte composição 17,9% de N; 8,1% de P_2O_5 e 35,8% de Fe. Os tratamentos aplicados foram: T1 = testemunha, ou seja, nenhuma aplicação de PFBF; T2 = 100 ml ha^{-1} de PFBF no tratamento de sementes e 200 ml ha^{-1} via aplicação foliar no estágio V2; T3 = 100 ml ha^{-1} de PFBF no tratamento de sementes e 200 ml ha^{-1} via aplicação foliar no estágio R2; T4 = 300 ml ha^{-1} de PFBF via aplicação foliar no estágio V2; T5 = 300 ml ha^{-1} de PFBF via aplicação foliar no estágio R2.

As soluções foram aplicadas via foliar utilizando equipamento pressurizado com CO_2 e pressão constante nos estádios fenológicos V2 e R2.

A colheita foi realizada manualmente aos 115 dias após de semeadura, quando avaliou-se a produtividade e os seguintes índices de produção: altura de plantas (HP), número de vagens por planta (NVP) e peso de mil grãos (PMG).

Realizou-se a colheita manual das plantas em três metros lineares de três linhas do centro da parcela, perfazendo 4,5 m^2 de área útil. As plantas colhidas foram trilhadas, determinando-se a umidade nos grãos, corrigindo para 13% e posteriormente pesados para estimar a produtividade (Prod.), em $kg\ ha^{-1}$. O peso de mil grãos foi determinado de acordo com Brasil (2009).

A altura da planta foi medida por meio de uma régua milimétrica, disposta ao lado da planta, medindo a distância do solo ao ápice da planta e o valor expresso em centímetros em dez plantas aleatórias da parcela útil, obtendo-se o valor médio de altura. Posteriormente, essas plantas foram colhidas, realizando o corte das mesmas a 3 cm do solo, para a obtenção do número médio de vagens por planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Por meio da análise de variância observou-se que houve diferenças significativas para altura de planta (HP), enquanto para número de vagens por planta (NVP), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (Prod) não houve diferença significativa (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de altura de plantas (HP), número de vagens (NVP), produtividade em kg ha⁻¹ (Prod) e peso de mil grãos em gramas (PMG) de soja cultivada com diferentes doses de adubação foliar misto em Jataí – GO

Tratamentos	HP (cm)	NVP (un.)	Prod (kg ha ⁻¹)	PMG (g)
T1	59,57 b	71,93 a	2913,85 a	138,90 a
T2	57,53 c	74,90 a	3074,40 a	138,63 a
T3	55,77 c	64,68 a	2962,70 a	139,75 a
T4	59,13 b	68,98 a	2819,95 a	139,38 a
T5	65,40 a	68,25 a	2878,83 a	134,83 a
Média	59,48	69,75	2929,95	138,30
F	19,74	2,16	0,60	0,97
CV (%)	2,75	7,55	8,43	2,92

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste Scott–Knott, $p < 0,05$

Observa-se que o tratamento 5, foi o que apresentou maior altura de plantas (65,40 cm), essa variável pode ter sido influenciada pelo fornecimento dos nutrientes ferro, nitrogênio e fósforo presente no fertilizante foliar aplicado a cultura, pois segundo Staut (2007), na fase R1, ocorre maior absorção dos nutrientes. E como há uma grande absorção e translocação dos nutrientes para a formação e enchimento dos grãos, os nutrientes aplicados foram complementares a necessidade da cultura.

Em relação à altura de plantas, Villetti et al. (2014) aplicaram diferentes doses de fertilizantes nitrogenados, no estágio de desenvolvimento (R2) da cultura da soja, e não observaram diferença significativa para a característica altura de planta, porém para a produtividade de grãos houve um incremento de 24% em relação a testemunha. A avaliação da altura de plantas de soja é

um parâmetro importante devido a colheita ser mecanizada, segundo Rezende e Carvalho (2007), a altura desejável para a colheita mecanizada situa-se entre 60 a 120 cm, pois plantas muito altas podem acamar. E plantas muito baixas dificultam a operação de colheita.

Segundo Resende (2004), os solos do cerrado geralmente são de natureza oxidica, com teores de ferro solúveis considerados elevados, sendo suficiente para suprir as necessidades nutricionais da cultura da soja, deste modo a disponibilidade do mesmo não é uma condição que inviabilize a condução de lavouras na região, eventualmente a deficiência de ferro pode ser observada em áreas com o pH elevado.

O micronutriente ferro é muito exigido pela cultura da soja, com necessidade de 70 gramas para produção de uma tonelada de grão de soja, sendo que nos restos culturais ainda ficaria um excedente de 390 gramas, ou seja, para cada tonelada de grão produzidos há necessidade de 460 gramas de ferro (EMBRAPA, 2008). Demonstrando, portanto, a necessidade do micronutriente estar disponível para a planta. A deficiência de ferro pode ser tão intensa nos solos, que pode promover em folhas novas coloração amarela ou branco-amareladas, é que no Brasil, há poucas pesquisas direcionadas para aplicação de ferro em soja, mas em geral, os solos são bem supridos em ferro, sendo que a soja é classificada como possuidora de alta capacidade de resposta a este micronutriente (Santos, 1999). De acordo com Venegas et al. (1999), solos com teores de ferro entre 19 a 30 e de 31 a 45 mg dm⁻³ são considerados médios e bom respectivamente, sendo que no experimento foi verificado um teor de ferro de 28 mg dm⁻³; valor próximo a classificação de bom, o que supria provavelmente as necessidades da planta.

Para a característica número de vagens (NVP) não houve diferença entre os tratamentos. O resultado foi similar ao obtido por Simidu (2005) que, avaliando doses de macro e micronutriente via aplicação foliar em diferentes estádios de desenvolvimento de quatro cultivares de soja, não obteve diferença entre as cultivares para a característica número de vagens.

Os valores médios para peso de mil grãos (PMG) foram de 136,85 g os resultados obtidos foram inferiores aos obtidos por Neves (2011) que obteve uma variação de 150,2 a 207,2 g estudando 18 genótipos de soja e de Rocha et al. (2011) que obtiveram uma variação de 152,9 a 207,8 g avaliando 32 genótipos de soja.

Não houve diferença significativa para produtividade da soja (Tabela 1) sendo que o valor médio obtido foi de 2929,95 kg ha⁻¹, valor semelhante a produtividade de Goiás que foi de 2998 kg ha⁻¹ (IBGE, 2020).

Os valores obtidos para peso de mil grãos e produtividade (Tabela 1) pode ser justificado devido a uma baixa precipitação ocorrida durante o enchimento de grãos durante o estágio reprodutivo entre os dias 8 a 22 de janeiro ficando um período de 14 dias sem a ocorrência de precipitação, o que provavelmente prejudicou o desenvolvimento da planta, é também influenciou na resposta dos tratamentos aplicados. Esta observação é corroborada por Fioreze et al. (2011) que avaliaram genótipos de soja submetidos a déficit hídrico, concluindo que o déficit hídrico afeta de maneira distinta os genótipos testados, quanto à manutenção do status hídrico, da área foliar e, por consequência, do potencial produtivo da cultura.

Segundo Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007), a água constitui aproximadamente 90% do peso da planta de soja, sendo que a necessidade de água na cultura atinge a máxima necessidade durante o período de floração e enchimento de grãos (7 a 8 mm dia⁻¹), ressalta-se que os rendimentos alcançados não serão elevados se ocorrer uma má distribuição da precipitação, principalmente se ocorrer um stress hídrico no período reprodutivo.

Considerações finais

A aplicação do fertilizante foliar misto contendo nutriente ferro na cultura da soja influenciou a característica altura de plantas. Para as características número de vagens, peso de mil grãos e produtividade não houve efeito significativo entre os tratamentos.

Ressalta-se que o nutriente ferro é essencial na cultura da soja, é que sua aplicação via foliar no experimento não influenciou a produtividade o que provavelmente pode ser explicado devido a deficiência hídrica ou baixa precipitação durante a condução do experimento. Entretanto, para um diagnóstico preciso do teor de nutrientes no solo é necessário realizar previamente uma análise química do solo e, caso haja alguma deficiência durante o desenvolvimento da cultura, deve-se realizar a análise foliar como instrumento indicador.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Metorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6. p. 711-728, 2014.

BORKERT, C. V.; YORINORI, J. T.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G.J. *Seja o doutor da sua soja*. Piracicaba: Potafós, 1994. 6 p. (Arquivo do Agrônomo, 5)

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 398p.

CASTRO, S. H.; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicascos no oeste da Bahia. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 6, p. 1146-1153, 2006.

CARLIM, E. L.; MEERT, L.; REIS, B.; ALLEMAN, L. E. Adubação com níquel e molibdênio na soja: efeito sobre características agronômicas e qualidade de grãos. *Terra Latinoamericana*, v. 37, n. 3, p. 217-222, 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: v.7 (safra 2019/20) – 7º levantamento*. Brasília: CONAB, 2020. 66 p. Disponível em: <<https://bit.ly/2yqLfS3>> Acesso em: 05 mai. 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil - 2009 e 2010*. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 262p. (Sistemas de Produção, 13).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. *Ecofisiologia da soja*. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2007.9p. (Circular Técnica, 48)

FERNÁNDEZ, V.; EBERT, G. Foliar iron fertilization – a critical review. *Journal of Plant Nutrition*, v. 28, p. 2113-2124, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistic analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGOREZE, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. *Revista Ceres*, v. 58, n. 3, p. 342-349, 2011.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. *BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa: Série Histórica - Dados Diários de 01/11/2014 a 23/02/2014* Estação: 83464 - Jataí – GO. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3lt2MLS>>. Acesso em: 25 mai. 2020.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. *BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa: Série Histórica - Dados Diários de 01/01/1982 a 31/12/2012* Estação: 83464 - Jataí – GO. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3ofAI0g>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Tabela 6588-Série histórica da estimativa anual da área plantada, área colhida, produção e rendimento médio dos produtores das lavouras*. Disponível em <<https://bit.ly/2JrITZR>> Acesso em 01 dez. 2020.

NEVES, J. A. *Desempenho agrônomo de genótipos de soja sob condições de baixa latitude em Teresina-PI*. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Produção de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Orgs.) *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012. p.13-104.

RESENDE, A. V. *Adubação da soja em áreas de cerrado: micronutrientes*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 29p. (Documentos, 115)

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 6, p. 1616-1623, 2007.

ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 43, n. 1, p. 154-162, 2011.

SANTOS, O. S. *Micronutrientes na cultura da soja*. Piracicaba: Potafós, 1999. 8p. (Informações Agrônômicas, 85)

SCHMIDT, W.; THOMINE, S.; BUCKHOUT, T. J. Editorial: iron nutrition and interactions in plants. *Frontiers in Plant Science*, v. 10, p. 6-7, 2020.

SIMIDU, H. M. *Doses e épocas de aplicação de cálcio em diferentes cultivares de soja sob sistema plantio direto: produção e qualidade fisiológica das sementes*. 2005. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2005.

STAUT, L. A. *Adubação foliar com nutrientes na cultura da soja*. 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/3qiDhka>>. Acesso em: 15 mai. 2020.

SUZANA, C. S.; BRUNETTO, A.; MARANGON, D.; TONE LLO, A.A.; KULCZYNSKI, S. M. Influência da adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 15, p. 2385-2392, 2012.

VENEGAS, V. H. A.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

VILLETTI, H. L.; ALBRECHT, L. P.; MORAES, M. F.; ALBRECHT, A. J. P.; GABRIEL, V.; Resposta da soja à aplicação foliar tardia de fertilizantes a base de nitrogênio em sistema de plantio direto. In: Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, 14, 2014, Bonito. *Anais... Foz do Iguaçu: FEBRAPDP*, 2014. p. 108. Disponível em: <<https://bit.ly/2Vn4jbF>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

Desempenho animal em pasto de Brachiaria (Syn. Urochloa) sob lotação intermitente

Animal performance in brachiaria (Syn. Urochloa) pasture under intermittent stocking

Rendimiento de animales en el pasto de Brachiaria (Syn. Urochloa) bajo lotes intermitentes

Daniel Augusto Alves Teixeira

Universidade Federal de Goiás
danielaugustoat6@hotmail.com

Paulo Vitor Divino Xavier de Freitas

Universidade Federal de Goiás
paulovitor_freitas@hotmail.com

Graciele Araújo de Oliveira Caetano

Universidade Federal de Goiás
gra.zootecnia@hotmail.com

Kaique de Souza Nascimento

Universidade Federal de Goiás
kaique.ksn@gmail.com

Lorena Emily de Lemos Mota Bomfim

Universidade Federal de Goiás
lorena_emily@hotmail.com

Aldi Fernandes de Souza França

Universidade Federal de Goiás
aldi_franca@ufg.br

Resumo

As pastagens brasileiras possuem dois cenários que se dividem em subpastejo, que consiste na baixa taxa de desfolha, e superpastejo, que é a alta taxa de desfolhação. É de grande importância conhecer o processo de transformação da forragem em produto animal e entender o processo de crescimento da forrageira, para que seja manejada corretamente. Uma alternativa de utilização racional da forrageira é o pastejo com lotação intermitente, que consiste em controlar a entrada e a saída dos animais em função da estrutura do dossel da planta. Nos últimos anos, a população de países emergentes vem crescendo e a demanda por produtos cárneos

*acompanha esse crescimento, por isso são necessárias práticas que maximizem a produção. O Brasil possui grande potencial para atender essa demanda crescente, pois detém de grande área territorial e clima favorável para produção de gramíneas tropicais. Pesquisas na área de forragicultura avançam com intuito de lançar novas cultivares que se adaptam aos mais variados tipos de solos presentes no Brasil, pois a maioria do rebanho nacional é criado em pastagens com predomínio do gênero *Brachiaria* spp. Portanto, justifica-se o emprego do pastejo intermitente, para melhorar a produtividade por área, sem prejudicar a estrutura da planta e essa seja capaz de rebrotar rapidamente. Permitindo, desse modo, que aos animais possam ter acesso à pastagem de qualidade, com grande proporção de folhas. Diante disso, objetivou-se abordar sobre o desempenho animal em pasto de *Brachiaria* sob lotação intermitente, sendo uma estratégia para aumentar a produtividade por área.*

Palavras-chave: Brachiaria brizantha. Produção animal. Manejo de pastagens.

Abstract

*Brazilian pastures have two different scenarios, which are divided into sub-pasture, which consists of low efficiency of forage utilization, in seasons that favor growth factors; and high defoliation rate and grazing intensity, named supergrazing. It is of great importance to know the process of transforming the forage into animal product, and to understand the growth and development process of the forage, in order to properly manage the grazing animals. An alternative for rational use of forage is grazing with intermittent stocking, which consists of controlling the entry and exit of animals according to the structure of the canopy of the forage plant. In recent years, the population of emerging countries has been growing gradually, and the demand for meat products has followed this growth, so it is necessary to adopt practices that maximize production, without opening new areas of pasture. Brazil has great potential to meet this growing demand, as it has a large territorial area and a favorable climate for the development of tropical grasses. Research in the field of forage is increasingly advanced, with the aim of launching new cultivars that adapt to the most varied types of soil present in Brazil, since most of the national herd is raised on pastures, and most of the cultivated pastures are of the genus *Brachiaria brizantha*. Therefore, the use of intermittent grazing is justified to improve productivity by area, maximizing the use of forage, without harming the structure of the plant, so that it is able to sprout quickly, and that allows animals to have access to a pasture quality, with a large proportion of leaves, providing better animal performance. Therefore, the objective was to address animal performance in *Brachiaria* pasture under intermittent stocking, being a strategy to increase productivity by area.*

Keywords: Brachiaria brizantha. Animal production. Pasture management.

Resumen

Los pastos brasileños tienen dos escenarios que se dividen en subpastos, que consisten en una tasa de defoliación baja, y súper pastos, que es una tasa de defoliación alta. Es de gran importancia conocer el proceso de transformación del forraje en producto animal y comprender el proceso de crecimiento del forraje, para que se gestione correctamente. Una alternativa para el uso racional del forraje es el pastoreo con almacenamiento intermitente, que consiste en controlar la entrada y salida de animales dependiendo de la estructura del dosel de la planta. En los últimos años, la población de los países emergentes ha estado creciendo y la demanda de productos cárnicos ha seguido ese crecimiento, por lo que son necesarias prácticas que maximicen la producción. Brasil tiene un gran potencial para satisfacer esta creciente demanda, ya que tiene una gran área territorial y un clima favorable para la producción de pastos tropicales. La investigación en el campo del forraje está avanzando para lanzar nuevos cultivares que se adapten a los más variados tipos de suelos presentes en Brasil, ya que la

mayoría del rebaño nacional se cría en pasturas, y la mayoría de las pasturas cultivadas son del género Brachiaria spp. Por lo tanto, el uso del pastoreo intermitente está justificado, para mejorar la productividad por área, sin dañar la estructura de la planta, de modo que pueda volver a crecer rápidamente y que los animales tengan acceso a un pastoreo de calidad, en una gran proporción de hojas. Por lo tanto, el objetivo fue abordar el rendimiento de los animales en las pasturas de Brachiaria bajo lotes intermitentes, siendo una estrategia para aumentar la productividad por área.

Palabras clave: Brachiaria brizantha. Producción animal. Manejo de pasturas.

Introdução

Nos sistemas de produção de bovinos em pastagens no centro do Brasil, na prática, o ano é dividido em estação das águas e estação seca (PORTO et al., 2009). Nessas condições ocorrem mudanças na composição da forragem, tanto qualitativas quanto quantitativas, refletindo diretamente no desempenho animal, que varia entre as estações, assim como nas estratégias de suplementação a serem adotadas (SANTOS et al., 2009). Além disso, as pastagens brasileiras possuem dois cenários muito característicos que, segundo Portela, Pedreira e Braga (2011) dividem-se em subpastejo que consiste na baixa eficiência de utilização da forragem nas estações que favorecem os fatores de crescimento, e superpastejo, que é caracterizado pela alta taxa de desfolhação e intensidade de pastejo.

O estado de Goiás possui uma das maiores áreas de pastagens cultivadas do Cerrado, no entanto, estima-se que 80% dessas áreas encontram-se em algum estágio de degradação (COSTA et al., 2010). Tal questão gera uma preocupação muito grande para os pecuaristas porque as pastagens constituem a base da dieta do rebanho bovino, em virtude do seu baixo custo de produção, alto potencial produtivo e da sua boa adaptação aos diversos ecossistemas brasileiros (QUARESMA et al., 2011).

Segundo Casagrande et al. (2010) é de grande importância conhecer o processo de transformação da forragem em produto animal, e entender o processo de crescimento e desenvolvimento da forrageira, para manejar corretamente os animais em pastejo.

Portanto, manejar adequadamente a pastagem se faz necessário para, utilizá-la com maior eficiência, sem prejudicar a estrutura da planta forrageira, para que a mesma seja capaz que rebrotar rapidamente, e que

permita aos animais terem acesso a uma pastagem de alta qualidade, com grande proporção de folhas.

Nesse contexto, para que a planta forrageira seja manejada de maneira racional, visando alta produtividade e máximo aproveitamento, é necessário adotar práticas de manejo que melhorem a eficiência da utilização da pastagem. Uma alternativa é o pastejo com lotação intermitente, que consiste em controlar a entrada e a saída dos animais em função da estrutura do dossel da planta forrageira, avaliando principalmente altura de entrada e saída dos animais, proporção de folhas e colmo, índice de área foliar e de interceptação da luz (GIACOMINI et al., 2009).

Diante disso, objetivou-se abordar sobre o desempenho animal em pasto de *Brachiaria* sob lotação intermitente, sendo uma estratégia para aumentar a produtividade por área.

Revisão de literatura

Lotação Intermitente

O aumento da comercialização da carne bovina brasileira no mercado externo provocou expansão na atividade pecuária do país (DIM et al., 2015), já que o Brasil se trata de um extenso país tropical com grande potencial para atender essa demanda mundial, visto que a maioria da carne bovina brasileira procede de sistemas produção a pasto. De acordo com Paulino et al. (2005), os sistemas de produção utilizados no Brasil usam recursos nutricionais de baixo custo relativo, merecendo destaque quanto à utilização sustentável das pastagens para nutrição de ruminantes.

A bovinocultura de corte sofre pressão das demais atividades mais produtivas, como a agricultura, provocando o deslocamento da pecuária para regiões mais distantes de grandes centros, onde produção é extensiva e de baixo nível tecnológico (HOFFMANN et al., 2014). De acordo com Santos et al. (2002) a produção animal, quando baseada em um modelo extensivo e extrativista, culmina em baixos índices zootécnicos, devido à baixa qualidade dos pastos e as respectivas capacidades de suporte.

Medidas corretivas e novas estratégias de produção, como a intensificação do uso da terra, devem ser implementadas para que corresponda ao exigido pelas políticas contra o desmatamento e situações de mercado, como a competição com a cana-de-açúcar e a agricultura moderna caracterizada pela soja, sem afetar a produção e a lucratividade (HOFFMANN et al., 2014). Uma vez que a pecuária brasileira possui a maioria dos seus rebanhos criados a pasto, a intensificação do uso das pastagens se faz necessário, para se aumentar a produtividade por área, tornando a bovinocultura de corte um mercado mais competitivo (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

Em pastos formados com gramíneas tropicais manejados sob lotação intermitente, a frequência de pastejo que corresponde ao tempo para o dossel interceptar 95% da luz é suficiente para otimizar o acúmulo da forragem e as características estruturais do dossel (GIACOMINI et al., 2009). No entanto a intensidade do pastejo, pode ser flexível, de acordo com objetivo do pecuarista (DIFANTE et al., 2009), ou seja, a altura do resíduo pós-pastejo, é decidido pelo produtor, em função da finalidade de sua produção.

De acordo com Zanine et al. (2011) em ambientes favoráveis ao crescimento da pastagem, como pastagens adubadas e, ou, irrigadas, onde o pasto atinja números necessários para a condição de pastejo, a interrupção do período de descanso quando dossel intercepta 95 % da luz pode ser mais precoce, resultando em maior flexibilidade do manejo, com intervalo de pastejo mais curtos. A interrupção da rebrota do pasto antes de 95 % de intercepção da luz, melhora o valor nutritivo da forragem, conseqüentemente, melhora o desempenho animal em um determinado tempo (ZANINE et al., 2011)

Stobbs (1973) relatou que a acessibilidade e a facilidade de colheita dos componentes no pasto são determinadas pela estrutura do dossel, que é extremamente importante no processo de pastejo e afeta a quantidade ingerida de nutrientes, e que há diferença em quantidade, qualidade e valor nutritivo, ao longo da estrutura do dossel (desde topo até base); além disso, o autor ressalta que a acessibilidade às folhas diminui ao decorrer do pastejo, pelo processo de rebaixamento do pasto. Segundo Gontijo Neto et al. (2006)

a presença de lâminas foliares na estrutura do dossel, corresponde a uma fração muito importante, em relação a outros componentes morfológicos, pois nas lâminas foliares possuem quantidades consideráveis de nutrientes para satisfazer as necessidades dos animais.

Sendo assim, pastejo com lotação intermitente, é uma estratégia de manejo adotada, que influencia as possíveis escolhas que os animais realizam, e as mesmas são determinadas por modificações na estrutura do dossel, que ocorre durante o pastejo (TRINDADE et al., 2007)

Dim et al. (2015) avaliando características agronômicas, estruturais e bromatológicas do capim-piatã em três alturas de pastejo, manejados sob lotação intermitente, observaram maiores valores de matéria seca total na altura de 60 cm (4612,51 kg/ ha). Para relação folha/colmo e número de perfilhos não foi constatado diferença entre as alturas.

Ao avaliar as características estruturais e morfogênicas do dossel da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema de pastejo intermitente com diferentes ofertas e ciclos, Casagrande et al. (2010) observou que a oferta de pasto próxima a 4% PV/dia reduz as perdas por senescência e evita o alongamento de colmo. Ainda de acordo com o autor, é importante ressaltar que as condições climáticas/ambientais exercem maior influência nas características estruturais e morfogênicas que o próprio manejo, o que foi observado em ambos os ciclos de pastejo avaliados no estudo.

Já Pedreira, Pedreira e Silva (2009) estudando o acúmulo de forragem em pastos de capim-xaraés submetidos a três estratégias de desfolhação intermitente (pastejo a cada 28 dias, e duas intercepções luminosas - 95% ou 100%), verificaram que a massa de forragem pré-pastejo foi maior na estratégia de desfolhação aos 100 % de intercepção luminosa, em comparação as outras estratégias de comparação. No entanto, apesar de que a desfolhação aos 95% de intercepção da luz resultar em menores valores de massa de forragem, devido aos intervalos de pastejo mais curtos, como consequência de maior frequência de desfolhação nessa condição proporcionou maior número de pastejo, proporcionando forragem mais jovem com melhor valor nutritivo.

Brachiaria brizantha (Syn: **Urochloa brizantha**)

As espécies do gênero *Brachiaria* passaram a ter grande importância para a pecuária brasileira a partir da década de 1970, por ocuparem grandes extensões territoriais, sobretudo na região dos Cerrados. Estima-se que o Brasil tenha mais de 120 milhões de hectares de pastagens cultivadas e que mais de 85% da área seja ocupada por *Brachiarias* (LAURA et al., 2009). Segundo Machado e Valle (2011), devido à sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas e sua grande produção de fitomassa a *Brachiaria* é a principal pastagem cultivada na região Centro-Oeste, principalmente de *Brachiria brizantha* cv. Marandu que, apresenta grande estacionalidade na produção de forragem.

No entanto, novas cultivares vêm sendo lançadas no mercado para atender a necessidade do sistema e do produtor, visando a sustentabilidade do sistema de produção.

A cultivar Xaraés, lançada em 2003 é mais uma opção para a diversificação das gramíneas forrageiras, possuindo como vantagens em relação a outros cultivares, maior velocidade de rebrota e maior produção de forragem, o que garante aumento na capacidade de suporte e maior produtividade por área, apesar de promover um desempenho animal inferior ao capim- marandu (EUCLIDES et al., 2008).

A cultivar BRS Piatã, é outra opção na diversificação de forragem (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2007). O capim-piatã é resultante de um processo de seleção entre os demais genótipos pertencentes ao banco de germoplasma de *Brachiaria brizantha* da Embrapa Gado de Corte. Diante disto, ficou conhecida como a primeira forrageira protegida lançada e passou por avaliações durante 16 anos (VALLE et al., 2007). É uma planta apropriada para solos de média fertilidade, tolera solos mal drenados, produz forragem de boa qualidade por causa da boa porcentagem de folhas e colmos finos o que resulta em um melhor aproveitamento pelo animal. Resistente ao ataque de cigarrinhas-das-pastagens e se destaca pelo elevado valor nutritivo e alta taxa de rebrotação (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2007). Diante dessas características, o capim-piatã também está sendo utilizado para a produção de silagem (COSTA et al., 2011).

Entretanto, a busca e o aprimoramento de conhecimentos na produção de bovinos em sistemas de pastagens cultivadas são eminentes. Novas

pesquisas continuam para a diversificação das pastagens, em busca de melhores produtividades sob condições adversas em relação aos vários tipos de solos do Brasil.

A Embrapa Gado de Corte lançou no final de 2013, a *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás. Como para as demais cultivares, pesquisas foram realizadas em vários locais do Brasil para a definição do valor de cultivo e uso (VCU) da cultivar, de acordo com a legislação vigente que regulamenta o lançamento de cultivares de plantas forrageiras, segundo portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2008). Assim, Machado e Valle (2011) verificaram que o capim-paiaguás tem se destacado no acúmulo de massa em plena entressafra forrageira (julho até o final de setembro), com obtenção de produção média de forragem de 4.500 a 6.100 kg MS ha⁻¹ ano, produção de folhas de 2.800 a 4.500 kg ha⁻¹, teores de proteína bruta nas lâminas foliares de 12,0 a 15,5% e digestibilidade in vitro da matéria orgânica de 70,5 a 77,3%.

Desempenho animal em pastejo intermitente

A pecuária brasileira possui a maioria dos seus rebanhos criados em pastagens extensivas (FERRAZ; FELÍCIO, 2010). No entanto, a produção animal a pasto é caracterizada pelo extrativismo, onde só uma minoria de produtores investe capital na adoção de novas tecnologias. Tal realidade proporciona perda da capacidade produtiva das pastagens, comprometendo o ambiente e a sustentabilidade da atividade (BARCELLOS et al., 2008).

Devido à globalização do mercado, a pecuária de corte tornou-se um empreendimento, onde a busca por competitividade é fundamental, portanto, faz-se necessário a eliminação de erros em todas as etapas do processo de produção, proporcionando condições ideais ao animal, para que o mesmo permaneça em desenvolvimento ao longo do ano, e alcance o peso para o abate precocemente (REIS et al., 2012).

De acordo com Hoffmann et al. (2014), o aumento da população de países como Brasil, China, Índia e Rússia, e a expressiva elevação da renda “per capita” dos mesmos, provocou aumento gradual da demanda por produtos cárneos. Visto que a abertura de novas áreas de pastagens, para aumentar a produção, tornou-se inviável por conta de políticas ambientais,

há necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem maior produtividade nas áreas de pastagens já existentes.

O controle da estrutura do dossel determina a eficiência parcial do sistema, visto que essa característica pode influenciar o desempenho da forrageira e dos animais, nesse caso, quando o sistema de produção animal for à pasto (HODGSON, 1990). Visto isso, é necessário buscar um manejo adequado, que estabeleça equilíbrio entre planta e animal, sem afetar a produção animal e sem prejudicar a estrutura da planta, para que possa recompor o dossel rapidamente.

Portanto, o aumento da eficiência da transformação da forragem em produto animal é obtido com o aumento da taxa de lotação sem perdas para a produtividade do sistema (DIFANTE et al., 2010), o que justifica o emprego do pastejo intermitente em sistemas de produção de bovinos de corte, pois o mesmo proporciona maior eficiência no uso da pastagem e maior produtividade por área.

Euclides et al. (2009), avaliando a produção animal relacionado com características dos pastos de capim-marandu, capim-xaraés e capim-piatã, em lotação intermitente, durante três anos, constataram que no período da seca o ganho médio diário (GMD) dos animais que pastejaram o cultivar xaraés foi menor (675 g/novilho), quando comparado com as outras cultivares estudadas. Apesar do capim-xaraés apresentar menor GMD, a taxa de lotação foi maior, no período das águas (3,8 UA ha⁻¹), enquanto os capins piatã e marandu apresentaram 2,9 e 2,4 UA ha⁻¹ respectivamente, o que resultou maior produtividade do cultivar xaraés em comparação com outras forrageiras estudadas.

Flores et al. (2008), avaliando o desempenho animal com diferentes intensidades de pastejo, encontraram maior taxa de lotação do capim-xaraés e comparação ao capim-marandu. O capim-piatã proporcionou maior produção por animal, já o capim-xaraés promove maior produtividade por área.

Gimenes et al. (2011), avaliaram a produção animal em pastos de capim-marandu, em lotação intermitente, com duas alturas definidas e duas doses de nitrogênio (N), e verificaram que as doses de nitrogênio aceleraram o crescimento da planta, aumentando os ciclos de pastejo. Os pastos manejados

com 25 cm independente das doses de N obtiveram maiores taxas de lotação e ganhos de peso por animal e por área em relação aos manejados a 35 cm.

Considerações finais

A demanda de produtos de origem animal cresce à medida que a população aumenta, movimentando o mercado externo e abrindo caminho para exportações. O Brasil possui grande potencial para atender a demanda interna e externa. No entanto deve ser adotadas estratégias de manejo que garantam maior produtividade. Para isso é necessário que a pecuária brasileira deixe de ser um modelo extrativista. A adoção da lotação intermitente garante maior produtividade por área, maximizando o uso das áreas de pastagens já abertas, sem que prejudique a forrageira, evitando a degradação das pastagens.

Referências

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 51-67, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 23, de 30 de julho de 2008. Estabelece os requisitos mínimos a serem observados na realização de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de cultivares das seguintes espécies de gramíneas forrageiras: *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf; *Brachiaria decumbens* Stapf; *Brachiaria dictyoneura* (Fig. et De Not) Stapf; *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick.; *Brachiaria ruziziensis* R.Germ. & C.M.Evrard; *Panicum maximum* Jacq.; *Pennisetum purpureum* Schumach.; híbridos e populações resultantes de cruzamentos interespecíficos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. 2008.

CASAGRANDE, D.R.; RUGGIERI, A.C.; JANUSCKIEWICZ, E.R.; GOMIDE, J.A.; REIS, R.A.; VALENTE, A.L.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 2108-2115, 2010.

COSTA, K.A.P. ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; SEVERINO, E.C.; ASSIS NETO, J.M.; CRUVINEL, W. S.; GARCIA, J.F.; SANTOS, N.F. Silage quality of *Brachiaria brizantha* cultivars ensiled with different levels of millet meal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n. 1, p. 188-195, 2011.

COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 62, p. 192 -199, 2010.

DIFANTE, G.S.; EUCLIDES, V.B.P.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SILVA,S.C.; BARBOSA, R.A.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 33-41, 2010.

DIFANTE, G.S.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO, JR, D.; DA SILVA, S.C.; TORRES JR, R.A.A.; SARMENTO, D.O.L. Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on tanzânia guinea grass subjected to rotational stocking managements. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 1001-1008, 2009.

DIM, V.P. A.; SANTOS, A.C.; MENDES, R.S.; SILVA, D.P. Características agrônômicas, estruturais e bromatológicas do capim Piatã em lotação intermitente com período de descanso variável em função da altura do pasto. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 16, p. 10-22, 2015.

EMBRAPA GADO DE CORTE - *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*. Piatã é o novo capim lançado pela Embrapa. 2007.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B. do; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p. 98-106, 2009.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B.; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V.; OLIVEIRA, M.P. Produção de forragem e características estruturais de três cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 1805-1812, 2008.

FERRAZ, J.B.S.; FELÍCIO, P.E.D. Production systems - an example from Brazil. *Meat Science*, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRAO, M.P.C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 1355-1365, 2008.

GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; SOUZA JR. S.J.; TRINDADE, J.K.; GUARDA, V.A.; NASCIMENTO JR; D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermitente stocking. *Scientia Agricola*, v. 66, p. 733-741, 2009.

GIMENES, F.M.A.; DA SILVA, S.C.; FIALHO C.A.; GOMES M.B.; BERNDT A, GERDES L.; COLOZZA M.T. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, p. 751-759. 2011.

GONTIJO NETO, M.M.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO, D.; MIRANDA, L.F.; FONSECA, D.M.; OLIVEIRA, M.P. Consumo e tempo de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, p. 60-66, 2006.

HODGSON, J. Grazing management: science into practice. *Hong Kong: Longman Scientific & Technical*, 1990.

HOFFMANN, A.; MORAES, E.H.B.K.; MOUSQUER, C.J.; SIMIONI, T.A.; GOMES, F.J.; FERREIRA, V.B.; SILVA, H.M. Produção de Bovinos de Corte no Sistema de Pasto-Suplemento no Período Seco. *Nativa*, v. 2, p. 119-130, 2014.

LAURA, V.A.; RODRIGUES, A.P.D.A.C.; ARIAS, E.R.A.; CHERMOUTH, K.S.; ROSSI, T. Qualidade física e fisiológica de sementes de braquiárias comercializadas em Campo grande/MS. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 1, p. 326-331, 2009.

MACHADO, L.A.Z.; VALLE, C.B. Desempenho agronômico de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, p. 1454-1462, 2011.

PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ALEXANDRINO, E.; FIGUEIREDO, D.M. Fontes de energia em suplementos múltiplos de auto-regulação de consumo na recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 3, p. 957-962, 2005.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 618-625, 2009.

PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, p. 315-322, 2011.

PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SALES, M.F.L.; LEAO, M.I.; COUTO, V.R.M. Fontes suplementares de proteína para novilhos mestiços em recria em pastagens de capim-braquiária no período das águas: desempenho produtivo e econômico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 8, p. 1553-1560, 2009.

QUARESMA, J.P.S.; ALMEIDA, R.G.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S.; OLIVEIRA, M.A. de.; CARVALHO, D.M.G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.

REIS, R.A.; RUGGIERI, AC; OLIVEIRA, A.A.; AZENHA, M.V.; CASAGRANDE, DR; CASAGRANDE, DR. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 13, p. 642-655, 2012.

SANTOS, H.Q.; FONSECA, D.M.; CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ, V.H.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 26, n. 1, p. 173-182, 2002.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M.; MONNERAT, J.P.I.; SILVA, S.P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 650-656, 2009.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 24, p. 821-829, 1973.

TRINDADE, J.K.; SILVA, S.C.; SOUZA JUNIOR, S.J.; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.G.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do

capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 883-890, 2007.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; VALÉRIO, J.R.; MACEDO, M.C.M.; FERNANDES, C.D.; DIAS-FILHO, M.B. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. *Seed News*, v. 11, n. 2, p. 28-30, 2007.

ZANINE, A.M.; NASCIMENTO JR, D.; SANTOS M.E.R.; PENA, KS., D.A.; SILVA S.C.; SBRISSIA, A.F.; Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-tanzânia sob pastejo rotativo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 2364-2373, 2011.

Registro de acidentes de trabalho associados aos serviços de saneamento básico no estado de Goiás

Occupational accident records associated with basic sanitation services in the state of Goiás, Brazil

Registro de accidentes laborales asociados a servicios básicos de saneamiento en el estado de Goiás

Michelle da Silva Honório

Universidade Federal de Goiás

honorio.michelle@hotmail.com

Thais Borini de Castro

Centro Universitário Araguaia

professorathaisborini@gmail.com

Resumo

O saneamento básico é um conjunto de serviços operados, substancialmente, por pessoas que estão expostas a diversos riscos relacionados às atividades, que se não forem administradas e gerenciadas conforme as normas de segurança, podem acarretar em acidentes de trabalho com consequências graves e até fatais. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo quantificar os acidentes de trabalho associados ao saneamento básico, ocorridos no estado de Goiás. A metodologia da pesquisa foi baseada na busca de dados de acidentes de trabalho, com ênfase nas diversas atividades do saneamento básico. Para tanto, utilizaram-se os seguintes códigos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas: 3600, 4222, 3702, 3811, 3812, 3821 e 3822. Os dados foram coletados por meio do acesso à base de dados históricos da Previdência Social e à base de dados históricos de acidentes do trabalho, ambas disponíveis no site da Previdência Social. Entre os anos de 2007 a 2017, foram registrados 142.507 acidentes de trabalho relacionados aos serviços de operação do saneamento básico em Goiás. Numa análise por setor, 63% dos casos os acidentes ocorreram no setor de resíduos sólidos, que englobam as atividades de coleta, tratamento e disposição de resíduos perigosos e não perigosos. Frente a essa problemática, identificou-se a necessidade de apontar algumas possíveis soluções para proporcionar a redução dos acidentes nesse setor, como por exemplo, a intensificação de treinamentos, implantação de Procedimento Operacional Padrão, realização de campanhas de sensibilização sobre o acondicionamento correto dos resíduos e a proposição da implantação da coleta mecanizada.

Palavras-chave: Risco ocupacional. Saúde ocupacional. Segurança do trabalho.

Abstract

Basic sanitation is a set of services operated substantially by people who are exposed to various risks related to activities, which, if not administered and managed according to safety rules, can result in work accidents with serious and even fatal consequences. In this sense, this research aims to quantify the work accidents associated with basic sanitation, occurred in the state of Goiás. The research methodology was based on the search for data on work accidents, with emphasis on the various basic sanitation activities, for that the following codes of the National Classification of Economic Activities were used: 3600, 4222, 3702, 3811, 3812, 3821 and 3822. The data were collected through access to the Social Security historical database and the historical work accident database, both available on the Social Security website. Between 2007 and 2017, 142,507 occupational accidents related to basic sanitation operation services were recorded in Goiás. However, in an analysis by sector, in 63% of the cases accidents occurred in the solid waste sector, which encompass the collection, treatment and disposal activities of hazardous and non-hazardous waste. In view of this problem, was identified the need to point out some possible solutions to provide the reduction of accidents in this sector, such as, for example, the intensification of training, the implementation of the Standard Operating Procedure, the realization of awareness campaigns about correct waste storage and the proposal to implement mechanized collection.

Keywords: Occupational risk. Occupational health. Work safety.

Resumen

El saneamiento básico es un conjunto de servicios operados, sustancialmente, por personas que están expuestas a diversos riesgos relacionados con actividades, que, si no se administran y gestionan de acuerdo con las normas de seguridad, pueden provocar accidentes laborales con consecuencias graves e incluso fatales. En ese sentido, esta investigación tiene como objetivo cuantificar los accidentes de trabajo asociados con el saneamiento básico, ocurridos en el estado de Goiás. La metodología de investigación se basó en la búsqueda de datos sobre accidentes de trabajo, con énfasis en las diversas actividades de saneamiento básico. Se utilizaron los siguientes códigos de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas: 3600, 4222, 3702, 3811, 3812, 3821 y 3822. Los datos se recopilaban por medio del acceso a la base de datos históricos de la Seguridad Social y a la base de datos históricos de accidentes laborales, ambos disponibles en el sitio web de la Seguridad Social. Entre 2007 y 2017, se registraron 142.507 accidentes laborales relacionados con los servicios básicos de operación de saneamiento en Goiás. En un análisis por sector, en el 63% de los casos ocurrieron accidentes en el sector de residuos sólidos, que incluyen actividades de recolección, tratamiento y eliminación de residuos peligrosos y no peligrosos. Ante ese problema, se identificó la necesidad de señalar algunas posibles soluciones para proporcionar la reducción de accidentes en ese sector, como, por ejemplo, la intensificación de la capacitación, la implementación del Procedimiento Operativo Estándar, la realización de campañas de sensibilización sobre el correcto envase de residuos y la propuesta de implementar la recolección mecanizada.

Palabras clave: Riesgo laboral. Salud Ocupacional. Seguridad del trabajo.

Introdução

O saneamento básico é constituído por quatro pilares fundamentais. Segundo a Lei nº 11.445 de 2007, o mesmo é definido com um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água potável,

esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

Esse conjunto de serviços é operado, substancialmente, por pessoas que estão expostas a diversos riscos relacionados às funções em Estações de Tratamento de Água (ETA), Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), coleta e tratamento de resíduos sólidos e em serviços de drenagem e limpeza urbana. Se estas atividades não forem administradas e gerenciadas conforme as normas de segurança, podem acarretar em acidentes de trabalho com consequências graves e até fatais. Por esse motivo, é importante que os acidentes de trabalho sejam registrados e que os dados sejam interpretados, possibilitando a geração de informações que subsidiem ações de prevenção, mudanças operacionais e a elaboração de políticas públicas.

É importante ressaltar que atividades ligadas ao saneamento possuem diversos riscos associados à sua execução: os coletores de resíduos sólidos estão expostos aos riscos biológicos, gerados pela exposição à matéria orgânica em decomposição, riscos físicos por conta da exposição aos raios ultravioleta e ao ruído gerado pelo caminhão basculante ou compactador; operadores de ETA estão expostos aos riscos químicos, uma vez que em diversas etapas do tratamento é necessária a utilização dessas substâncias, que se manuseadas incorretamente podem acarretar em acidentes de trabalho. De acordo com Buda (2008), em ETEs é comum a ocorrência de acidentes por contaminação por produtos químicos durante a operação de limpeza das grades grosseiras, por exemplo.

Neste sentido, os objetivos deste estudo foram de quantificar o número de acidentes de trabalho associados a execução e operação de serviços relacionados ao saneamento básico; classificar os tipos de acidentes e diagnosticar as principais atividades associadas a eles e propor ações mitigadoras para diminuir as ocorrências.

Saneamento básico: infraestrutura e operação

O saneamento básico no Brasil teve seu principal marco regulatório no ano de 2007, com a criação da Lei Federal nº 11.445, de janeiro de 2007, que instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). A mesma estabelece treze princípios fundamentais sobre os quais os serviços de

saneamento básico deverão ser prestados, entre eles estão o princípio da universalização do acesso ao serviço e o da integralidade, que significa o conjunto de todas as atividades e os componentes de cada um dos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso, a conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados (BRASIL, 2007).

Cabe esclarecer que o conceito de saneamento básico adotado pela Lei Federal nº 11.445 (BRASIL, 2007) consiste em um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais para os seguintes eixos: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

A medida que o país busca a universalização do acesso ao saneamento básico, aumenta-se a demanda por trabalhadores que executam serviços nestas áreas específicas e, conseqüentemente, os mesmos se tornam expostos aos riscos destas atividades, que são tão essenciais para o desenvolvimento da sociedade, e que podem culminar em acidentes de trabalho.

Sistema de Abastecimento de Água

Um sistema de abastecimento de água é formado por diversos componentes importantes, que juntos tem a finalidade de entregar ao usuário uma água com qualidade, quantidade e pressão suficiente para o consumo (TSUTIYA, 2006).

A seleção do manancial, fonte abastecedora, é uma etapa fundamental do sistema. Na escolha, deve-se levar em consideração a localização, a vazão do manancial, a topografia, uso e ocupação do solo daquela bacia, já que este aspecto influencia diretamente na qualidade da água.

A estação de tratamento pode ser considerada outro sistema, uma vez que numa ETA existem diversas etapas. De acordo com Martins (2014, p. 7) “os sistemas de tratamento de água para consumo humano, denominados convencionais, são aqueles que servem de modelo à maior parte dos sistemas utilizados”. Porém, o tipo de tratamento empregado e suas etapas variam de acordo com aspectos relacionados à qualidade da água, volume a ser tratado, entre outros (MARTINS, 2014). No entanto, num tratamento de água convencional as principais etapas são: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH (COSTA, 2015). Todo o

tratamento envolve a adição de produtos químicos, como coagulantes, compostos derivados de cloro e de flúor.

A parte final do sistema é a distribuição, na qual a água devidamente tratada é reservada e levada até os domicílios dos usuários, por meio de adutoras e da rede de distribuição. Todo o processo deve ser projetado para que o mesmo seja capaz de garantir água suficiente e com qualidade para os consumidores.

Sistema de Esgotamento Sanitário

Existem três tipos de sistemas de esgoto: sistema unitário, sistema separador parcial ou sistema separador absoluto. O sistema unitário é aquele onde as águas residuárias, formadas pelo esgoto doméstico e industrial, as águas de infiltração e águas pluviais, são transportadas por um único sistema. Já o sistema separador parcial é caracterizado quando apenas uma parcela das águas de chuva é encaminhada juntamente com as águas residuárias, por um único sistema de coleta e transporte de esgoto. O sistema separador absoluto é onde as águas de infiltração e águas residuárias são transportadas por um sistema independente, chamado de Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), já as águas pluviais são transportadas por um sistema próprio de drenagem, totalmente independente, este é o principal sistema adotado no Brasil (SOBRINHO; TSUTIYIA, 2000).

O SES tem diversas particularidades, como, por exemplo, o tipo de traçado das redes, que pode ser perpendicular, em leque ou radial, em relação à localização das tubulações nas vias públicas, que podem ser colocadas no eixo, no terço ou no passeio, se a rede vai ser dupla ou simples, além das questões de profundidade da tubulação, topografia do terreno, interferências que podem ocorrer, além dos critérios dos planos diretores de cada município (SOBRINHO; TSUTIYIA, 2000).

A Estação de Tratamento de Esgoto também se caracteriza como um sistema a parte, com diversas particularidades, podendo ser constituída por etapas que atendam às necessidades de tratamento do esgoto em questão. Em geral, uma ETE dispõe de algumas ou de todas as etapas a seguir: grade, desarenador, sedimentação primária, estabilização aeróbica, filtro biológico, lodos ativados, sedimentação secundária, digestor de lodo, secagem de lodo e desinfecção do efluente (BRASIL, 2004). Em ETEs, também, pode ser

necessária a utilização de substâncias químicas, como coagulantes e polímeros, com o objetivo de auxiliar na remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e aumentar a eficiência no tratamento. De acordo com Brandt, Souza e Chernicharo (2017), compostos químicos, como sais de nitrato, sais de ferro e oxidantes, podem ser adicionadas às etapas do tratamento, com a finalidade de controlar a produção de odores e corrosão em sistemas de tratamento de esgoto.

Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305/1020, define que os resíduos sólidos são os materiais, substâncias, objetos ou bem descartados nos estados sólido, semissólido ou líquido cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos da água (BRASIL, 2010).

As etapas de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, começa na geração, seja nos domicílios, nas indústrias, estabelecimentos comerciais, cuja composição depende de fatores como localidade, hábitos da população, cultura, entre outros. A coleta é a etapa destinada ao recolhimento dos resíduos, nos locais onde eles são gerados, após isso é realizado o transporte até uma estação de triagem, que pode ou não existir, esse fator vai depender das necessidades do município/cidade, como por exemplo, distância do local de geração até o aterro sanitário. Em algumas situações o resíduo passa por uma fase de tratamento, que pode ser térmico, mecânico, biológico, reciclagem, compostagem, etc. A disposição final é a última etapa deste sistema, uma vez que as possibilidades de destinação se esgotam, o resíduo deve ser direcionado para um aterro sanitário, seguindo todos os critérios de operação.

Riscos típicos associados aos serviços de saneamento básico

Os acidentes de trabalho são as ocorrências imprevistas, instantâneas ou não, relacionadas com o exercício do trabalho, que resultem ou possam resultar em lesão pessoal, que pode incluir tanto lesões traumáticas e doenças, quanto efeitos prejudiciais mentais, neurológicos ou sistêmicos, resultantes de exposições ou circunstâncias verificadas na vigência do exercício do trabalho (ABNT, 2001).

O conceito também foi regulamentado no Brasil pela Lei Federal nº 8213/1991, onde define que o acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho (BRASIL, 1991).

Conforme descrito no Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico (BRASIL, 2002), são inúmeros os riscos associados às funções dos setores de saneamento, tanto riscos físicos, químicos, biológicos, como riscos de acidente e ergonômicos. Pinho e Neves (2010) destacam a importância da realização de pesquisas e estudos que abranjam a saúde e segurança de trabalhadores em atividades relacionadas à coleta de resíduos sólidos urbanos, por exemplo, principalmente pelo fato de trabalharem expostos aos riscos biológicos que podem causar infecções agudas ou crônicas, parasitoses, reações alérgicas e tóxicas. Além disso, estão expostos, também, aos riscos de acidente que podem ser causados por pedaços de vidros mal acondicionados, esmagamento de membros do corpo no próprio caminhão compactador, risco de queda do caminhão coletor, explosão em aterros sanitários que sejam mal gerenciados, entre outros (BRASIL, 2002).

As atividades de escavação para construção de redes de esgoto, água e galerias pluviais são um motivo de alerta, pois as mesmas geram riscos relacionados à movimentação de terra, desmoronamento, atropelamento, colisões, além de queda de mesmo nível (BORTOLUZZI, 2005). Já nas ETAs, o maior risco é devido ao uso de substâncias químicas, como, coagulantes (sulfato de alumínio), substâncias que tem como função equilibrar o pH (hidróxido de cálcio, hidróxido de sódio) e desinfetantes (a base de cloro). Nas ETEs, além do risco químico, a pior situação é com relação aos riscos biológicos, já que existem microrganismos presentes no esgoto a ser tratado.

De acordo com dados do Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho, de 2012 a 2018, o Brasil registrou 16.455 mortes e 4,5 milhões acidentes. No mesmo período, gastos da Previdência com Benefícios Acidentários corresponderam a R\$79 bilhões, e foram perdidos 351.7 milhões dias de trabalho com afastamentos previdenciários e acidentários (FUNDACENTRO, 2019). O impacto disso no sistema de Previdência Social, na

saúde do Brasil e nas empresas, bem como os danos causados na saúde e bem-estar do trabalhador, é bastante expressivo, porém cabe salientar que tais acidentes profissionais são potencialmente evitáveis (MICHELETTI et al, 2017).

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo é o estado de Goiás (Figura 1), que tem uma população estimada em 7.018.354 habitantes distribuídos em 246 municípios, ocupando uma área total de 340.125,715 km² (BRASIL, 2019). Goiás possui um clima do tipo tropical, com duas estações bem definidas, alternando entre verões chuvosos e invernos secos, com temperaturas médias anuais variando de 20 a 23 °C (GOIÁS, 2018).

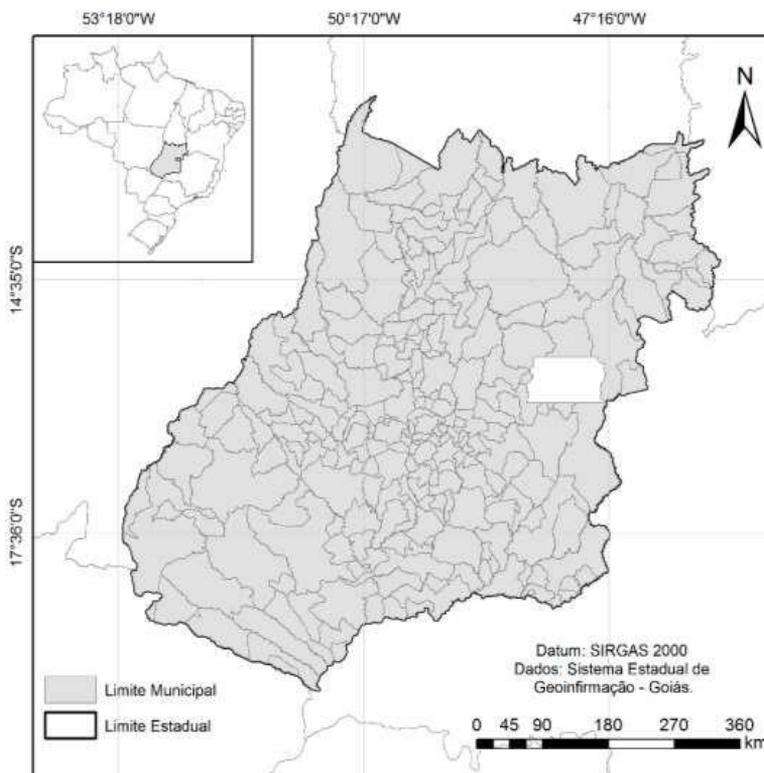


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A economia do estado é fundamentada em atividades ligadas a agricultura, pecuária, mineração e indústria, possuindo contribuições vindas de atividades ligadas aos serviços, tendo o comércio como uma das principais fontes geradores de emprego e renda. No entanto, a agropecuária é responsável por colocar Goiás entre os maiores produtores de soja, sorgo, milho, feijão, cana-de-açúcar e algodão do Brasil e entre os maiores produtores nacionais de rebanho bovino, suíno e de aves (GOIÁS, 2018). Com relação aos índices de atendimentos dos serviços de saneamento básico, conforme o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), Goiás possui um índice de 85,55% de atendimento total de água e 55,66% de coleta de esgoto, com um equivalente de pessoal total igual a 8.158,13 empregados (BRASIL, 2018).

Coleta de dados

Trata-se de um estudo epidemiológico transversal retrospectivo, referente ao período compreendido entre os anos de 2007 a 2017, realizado nas bases de dados histórica da previdência social (infologo AEPS) e de acidentes de trabalho (infologo AEAT). A filtragem dos dados (os critérios de inclusão) foi realizada utilizando os códigos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) que correspondem as atividades relacionadas ao saneamento básico. Foram excluídas as atividades ligadas a administração/gestão/escritório.

As classificações escolhidas estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição das atividades relacionadas à Classificação Nacional de Atividade Econômicas

CNAE (Classe)	Descrição
3600	Captação, tratamento e distribuição de água
4222	Construção de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e construções correlatas
3702	Atividades relacionadas a esgoto, exceto a gestão de redes
3811	Coleta de resíduos não perigosos
3812	Coleta de resíduos perigosos

3821	Tratamento e disposição de resíduos não perigosos
3822	Tratamento e disposição de resíduos perigosos

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019

Análise de dados

Para a caracterização da amostra recorreu-se a estatística descritiva utilizando-se o *software* Excel. Com os dados tabelados, elaborou-se as relações dos acidentes ocorridos nesta área, com o total geral de acidentes ocorridos em Goiás, com a finalidade de estabelecer a sua significância frente ao impacto na previdência social. Esta etapa foi fundamental para o entendimento das ações mitigadoras que foram propostas com ênfase na diminuição do número de acidentes encontrados no setor de operação dos serviços do saneamento básico.

Resultados e discussão

Análise geral dos dados

Entre os anos de 2007 a 2017 foram registrados 142.507 acidentes de trabalho relacionados aos serviços de operação do saneamento básico em Goiás, com uma média anual de aproximadamente 12.955 acidentes. Observa-se na Tabela 2, que o pico ocorreu no ano de 2009, seguido pelos anos de 2012 e 2013.

Tabela 2 - Acidentes de trabalho ocorridos de 2007 a 2017, relacionados às classificações de atividades do setor de saneamento

Ano	Nº de ocorrências (acidentes)	Classes CNAE						
		3600	3702	3811	3812	3821	822	4222
2007	11.801	2.977	2.539	4.085	78	1.630	41	451
2008	13.491	3.224	2.017	5.814	42	1.734	58	602
2009	14.141	3.301	1.384	6.587	71	1.908	69	821
2010	13.316	3.494	823	6.223	95	1.783	136	762

2011	13.632	3.435	617	6.884	91	1.615	207	783
2012	13.953	3.349	375	7.161	150	1.831	287	800
2013	13.905	3.332	482	7.189	136	1.825	278	663
2014	11.663	2.837	394	6.281	108	1.185	300	558
2015	12.009	2.881	394	6.800	130	823	322	659
2016	11.834	3.112	270	6.552	175	640	321	764
2017	12.762	3.032	265	6.609	1.085	852	260	659
Total	142.507	34.974	9.560	70.185	2.161	15.826	2.279	7.522
%	100	24,54	6,71	49,25	1,52	11,11	1,60	5,28

Ainda na Tabela 2 observa-se os números de acidente de trabalho distribuídos por ano e por classe do CNAE. Percebe-se que a menor quantidade de acidentes ocorreu nas atividades relacionadas à Coleta de Resíduos Perigosos (CNAE 3812), com aproximadamente 1,52% das ocorrências, enquanto que as atividades de tratamento e disposição de resíduos perigosos (CNAE 3822) teve a segunda menor quantidade, com 1,60% dos acidentes. No entanto, a maior parte dos acidentes ocorreram nas atividades relacionadas à Coleta de Resíduos não Perigosos (CNAE 3811), com 49,25% dos acidentes e em atividades relacionadas à captação, tratamento e distribuição de água (CNAE 3600), com 24,54% das ocorrências.

O Gráfico 1 ilustra o total acumulado de acidentes de trabalho do setor de saneamento básico, ocorridos entre 2007 e 2017. Em 63% dos casos, os acidentes ocorreram no setor de resíduos sólidos, que englobam as atividades de coleta, tratamento e disposição de resíduos perigosos e não perigosos. Todos os aspectos inerentes às atividades exercidas pelos coletores, como, por exemplo, os procedimentos de operação, movimentos de subida e descida do caminhão, agachamento, corrida, quanto os próprios riscos envolvidos, tais como a exposição ao calor, ruído, risco biológico, podem explicar a alta porcentagem encontrada nas atividades do setor de resíduos sólidos.

Silva et al. (2016) identificaram que 75% dos coletores de resíduo sólido urbano, de uma determinada empresa, sofreram algum tipo de acidente de trabalho, como atropelamento, queda, acidente de trânsito, mordida de animais, lançamento de objetos estranhos no olho, sendo que 52% dos casos resultaram em cortes, contusões ou entorses.

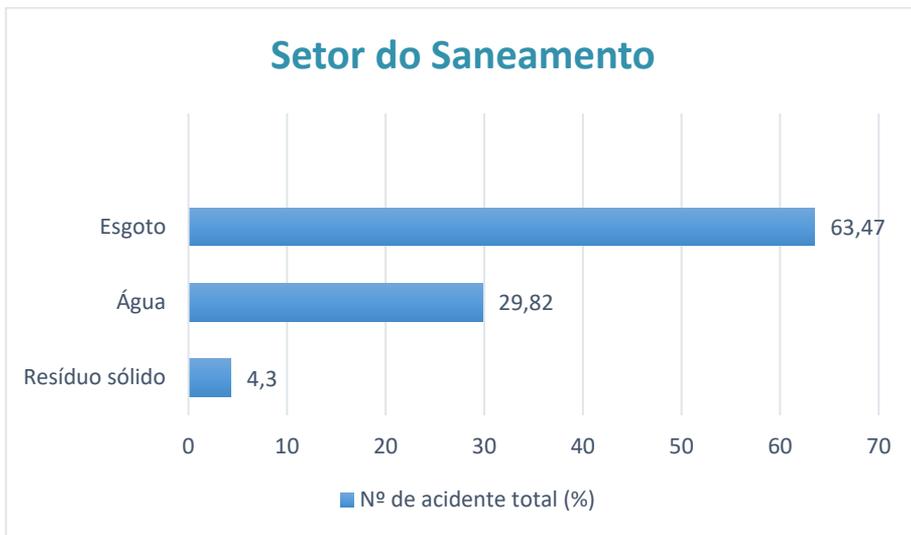


Gráfico 1 - Total acumulado de acidentes de trabalho do setor de saneamento básico, ocorridos de 2007 a 2017

Colaborando com o exposto, Galdino e Malysz (2016) identificaram durante observações, que os coletores de resíduos sólidos urbanos trabalham expostos aos riscos constantes de acidentes de trabalho como lesões, ferimentos, atropelamentos, quedas, fraturas, além da exposição aos ruídos, mau cheiro e, riscos de contaminação por agentes causadores de doenças.

Tipos de acidente

Na Tabela 3, é possível observar a quantidade de acidentes ocorridos entre 2007 e 2017 por tipificação: acidente típico com Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), acidente de trajeto com CAT, doença do trabalho com CAT e acidente sem CAT. É importante ressaltar que a exigência da abertura da CAT foi instituída pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), Lei Federal nº 8.213/1991 (BRASIL, 1991), que torna obrigatória a comunicação, por parte

do empregador, ao Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), que o trabalhador sofreu um acidente de trabalho, ou suspeita que tenha adquirido uma doença do trabalho, sob pena de multa variável (PEREIRA, 2016).

Tabela 3 - Número de acidente por tipificação, entre os anos de 2007 e 2017

Ano	Típico Com CAT	Trajeto Com CAT	Doença do Trabalho Com CAT	Sem CAT
2007	9.042	1.108	208	1.374
2008	9.793	1.282	187	2.265
2009	10.247	1.399	201	2.265
2010	9.643	1.496	143	2.010
2011	9.860	1.527	262	1.987
2012	10.298	1.540	161	1.895
2013	10.236	1.721	211	1.751
2014	9.977	1.586	128	0
2015	9.181	1.418	169	1.219
2016	8.976	1.493	132	1.188
2017	9.124	1.460	130	1.138
Total	106.377	16.030	1.932	17.092

Observa-se que, nos anos analisados, a maior parte dos acidentes ocorridos nos setores de atividade relacionados ao saneamento básico foi do tipo típico, ou seja, ocorreu na execução do trabalho, com abertura de CAT, sendo o total durante os onze anos igual a 106.733. Em seguida, observa-se a maior ocorrência de acidentes de trajeto, aquele ocorrido durante o percurso entre a residência e o local de trabalho, com abertura de CAT, o somatório representa 16.030 acidentes. Logo após, estão os acidentes ocorridos, sem abertura da CAT, que representa um total acumulado igual a 17.092 acidentes.

Por fim, estão as doenças do trabalho com CAT, que, de acordo com Budel (2012), são aquelas desencadeadas em função da atividade desenvolvida e de condições especiais em que o trabalho é realizado, representadas por 2009 registros, ao longo do período observado. Observa-se um cenário relativamente desfavorável em Goiás para as atividades analisadas, uma vez que em 87,91% dos acidentes ocorridos houve a abertura da CAT, no entanto, em aproximadamente 12% dos casos, a comunicação de acidente de trabalho não foi enviada à previdência social.

Meio ambiente do trabalho

Outro aspecto inerente a este assunto é com relação ao meio ambiente do trabalho, sob a ótica do direito ambiental. A Constituição Federal (CF) de 1988, traz no artigo 225 que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”. Além disso, o legislador, no artigo 200, inciso VIII, descreve que compete o sistema único de saúde “colaborar na proteção do meio ambiente, nele compreendido o do trabalho” (BRASIL, 1988).

Desta forma, entende-se que todos os trabalhadores têm direito à um ambiente de trabalho, equilibrado, salubre que assegure a qualidade de vida, fatores garantidos pela constituição e que está intimamente ligado à saúde, uma vez que no artigo 7 da CF, estão dispostos 34 direitos sociais dos trabalhadores urbanos e rurais, onde no inciso XXII diz que é de direito do trabalhador a “redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança” (BRASIL, 1988).

Colaborando com o exposto, Padilha (2011) argumenta que a característica transversal do Direito Ambiental, obriga que se leve em conta a proteção ambiental em todas as facetas do direito, incluindo o Direito do Trabalho, já que o “meio ambiente do trabalho não se satisfaz apenas com a proteção jurídica referente às normas contratuais, mas necessita do auxílio do regime sistemático do Direito Ambiental” (PADILHA, 2011, p. 243). Com isso, Costa (2019) entende que o conceito de meio ambiente do trabalho deve ser interpretado de forma aberta, sistemática, contextualizada e pautada no texto da constituição de 1988.

Proposta de ações mitigadoras para as atividades que envolvem gestão de resíduos sólidos

Considerando os resultados encontrados nesta pesquisa, observou-se que mais de 63% dos acidentes ocorreram nas atividades relacionadas à coleta e tratamento de resíduos sólidos não perigosos, expressos pelo resíduo sólido urbano, aquele que é gerado nos domicílios. Frente a esta problemática, identificou-se a necessidade de apontar algumas possíveis soluções para proporcionar a redução dos acidentes neste setor.

Lazzari e Reis (2011) elaboraram uma pesquisa sobre acidentes ocorridos com coletores de resíduos na cidade de Dourados, no Mato Grosso do Sul. A pesquisa identificou que os próprios trabalhadores relacionam os acidentes à rapidez com que executam os serviços de coleta, com o fato de ser necessário coletar os sacos com resíduos rapidamente e correr para subir no caminhão, sendo que essa repetição ocorre durante toda jornada de trabalho. Diante disso, percebe-se que uma ação que deve ser priorizada é o fornecimento de treinamentos, cursos de reciclagem e a implantação de um Procedimento Operacional Padrão (POP), estabelecendo maneiras eficientes e seguras para realização das atividades, além da adequação das rotas, para que sejam condizentes com a jornada de trabalho.

Outro aspecto importante, e que deve ser priorizado pelos gestores públicos, é em relação às campanhas de sensibilização para todas as partes interessadas: sociedade, indústria, comércio, academia, gestores municipais e a própria classe de coletores e operadores do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, tanto os que trabalham nas ruas, coletando, varrendo, dirigindo caminhões, como aqueles que trabalham nos aterros sanitários ou até mesmo, em lixões.

Campanhas constantes voltadas para ensinar a população sobre como o resíduo deve ser acondicionado, evitando a inserção de materiais perfurocortantes, vidros, materiais tóxicos, como lâmpadas, pilhas, remédios, entre outros, podem contribuir para a reversão do cenário apresentado nesta pesquisa. Por outro lado, as prefeituras, juntamente com o Estado, devem elaborar e pôr em prática, de forma mais incisiva, programa e ações voltadas para o incentivo da coleta seletiva, estabelecimento de pontos de coleta de materiais perigosos, de vidro, entre outros.

Por fim, propõe-se a modernização do processo de coleta de resíduos sólidos em Goiás, por meio da implantação da coleta mecanizada. Conforme exposto por Pinheiro (2016), este tipo de coleta ocorre com a implantação de caminhões adaptados e contentores de resíduos sólidos. Os caminhões possuem um sistema que possibilita o acoplamento de um braço mecânico ao contentor disposto na rua e realizam sua elevação para a deposição do resíduo no compartimento compactador do veículo. A grande vantagem é que o operador que atua na coleta passa a não ter contato direto com o resíduo, diminuindo, então, sua exposição aos riscos biológicos e animais peçonhentos, por exemplo.

O fato é que existem diversas possibilidades para que a situação possa ser revertida. O comprometimento de todos os setores envolvidos, com o auxílio de pesquisas científicas e acesso a dados técnicos consistentes são determinantes para a diminuição de acidentes de trabalho, não só no setor de resíduos sólidos, mas em todas as atividades que estão relacionadas com a operação do saneamento básico em Goiás.

Considerações finais

Diante do exposto, conclui-se que durante os anos de 2007 e 2017 ocorreram aproximadamente 142 mil registros de acidentes de trabalho em Goiás, somente nas atividades relacionadas aos serviços de saneamento. O pior cenário encontrado foi com relação aos serviços da área de resíduos sólidos, sendo responsável por mais da metade das ocorrências.

Com isso, foram propostas algumas ações que podem contribuir para a diminuição desses acidentes, gerando ambientes de trabalho mais seguros e menos onerosos para a previdência social, para o Sistema Único de Saúde (SUS) e para o Estado, como um todo.

Para uma melhor representação da realidade, recomenda-se que os dados da Previdência Social sejam registrados conforme as subclasses do CNAE, para que seja possível elaborar um delineamento mais aprofundado, da situação de cada atividade. Por fim, recomenda-se a elaboração de pesquisas futuras, sempre utilizando os dados mais atuais disponíveis, com o objetivo

de acompanhar o cenário dos acidentes de trabalho no estado de Goiás, referentes ao setor de saneamento básico.

Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14280 *Cadastro de Acidentes de trabalho: procedimento e classificação*. 2001. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

BORTOLUZZI, L. C. de P. *Diagnóstico dos acidentes de trabalho ocorridos em empresa de saneamento*. 2005. 62 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Federal de Santa Maria: Santa Maria, 2005.

BRANDT, E. M. F. SOUZA, C. L. CHERNICHARO, C. A. L. Alternativas para o controle de odores e corrosão em sistemas de coleta e tratamento de esgoto. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22 n. 4, jul/ago, p. 611-623, 2017.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*, de 05 de outubro de 1988. Brasília: Diário Oficial da União, seção 1, 1988.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de Esgotamento Sanitário: Orientações Técnicas*. Engenharia e Projetos, São Paulo, 2004.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades*. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>> Acesso em: 16 maio. 2020.

BRASIL. *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Institui as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a Política Federal de Saneamento Básico no Brasil. Brasília: Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL. *Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991*. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1991.

BRASIL. *Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico*. Ministério do Trabalho e Emprego Secretaria de Inspeção do Trabalho Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho Grupo Especial de Apoio à Fiscalização no Setor Saneamento e Urbanismo Novembro de 2002. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/man_proc_aud_968.pdf Acesso em: 16 maio. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS. *Diagnóstico de Água e Esgotos*. 2018. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>> Acesso em: 17 maio. 2020.

BUDA, J. F. *Segurança e higiene no trabalho em estações de tratamento de esgoto 2008*. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/seguranca-e-higiene-no-trabalho-em-estacoes-de-tratamento-de-esgoto/>> Acesso em: 01 jun.

BUDEL, D. G. O. *Acidente do trabalho: Caracterização, conceito e competência*. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/1930/1466/>> Acesso em 01 jun. 2020.

COSTA, A. G. *Sistema de Abastecimento de água*. Curso de Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará: Fortaleza, 156 p. 2015.

COSTA, F. V. Os impactos da reforma trabalhista para a efetivação do direito fundamental ao meio ambiente de trabalho equilibrado. *Revista do Mestrado em Direito da Universidade Católica de Brasília*, v. 13, n. 1, p. 131-160, Jan./Jun, 2019.

FUNDACENTRO. Brasil registra 17 mil mortes e 4 milhões de acidentes de trabalho. 2019. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/noticias/detalhe-da-noticia/2019/4/acoes-regressivas-gestao-de-riscos-e-impacto-dos-acidentes-de-trabalho-foram-temas-de-debate>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

GALDINO, S. de J., MALYSZ, S. T. Os Riscos dos Garis Coletores de Resíduos Sólidos Urbanos. *Revista Percurso*, v. 8, n. 2, p. 187- 205, 2016.

GOIÁS (Estado). Instituto Mauro Borges. *Goiás em dados*. IBM: Goiânia – GO, 2018. Disponível em:

<<https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/goias-em-dados/godados2017.pdf>> Acesso em: 17 maio. 2020.

LAZZARI, M. A.; REIS, C. B. Os coletores de lixo urbano no município de Dourados (MS) e sua percepção sobre os riscos biológicos em seu processo de trabalho. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, n. 8, jan./ago., p. 3437-3442, 2011.

MARTINS, T. J. C. Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano: Desenvolvimento e Aplicação de Ferramenta Informática para a sua Gestão Integrada. 2014. 113f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto Politécnico de Bragança – Escola Superior Agrária: Bragança, 113 p. 2014.

MICHELETTI, A. C.; DE SÁ, G.N.; GOMIDE, M. H. M.; DE SÁ, A. T. N. Acidentes de trabalho suas repercussões legais, impactos previdenciários e importância da gestão no controle e prevenção: revisão sistemática de literatura. *Revista Médica de Minas Gerais*, v. 26: e-1825, 2017.

PADILHA, N. S. O equilíbrio do meio ambiente do trabalho: direito fundamental do trabalhador e de espaço interdisciplinar entre o direito do trabalho e o direito ambiental. *Revista TST*, v. 77, n 4, out./dez., 2011.

PEREIRA, V. G. M. JUSBRASIL. *Comunicação de Acidente de Trabalho*. 2016. Disponível em: <[https://vinciusgmp.jusbrasil.com.br/artigos/309316177/categoria/comunicacao-de-acidentedetrabalho#:~:text=A%20CAT%20\(Comunica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Acidente,adquirido%20uma%20doen%C3%A7a%20de%20trabalho.](https://vinciusgmp.jusbrasil.com.br/artigos/309316177/categoria/comunicacao-de-acidentedetrabalho#:~:text=A%20CAT%20(Comunica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Acidente,adquirido%20uma%20doen%C3%A7a%20de%20trabalho.)> Acesso em: 01 jun. 2020.

PINHEIRO, B, S. Análise das características da coleta mecanizada de resíduos sólidos urbanos: proposta preliminar para implantação de projeto-piloto no município de Juiz de Fora – MG. Monografia (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) 2016. 44 f. Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Juiz de Fora, 2016.

PINHO, L. M.; NEVES, E. B. Acidentes de trabalho em uma empresa de coleta de lixo urbano. *Cad. Saúde Colet.*, Rio de Janeiro, n. 18, v. 2, p. 243-51, 2010.

SILVA, F. F., NAGALI, A., DANDOLIN, C. S. de L., CATAI, R. E. Análise de Riscos dos Trabalhadores da Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da

Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil. João Pessoa, 36., 2016. Anais... João Pessoa: ABEPRO, 2016.

SOBRINHO, P. A.; TSUTIYA, M. T. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 2 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 547 p., 2000.

TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de Água*. 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 559 p.

Análise e Levantamento de Vulnerabilidades de Segurança da Informação nos Portais ZZ da ZZ

Analysis and Survey of Information Security Vulnerabilities in ZZ Portals of ZZ

Análisis y levantamiento de vulnerabilidades de seguridad de la información en portales ZZ de ZZ

Ronaldo Luiz Ransan

Universidade de Caxias do Sul
rlransan@ucs.br

Marcos Vinicius Rossetto

Universidade de Caxias do Sul
mvrossetto@ucs.br

Scheila de Avila e Silva

Universidade de Caxias do Sul
sasilva6@ucs.br

Resumo

A Segurança da Informação é uma preocupação tanto em ambientes empresariais como em pesquisas científicas. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo identificar a existência de vulnerabilidades web nos portais ZZZZ, por meio de ferramentas open source. Para isso, foi realizado o escaneamento dos sites utilizando estas seis ferramentas: OpenVas, OWASP ZAP, SQLMap, Nikto, Skipfish e W3af. O documento Top Ten OWASP, junto com algumas das demais metodologias apresentadas pelo projeto OWASP, foi tomado como referência a fim de identificar o grau de risco de cada uma das cinco vulnerabilidades detectadas, bem como para sugerir uma solução genérica às implementações futuras nos sites. Verificou-se que cada uma das soluções testadas apresentou um desempenho diferente em relação à outra, sugerindo que ao realizar este tipo de trabalho é necessário utilizar o máximo de ferramentas possíveis para abranger o maior número possível de tipos de vulnerabilidades existentes.

Palavras-chave: Top Ten OWASP. Ferramentas Open Source. PenTest. Análise de Vulnerabilidades. Segurança da Informação.

Abstract

Information Security is a concern in both business environments and scientific research. In this sense, the present paper aimed to identify web vulnerabilities in the ZZZZ portals through open-source tools. For this, the sites were scanned using six selected tools: OpenVas, OWASP ZAP, SQLMap, Nikto, Skipfish, W3af. The Top Ten OWASP document, along with other methodologies presented by the OWASP project, were taken as a reference to identify the degree of risk for each of the five vulnerabilities detected. Additionally, some suggestions for generic solutions for future implementations on the sites were also presented. It was found that each of the tested solutions performed differently compared to the other, suggesting that it is necessary to use as many tools as possible to cover the largest possible number of types of existing vulnerabilities when performing this type of work.

Keywords: Top Ten OWASP. Open-Source Tools. PenTest. Vulnerability Analysis. Information security.

Resumen

La seguridad de la información es una preocupación tanto en los entornos empresariales como en la investigación científica. En ese sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar la existencia de vulnerabilidades en los portales ZZZZ, por medio de herramientas de código abierto. Para ello, los sitios fueron escaneados utilizando estas seis herramientas: OpenVas, OWASP ZAP, SQLMap, Nikto, Skipfish y W3af. El documento Top Ten OWASP, junto con algunas de las otras metodologías presentadas por el proyecto OWASP, se tomó como referencia para identificar el grado de riesgo de cada una de las cinco vulnerabilidades detectadas. Además, se buscó presentar sugerencias para futuras implementaciones en los sitios. Se encontró que cada una de las soluciones probadas se comportó de manera diferente en comparación con la otra, sugiriendo que al realizar este tipo de trabajo es necesario emplear la mayor cantidad de herramientas como sea posible para cubrir los posibles tipos de vulnerabilidades existentes.

Palabras clave: Top Ten OWASP. Herramientas de código abierto. PenTest. Análisis de vulnerabilidad. Seguridad de la Información.

Introdução

A informação é considerada um bem capaz de agregar valor. Porém nos casos em que não é bem administrada se torna onerosa para quem a detém. Considerando que o seu acesso passou a ser mais dinâmico, devido a popularização das tecnologias de informação e comunicação (TIC's), as informações estão expostas a um crescente número de ameaças e vulnerabilidades. Nesse sentido, percebe-se a necessidade de adotar estratégias que garantam a integridade e a proteção dos dados armazenados sem prejudicar sua disponibilidade (FERREIRA, 2008).

O conceito de segurança da informação é abrangente, visto que, ela está presente em toda e qualquer atividade mediada por sistemas computacionais e é influenciada por aspectos culturais, tecnológicos e legais (MAMEDE, 2006). Sua complexidade pode ser notada, por exemplo, quando se analisa a

quantidade e diversidade de indivíduos envolvidos e/ou fatores tecnológicos relacionados ao seu processo. Segundo a ABNT NBR ISO/IEC 27002:2013:

Segurança da informação é a proteção que a informação tem de vários tipos de ameaças para garantir a continuidade do negócio, minimizando riscos ao negócio. Ela é obtida a partir de implementações de conjuntos e controles adequados, que incluem: políticas, processos, procedimentos, estruturas organizacionais e infraestrutura de TI. Esses controles precisam ser adequados, implementados, monitorados e analisados continuamente para garantir que os objetivos de segurança esperados para aquela informação sejam atendidos (ABNT NBR ISO/IEC 27002, 2013, p.??).

As análises de critérios para validação de procedimentos de segurança, a serem seguidos em meios digitais, são essenciais para proteção das informações e dados armazenados em meios computacionais. Considerando este cenário, para exemplificar a importância da análise de segurança da informação, neste trabalho foram analisados dois portais, o ZZZ1¹ e o ZZZ2², desenvolvidos por acadêmicos do curso de Ciência da Computação e Sistemas de Informação da ZZZ. As primeiras implementações iniciaram em 2011 e poderão ainda, passar por mudanças futuras. Os portais estão hospedados em um serviço pago, que prevê seu armazenamento e disponibilidade. A linguagem utilizada para o desenvolvimento foi PHP. O público-alvo dos portais são pesquisadores que necessitam de dados genômicos e análises relacionadas às sequências regulatórias de bactérias.

Visto que os portais foram criados por diferentes estudantes e em distintas épocas, serão analisadas as possíveis falhas de segurança que possam ter sido deixadas no decorrer de seu desenvolvimento, resultando em brechas que possam vir a expor informações restritas, permitir acessos indevidos ou até mesmo resultar em quedas nos sites oriundas de ataques ou falhas de segurança. Nesse sentido, o trabalho tem por objetivo verificar possíveis falhas e vulnerabilidades de segurança de informação nos portais do grupo de ZZZ, tendo a seguinte questão pesquisa como norteadora do

¹ Site 01

² Site 02

trabalho: “Existem problemas de vulnerabilidade e ameaças de segurança de informação nos portais do grupo de ZZZ da ZZZ?”

Referencial teórico

Segurança da Informação

Pode-se afirmar que a segurança da informação é a área responsável por proteger as informações ou dados de uma determinada instituição contra ataques ou vazamento (CAMPOS, 2006). Para Sêmola (2014), segurança da informação é uma área do conhecimento específica, cujo objetivo é a proteção dos ativos da informação contra acessos não autorizados, alterações indevidas ou sua indisponibilidade. Fontes (2006) e Sêmola (2014) concordam ao afirmarem que ela pode ser determinada como um conjunto de orientações, normas, procedimentos, políticas e demais ações, que tem por objetivo proteger as informações de uma dada organização ou pessoa.

Kim e Solomon (2014, p.12) conceituam a segurança da informação como “*hardware*, sistema operacional e *software*, que trabalham juntos para coletar, processar e armazenar dados para indivíduos e organizações”. Nesse contexto, ainda afirmam que a segurança da informação “é a coleção de atividades que protegem os sistemas de informações e os dados armazenados neles”. Segundo Engebretson (2014), um sistema de segurança da informação baseia-se em três princípios básicos: confidencialidade, integridade e disponibilidade. Se todos estes princípios forem implantados corretamente será possível satisfazer os requisitos de segurança da informação.

Para Stallings (2016) a confidencialidade é a proteção que os dados transmitidos recebem contra ataques passivos. Pode-se destacar que este pilar é responsável por garantir que a informação transmitida em uma rede receba técnicas de criptografias antes de trafegar de modo que somente o receptor da informação possa decodificá-la e acessar sua informação. O segundo pilar, a integridade, garante que a informação não seja manipulada e que mantenha suas características originais definidas pelo proprietário. Outra função da integridade é prevenir que os dados sejam corrompidos durante o processo de transmissão da mensagem entre origem e destino

(FONTES, 2006). O pilar da disponibilidade é responsável por garantir o acesso aos dados sempre que forem requisitados, devendo permitir a acessibilidade a todo *hardware*, *software* e dados através dos sistemas. A disponibilidade também se relaciona com a redução das vulnerabilidades em sistemas computacionais (CAMPOS, 2006).

Vulnerabilidades, Ameaças e Intrusões

A Vulnerabilidade pode ser classificada como uma falha que, quando não detectada e corrigida, pode comprometer um sistema ou uma determinada informação. Para Kim e Solomon (2014, p. 6), “se existir uma vulnerabilidade em um sistema, logo existirá a possibilidade de uma ameaça. Qualquer ameaça contra uma vulnerabilidade cria um risco de que um evento negativo possa ocorrer”. Sêmola (2014, p. 33) define ameaças como sendo:

agentes ou condições que causam incidentes que comprometem as informações e seus ativos por meio de exploração de vulnerabilidades, provocando perdas de confidencialidade, integridade e disponibilidade, e conseqüentemente causam impactos aos negócios de uma organização.

Campos (2006) define que ameaça é um agente externo ao ativo de informação, que pode vir a se aproveitar de vulnerabilidades. As ameaças podem ser classificadas de três formas: naturais, involuntárias ou voluntárias. As ameaças naturais acontecem por meio de fenômenos da natureza enquanto as ameaças involuntárias podem ser originadas por acidentes ou pela falta de conhecimento em um determinado sistema. No caso de ameaças voluntárias, pode-se dizer que acontecem de forma proposital, com o intuito de destruir, sequestrar ou visualizar informações (SÊMOLA, 2014).

Ataques ou intrusões ocorrem quando um sistema é invadido ou comprometido por um invasor, tendo acesso a dados que não estariam disponíveis ao público. Campos (2006) alega que intrusão é uma consequência da descoberta e exploração de vulnerabilidades. Kim e Solomon (2014) afirmam que o comprometimento de um sistema ao expor a intrusão

ou ataque pode ser classificado como um conjunto de ações que comprometem os três pilares da segurança de um recurso computacional.

De acordo com Weidman (2014) os ataques podem envolver várias etapas ou fases: (i) Coleta de informações: levantamento não intrusivo de informações do sistema-alvo, baseando-se em fontes públicas de informação; (ii) Varredura: etapa na qual são realizadas pesquisas acerca do sistema-alvo para descoberta de características que possam auxiliar na intrusão; (iii) Penetração: obtenção de acesso elevado não autorizado, por meio de brechas ou vulnerabilidades do sistema; (iv) Negação do serviço: comprometimento ou quedas no funcionamento do sistema ou de partes do mesmo; (v) Eliminação de vestígios: remoção dos registros que possam identificar o ataque ou quem o executou; (vi) Criação de entradas: realização de instalações de programas ocultos (*backdoors*) que permitam uma nova invasão no futuro.

As etapas citadas podem não seguir este padrão para a realização de um plano de ataque, podendo existir todas ou apenas algumas delas. Contudo, vale destacar que as fases de varredura, penetração e negação de serviço ocorrem na maioria dos ataques.

Penetration Test

O *pentest*³, ou teste de penetração, é uma técnica que utiliza ferramentas e métodos para avaliar a segurança de um sistema através de varreduras e análises em busca de falhas de segurança da informação. As análises obtidas pelos testes são apresentadas junto com uma avaliação do seu impacto, contendo contramedidas para resolução do problema detectado (ASSUNÇÃO, 2014). Um *pentest* baseia-se em planejamento de escopo, no qual é verificado o que será testado e estipulado o tempo do teste necessário. O *hacker* irá reunir informações necessárias para a execução do teste como: escopo do projeto, objetivo, tempo de demanda dos testes, atividades a serem realizadas e custos.

Para auxiliar na realização de um teste de penetração estão disponíveis metodologias para padronização das tarefas a serem realizadas. Elas

³ <http://www.pen-tests.com/>

norteiam a organização de um processo de análise de vulnerabilidades em grande escala. Aqui destacam-se três padrões: (i) *Open Source Security Testing Methodology Manual* (OSSTMM) desenvolvido pelo *Institute for Security and Open Methodologies* (ISECOM)⁴; (ii) *Information Systems Security Assessment Framework* (ISSAF) criado pelo *Open Information Systems Security Group* (OISSG)⁵ e; (iii) *Open Web Application Security Project* (OWASP)⁶.

A OSSTMM é considerada a metodologia mais popular para padronização de teste de penetração. Os testes são padronizados e explicados detalhadamente para que se tenham resultados reduzíveis, com base nos conceitos em segurança humana, física, sem fio, telecomunicações e de redes de dados. Sua documentação não é considerada um ferramental, portanto, as técnicas sugeridas podem ser utilizadas através de qualquer outra ferramenta de análise de vulnerabilidades compatível com os testes propostos.

A ISSAF fornece manuais de padronização desenvolvidos para a realização de *checklists* de auditoria em sistemas, contendo técnicas para análises de vulnerabilidades. Os principais testes da ISSAF estão relacionados com a segurança de rede, *host*, aplicação e banco de dados. Destaca-se que este padrão não exige conhecimento prévio em ferramentas e sistemas operacionais por disponibilizar seu manual com imagens e exemplos de uso do ferramental necessário para a realização dos testes. Sua concepção é estruturada em três grandes áreas de execução: (i) planejamento e preparação; (ii) avaliação e relatório; (iii) limpeza e destruição de artefatos. Nas fases de planejamento e preparação são executados os passos necessários para definir os ambientes de testes, a configuração das ferramentas de testes, os contratos e aspectos legais, a montagem da equipe de trabalho, os prazos, os requisitos e as estruturas para os relatórios finais. Na fase de avaliação são representadas as metodologias e executados os testes de penetração constituídos das atividades descritas no Quadro 1.

⁴ <http://www.isecom.org/>

⁵ <http://www.oissg.org/>

⁶ <https://www.owasp.org/>

Tabela 1 – Atividades realizadas na fase de avaliação

ATIVIDADE	DETALHE
Coleta de Informações	Explorar todas as vias possíveis de ataque sobre o alvo.
Mapeamento da rede	Obtenção de informações sobre a topologia de rede do alvo. Assim, visa identificar todos os <i>hosts</i> , sistemas operacionais, <i>firewalls</i> , sistemas de detecção de intrusão, servidores e serviços, roteamento e topologia da rede.
Identificação de vulnerabilidades	Busca de falhas de rede, servidores e outros recursos.
Penetração	Exploração das vulnerabilidades identificadas anteriormente.
Acesso e Escalada de Privilégio	Elevação dos níveis de privilégios de acesso.
Enumeração	Execução de ataques a senhas, monitoramento de tráfego de rede, coleta de <i>cookies</i> , listagem de endereços de e-mail, mapeamento de redes internas entre outros.
Comprometer usuários remotos	Realização de tentativas para comprometer usuários remotos, sites e servidores de usuários.
Manutenção de acesso	Burlar os <i>links</i> de comunicação com a rede alvo para monitoramento de acessos futuros.
Cobrando rastros	Ocultação de ferramentas ou rastros utilizados no ataque ao alvo.

Fonte: Adaptado de Bertoglio e Zorzo, (2016)

Ao final, as fases de relatório, limpeza e destruição de artefatos são responsáveis pela pós-invasão do teste alvo. O testador cria um relatório contendo todas as informações obtidas durante o ataque e destrói todos os artefatos utilizados durante a fase de avaliação (ALLEN; HERIYANTO; ALI, 2014).

De acordo com os métodos OSTMM e ISSAF existem três testes que podem ser feitos para verificar a vulnerabilidade de um sistema: caixa preta (*Black-box*), caixa branca (*White-box*) e caixa cinza (*Gray-box*). A diferença entre os tipos de testes é a quantidade de detalhes da implementação a ser testada que se possui conhecimento.

Os testes de caixa preta são aplicados quando não se tem conhecimento prévio da infraestrutura ou ambiente a ser testado. O invasor (ou o que simula a invasão) deve obter a maior quantidade de informações possíveis para conseguir descobrir os pontos fortes e fracos de um sistema. A vantagem que se pode destacar neste tipo de teste é a possibilidade de simular em modo real o ambiente de um atacante, que realiza o ataque da parte de “fora” do sistema, tendo a possibilidade de identificar possíveis vazamentos de informação. Em contrapartida, uma desvantagem deste método é a demora na realização do teste, pelo fato de quem o realiza precisar reunir informações para realizar o ataque (RIOS; MOREIRA, 2006).

O teste da caixa branca ocorre quando o testador possui conhecimento da infraestrutura a ser testada, incluindo o diagrama da rede, endereçamento IP ou outras informações complementares. Seus objetivos são mais específicos, ou seja, visam descobrir vulnerabilidades no sistema e não o vazamento de dados (PADUA FILHO, 2008).

Para os testes de caixa cinza, utiliza-se uma mescla de técnicas de caixa-preta e de caixa-branca. Nesse caso, os ataques geralmente são realizados dentro da corporação. Como exemplo, pode-se citar um funcionário de uma determinada empresa, que possui conhecimento prévio da infraestrutura e exerce ataques contra outro setor (GOODRICH; TAMASSIA, 2012).

Projetos e Normas para Segurança da Informação no Ambiente *Web*

Para auxiliar na prevenção ou identificação de riscos na *web* existem normas que contribuem para diminuição e prevenção de falhas e vulnerabilidades. Destaca-se a norma ABNT NBR ISO/IEC ICS ISBN 27032 (2015) que é dedicada somente para Diretrizes de segurança na *web*. Existe também o projeto OWASP que possui projetos e métodos que visam auxiliar programadores no desenvolvimento *web* seguro, compartilhando estudos e materiais referentes a processos de identificação das falhas de segurança.

Norma ISO/IEC 27032

A norma ISO/IEC 27032 “Tecnologia da informação -Técnicas de segurança - Diretriz para segurança cibernética” é uma norma internacional que fornece diretrizes para melhorar o estado de Segurança Cibernética, traçando aspectos típicos desta atividade e suas ramificações em outros

domínios de segurança como: informações de segurança, segurança de rede, segurança na Internet e proteção da infraestrutura de informações críticas (CIIP). De acordo com a norma ISO/IEC 27032 (2015), classifica-se como espaço cibernético um ambiente complexo, resultante da interação de pessoas, softwares e serviços na Internet que são suportados por instrumentos físicos de TIC com redes em todo mundo, ressaltando que:

No entanto, há questões de segurança não abrangidas pela atual segurança da informação, segurança de Internet, segurança de redes e assim melhores práticas recomendadas de segurança de TIC, assim como as lacunas entre esses domínios, bem como a falha de comunicação entre as organizações e provedores no Espaço Cibernético. Isso ocorre porque os dispositivos e redes conectadas que suportam o espaço cibernético têm vários proprietários, cada um com suas próprias preocupações comerciais, operacionais e regulamentares (ABNT NBR ISO/IEC 27032, 2015, p. IX).

A norma ISO/IEC compartilha informações para coordenação e gestão de incidentes entre as partes interessadas (provedores, serviços, empresas, gestores) e usuários, fornecendo diretrizes e técnicas para tratar riscos de segurança como: ataques de engenharia social; *hacking*; proliferação de software mal-intencionado (*malware*); Software espião (*spyware*) ou outros softwares potencialmente indesejados. Além de lidar com os riscos citados anteriormente, ela contempla controles para: preparar-se contra ataques de malware, meliantes ou de organizações criminosas na Internet; detectar, monitorar e responder a ataques.

Projeto OWASP

OWASP é uma comunidade mundial *on-line*, na qual os participantes colaboram para que sejam criados e compartilhados livremente artigos, metodologias, documentações, ferramentas e tecnologias voltadas para a área de desenvolvimento e segurança *web*. É uma organização sem fins lucrativos que não possui intervenção de empresas privadas da área. Ela colabora com corporações, universidades, agências governamentais e outras organizações que buscam utilizar seus métodos na busca de soluções voltadas à segurança da informação (MEUCCI, 2008). Dentre vários projetos disponibilizados pela OWASP, destacam-se:

- *Testing Guide*: é um guia que auxilia em questões como: o que, o porquê, quando e como testar aplicações *web* em busca de vulnerabilidades.
- *Code Review Guide*: é um guia que sugere boas práticas na revisão de códigos com foco em detectar vulnerabilidades.
- *Development Guide*: é um projeto que visa realizar documentação durante o desenvolvimento de aplicações voltadas para *web*. É composto por vários tópicos referentes à segurança e por soluções para falhas encontradas.
- *Top Ten*: Trata-se de um documento que apresenta e explica as dez principais vulnerabilidades de aplicações *web*, demonstrando as consequências ao explorá-las e correções que poderiam protegê-las.

O Quadro 2 apresenta a lista *Top Ten* na qual são listadas as vulnerabilidades mais recorrentes e uma breve descrição de cada uma.

Tabela 2 - Vulnerabilidades Web reportadas pela OWASP Top Ten

VULNERABILIDADE	DESCRIÇÃO
A1: Falhas de Injeção	Falhas de injeção (<i>SQL Injection</i>) ocorrem quando os dados são enviados a um interpretador com partes de comandos ou consultas. A informação enviada pelo atacante burla o interpretador de consultas que irá executar o comando malicioso.
A2: Falhas de Autenticação	Funções relacionadas ao gerenciamento de autenticação de sessão, que quando implementadas incorretamente, permitem que o invasor explore falhas que permitam a utilização de identidade de outro usuário.
A3: Exposição de dados sensíveis	Os atacantes podem interceptar dados sigilosos e utilizá-los em crimes. Dados sensíveis exigem métodos de proteção adicionais como, por exemplo, a criptografia para dados em trânsito.
A4: Entidades externas XML (XXE)	Processadores XML obsoletos ou mal configurados podem ser utilizados para varredura de portas internas, execução remota de códigos, ataques de negação de serviço ou compartilhamento de arquivos internos.
A5: Perda de controle de Acesso	Os invasores podem utilizar falhas nas restrições de usuários para acessar funcionalidades e/ou dados não autorizados.

A6: Configurações incorretas de Segurança	A configuração incorreta de segurança se dá ao serem aplicadas configurações padrão, incompletas ou a falta delas. Alguns exemplos são: cabeçalho HTTP configurado incorretamente, mensagens de erro com conteúdo sensível, falta de atualizações, entre outros.
A7: Cross Site Scripting (XSS)	Falhas XSS ocorrem quando uma aplicação recebe dados não confiáveis e os envia ao navegador sem nenhuma validação ou filtro.
A8: Desserialização Insegura	A desserialização insegura geralmente leva à execução remota de códigos ou podem ser usadas para executar ataques de repetição, injeção ou elevar seus privilégios de execução.
A9: Componentes com vulnerabilidades conhecidas	Aplicativos e APIs que utilizam componentes com vulnerabilidades conhecidas podem enfraquecer as defesas de aplicativos e resultar em vários ataques e impactos.
A10: Registro e Monitoramento Insuficiente	Registro e monitoramento insuficientes associados à integração ausente ou ineficaz permitem aos atacantes manter ataques persistentes.

Disponível em <https://owasp.org/www-project-top-ten/>

A lista *Top Ten* disponibilizada é construída de acordo com a frequência com que as vulnerabilidades são detectadas nas aplicações testadas. Para seu desenvolvimento é numerada cada instância em que uma vulnerabilidade é encontrada; na segunda etapa é feita a contagem de aplicativos em que cada vulnerabilidade é detectada (uma ou mais vezes). Segundo a *OWASP Top Ten*, a lista permite comparar testes realizados por ferramentas com testes realizados por ferramentas acompanhadas por testadores.

Ferramentas de análise de vulnerabilidade Web

Existem diversas ferramentas para análise de vulnerabilidades em ambientes *web* licenciados ou de código aberto. O site *SecTools*⁷ mantém um ranking das ferramentas de segurança e análise de vulnerabilidades segundo especialistas da área (MARTINELO; BELLEZI, 2014). Das ferramentas disponíveis no site, procurou-se analisar as ferramentas de código aberto (*open source*), considerando as seguintes características: (i) Classificam as falhas encontradas e as listam; (ii) Mostram como um atacante poderia fazer uso da falha detectada; (iii) Apresentam sugestões para a correção das

⁷ <https://sectools.org/>

vulnerabilidades encontradas; (iv) Disponibilidade de interface gráfica e (v) levantamento total de todo o mapa do site (*Crawling*). O quadro 3 apresenta a análise comparativa de ferramentas selecionadas.

Tabela 3 – Lista de Ferramentas

FERRAMENTA	POS. SECTOOLS	NÍVEIS DE VULNERABILIDADES DETECTÁVEIS	INTERFACE GRÁFICA?	CRAWLING
OpenVas	19°	A6	SIM	NÃO
Nikto	14°	A1 - A3 - A5 - A7	NÃO	SIM
OWASP Zap	12°	A1 - A2 - A3 - A4 - A5 - A6 - A7 - A8 - A10	SIM	SIM
W3AF	18°	A1 - A2 - A3 - A4 - A5 - A6 - A7 - A8 - A10	AMBAS	SIM
SqlMap	30°	A1 - A7 - A8	NÃO	NÃO
SkipFish	39°	A1 - A7 - A8	NÃO	SIM

Fonte: elaborado pelo autor baseado no site [SecTools.org](http://www.sectools.org)

A ferramenta *Nessus scanner* é um utilitário de código proprietário, a partir do qual o *OpenVas*⁸ ramificou-se para permanecer aberto. O *OpenVas* é dividido em dois componentes principais: *scanner* e gerente. O *scanner* pode ser “apontado” para um alvo e se dedicar em descobertas de vulnerabilidades para o gerente. Também gera os dados obtidos através de vários *scanners* e algoritmos, aplicando sua própria inteligência artificial para criar um relatório detalhado. O *OpenVas* pode ser utilizado para rastreamento de vulnerabilidade em redes TCP, mas também é utilizado para busca de falhas em ambientes *web*, sendo considerada uma ferramenta estável e confiável.

A ferramenta *Nikto*⁹, por suportar protocolos HTTP e HTTPS, é frequentemente utilizada na verificação de sites. De código aberto, ela fornece resultados de modo interativo e detalhado, utilizando uma técnica denominada de mutação, pela qual é criada uma combinação de vários testes HTTP em conjunto para formar um ataque, com base na configuração do servidor *Host* e do código em que o site foi concebido. Desta maneira, ele

⁸ <http://www.openvas.org/>

⁹ <https://cirt.net/nikto2/>

busca brechas críticas, tais como erros de configuração de *upload* de arquivos, manipulação de *cookies* indevidos, erros de *cross-scripting*, entre outros.

A ferramenta *OWASP Zap*¹⁰ foi desenvolvida pela OWASP com a finalidade de detectar vulnerabilidades em aplicações *web*. É mantida pelo projeto OWASP e aplicável em diversos sistemas operacionais. Como características principais, destacam-se a capacidade de realização de *crawler*, possuir *scanner* automático e abranger as principais vulnerabilidades reportadas pelo *Top Ten*.

O *W3AF*¹¹ é uma ferramenta de código aberto e conta com recursos para busca de injeção de *SQL*, *cross site scripting* (*XSS*), inclusão de arquivos local e remota, analisador estático de código *PHP*, entre outras funcionalidades. Adicionalmente oferece a opção para busca a partir de perfis, como no caso da lista *Top Ten* da OWASP.

O *SqlMap*¹² é capaz de explorar falhas de injeção *SQL*, tanto na aplicação quanto na avaliação do gerenciador do banco de dados. Com suporte a diversos tipos de bancos dados, ele também pode realizar ataques de adivinhação de senhas podendo ser combinado com outras ferramentas para complemento de varreduras em busca de falhas.

A ferramenta *Skipfish*¹³ realiza análise de vulnerabilidades em ambientes *web* através do processo de *crawling*. Entre suas características destacam-se: (i) ser *open source*; (ii) bom desempenho na realização de seus testes otimizando recursos disponíveis; (iii) contempla a maioria das vulnerabilidades da lista OWASP *Top Ten*.

Metodologia

Na etapa inicial foi realizada uma pesquisa referente aos tipos de vulnerabilidades no ambiente *web* e normas de segurança da informação, unindo aspectos técnicos e legais, os quais ajudaram a validar a proposta. Para

¹⁰ https://www.owasp.org/index.php/OWASP_Zed_Attack_Proxy_Project/

¹¹ <http://w3af.org/>

¹² <http://sqlmap.org/>

¹³ <https://code.google.com/archive/p/skipfish/>

o desenvolvimento do trabalho, o projeto OWASP foi utilizado como guia para auxiliar nos quesitos relacionados aos tipos de vulnerabilidades *web* existentes, ferramentas e métodos empregados para testes, assim como soluções para as falhas detectadas. Um dos guias utilizado foi o documento OWASP *Top Ten*, que serviu como referência para catalogação e indicação do grau de risco ao qual determinada vulnerabilidade detectada nos testes pertencia.

Para a realização dos testes nos sites foi escolhido o Teste de Penetração, que informa os usuários ou profissionais na área de segurança da informação sobre como devem realizar as etapas de um teste. Quanto às ferramentas, utilizou-se como caráter de escolha o fato de serem *open source*, a quantidade de informações disponíveis sobre cada uma delas e a sua respectiva colocação no *ranking* do site *SecTool* (Quadro 3). Por fim, os resultados obtidos foram catalogados e apresentados com uma breve descrição do problema e com possíveis medidas que poderão ser adotadas em trabalhos futuros a fim de corrigir tais vulnerabilidades. O fluxograma apresentado na Figura 1 resume as etapas seguidas para a execução do trabalho.

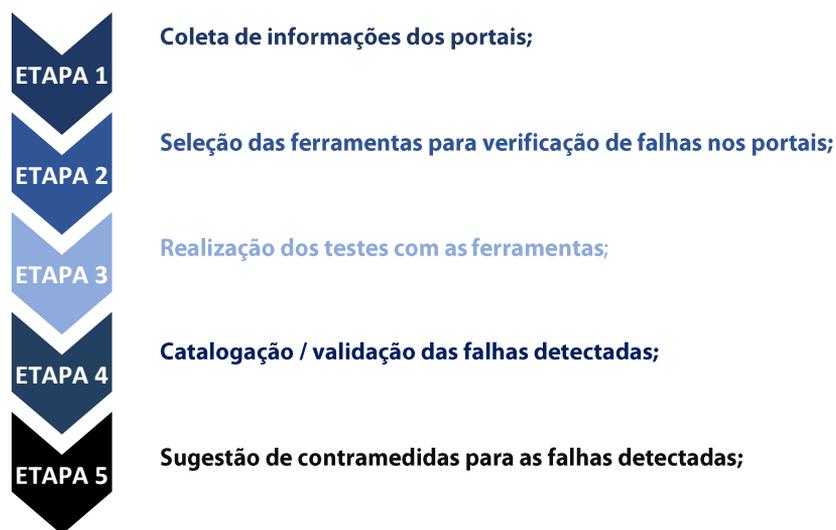


Figura 1 – Etapas realizadas para os testes

Fonte: Autores

Para realizar os testes com as ferramentas utilizaram-se os seguintes recursos de *hardware* e *software*:

- Processador: Intel® Core™ i7 – 920M CPU @2.67 GHz;
- Memória instalada (RAM): 12.00GB;
- Tipo de sistema: Sistema Operacional de 64 bits, processador com base em x64;
- Espaço em disco: 240 Gb SSD;
- Sistema Operacional: Microsoft Windows 10;
- Emulador Virtual Box;
- Kali Linux 2019;

Finalizando as etapas de estudo, seguiu-se para a configuração e validação do ambiente que continha as ferramentas para realizar as análises de vulnerabilidades. Para a construção do ambiente de testes, optou-se por utilizar um gerenciador de máquinas virtuais de distribuição livre, o *VirtualBox*. Nele foi instalada a distribuição *Kali Linux*, que serviu como sistema operacional base para utilização das ferramentas, sendo ela baseada em Debian. Esta versão do *Linux* é voltada principalmente para auditoria e segurança de computadores em geral, sendo mantida pela *Offensive Security LTDA*. A sua escolha baseou-se na quantidade de referências disponíveis sobre ela e por possuir a maioria das ferramentas pré-instaladas. Todas as ferramentas utilizadas nos testes, inclusive a versão do *Linux*, foram devidamente atualizadas e configuradas para suas versões mais recentes.

Resultados e discussão

A seguir apresentam-se os resultados obtidos com cada uma das ferramentas, bem como a catalogação das vulnerabilidades reportadas por elas.

Coleta de Informações do alvo

A primeira tarefa realizada nesta etapa foi coletar informações, como endereço de IP, DNS, servidores em que os sites estão hospedados, locais de consultas, área de acesso restrito, entre outras. Para isso, foi necessária a utilização das ferramentas *Maltego*¹⁴ e *Burp Suit*¹⁵. A ferramenta *Maltego* tem

¹⁴ <https://www.maltego.com/>

¹⁵ <https://portswigger.net/burp>

por objetivo principal o levantamento gráfico do site, coletando todas suas referências e ligações com servidores DNS e estruturas de rede. Embora seja uma ferramenta proprietária, alguns recursos básicos são mantidos gratuitamente para utilização. Por sua vez, a utilização do *software BurpSuit* teve por objetivo a análise dos métodos *post* e *get* dos sites, ou seja, verificou-se através dele todo o conteúdo que era transmitido entre usuário e o servidor *web*, a fim de identificar falhas e métodos utilizados na troca de requisições.

Através da etapa de coleta de informações referentes aos portais foi possível identificar que os dois portais estão em um único *host*. Do ponto de vista do usuário, cada site é um portal “diferente”, mas para o servidor, os sites estão contidos em apenas um *host*. Isso fez com que os testes fossem realizados apenas no *host* principal, ou seja, eles sempre foram realizados a partir da URL “<http://zzz.zzz.com>”. Outro ponto importante detectado nessa etapa é que os portais estão hospedados em um servidor do tipo compartilhado, existindo outros sites compartilhando os mesmos recursos de rede, *software* e *hardware*.

Realização dos testes com as ferramentas

O *penetration test* foi realizado utilizando-se as seguintes ferramentas: *OpenVas*, *Nikto*, *OwaspZap*, *W3AF*, *SqlMap* e *SkipFish*. Com elas pode-se ampliar a gama de vulnerabilidades analisadas, conforme Quadro 4 que indica, adicionalmente, o tempo de execução de cada uma.

Quadro 4 - Lista de Ferramentas/com tempos

FERRAMENTA	POS. SECTOOLS	RELAÇÃO LISTA TOP TEN	INTERFACE?	CRAWLING	TEMPO/TESTE
OpenVas	19º	A6	SIM	NÃO	5 min/35 seg.
Nikto	14º	A1 - A3 - A5 - A7	NÃO	SIM	45 min
OWASP Zap	12º	A1 - A2 - A3 - A4 - A5 - A6 - A7 - A8 - A10	SIM	SIM	7 h / 6 min
W3AF	18º	A1 - A2 - A3 - A4 - A5 - A6 - A7 - A8 - A10	AMBAS	SIM	8 h / 23 min
SqlMap	30º	A1 - A7 - A8	NÃO	NÃO	2 h / 49 min
SkipFish	39º	A1 - A7 - A8	NÃO	SIM	1 h / 39 min

Fonte: elaborado pelo autor

Vulnerabilidades detectadas

Após a finalização dos testes guiados por ferramentas, seguiu-se para a etapa de realização dos testes manuais das vulnerabilidades reportadas pelos *softwares*, a fim de validar e excluir possíveis falsos positivos. Após os testes, foram agrupadas as falhas identificadas por mais de uma ferramenta, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 - Lista de Vulnerabilidades detectadas

ID	NOME VULNERABILIDADE	GRAU DE RISCO	FERRAMENTAS QUE A IDENTIFICOU	PREVENÇÃO
V1	<i>X-Frame-Options Header Not Set</i> (Cabeçalho X-Frame-Options não Definido)	Média - (A5)	W3AF Nikto OWASP Zap	Enviar cabeçalhos de resposta referentes à diretiva de ancestrais de estrutura <i>Content Security Policy</i> (CSP)
V2	<i>Application Error Disclosure</i> (Divulgação de erro de aplicativo)	Média - (A3)	OWASP Zap	Tratar todas as mensagens de erros do site de forma genérica ou personalizada
V3	<i>X-Content-Type-Options Header Missing -</i> (Cabeçalho de opções de tipo de conteúdo X ausente)	Média - (A3)	W3AF Nikto OWASP Zap	Definir o cabeçalho X-Content-Type-Options como <i>'nosniff'</i>
V4	<i>Form Cleartext Password -</i> (Senha exposta)	Média - (A3)	W3AF	Utilizar métodos de criptografia de dados sensíveis em trânsito
V5	<i>Shared Hosting</i> (Servidor compartilhado)	Não possui	W3AF	Não utilizar servidor compartilhado

Fonte: elaborado pelo autor

Depois de realizada a validação e catalogação das falhas detectadas, apresenta-se uma breve descrição dos problemas encontrados e possíveis medidas que poderão ser adotadas para sua correção.

Vulnerabilidade V1: X-Frame-Options Header Not Set (Cabeçalho X-Frame-Options não Definido)

Esta vulnerabilidade é mais conhecida como “Clickjacking”, que consiste em induzir um usuário da *web* a utilizar uma página falsa. Esse tipo de ataque pode ser usado isolado ou em combinação com outros tipos de vulnerabilidades, podendo, por exemplo, enviar comandos não autorizados ou revelar informações restritas enquanto a vítima está interagindo com a página *web* falsa. Este tipo de ataque utiliza de recursos HTML e *Javascript* para forçar a vítima a executar ações indesejadas, como clicar em um botão que executa outra operação ou fornecer suas credenciais para acesso a alguma parte restrita do site.

O invasor cria uma página web aparentemente inofensiva e semelhante a página original, que carrega o aplicativo de destino por meio do uso de “*iframe*”. Com isso, o invasor induz a vítima a interagir com a página fictícia por outros meios, como por exemplo, engenharia social. Esta falha acontece do “lado cliente”, mas pode ser evitada através de implementações através de códigos de programação.

De acordo com a documentação OWASP, é possível evitar este tipo de falha por meio do envio de cabeçalhos de resposta referentes à diretiva de ancestrais de estrutura *Content Security Policy* (CSP) que instruem o navegador a negar o enquadramento de outros domínios ao site, fazendo com que cabeçalhos HTTP mais antigos sejam substituídos pelo *X-Frame-Options*, garantindo que o conteúdo deles não seja incorporado a outros sites. Também é possível preveni-la adicionando código defensivo na interface do usuário para garantir que o quadro atual do site seja a janela de nível mais alto a ser utilizada.

Vulnerabilidade V2: Application Error Disclosure (Divulgação de erro de aplicativo)

Esta vulnerabilidade consiste no não tratamento de erros resultantes do uso do site, que podem expor informações importantes para um possível atacante, como nome de tabelas ou de campos de um determinado banco de

dados. Com posse destas informações, um *hacker* utilizando ferramentas voltadas à injeção de SQL, pode realizar um ataque mais concentrado ao site.

Para prevenção, sugere-se tratar todas as mensagens de erros do site de forma genérica ou personalizada, a fim de não expor mensagens que possuam informações de nível técnico aos usuários. O tratamento deverá ser realizado de acordo com o tipo da linguagem empregada para o desenvolvimento do site, aplicando o método mais adequado a ela.

Vulnerabilidade V3: X-Content-Type-Options Header Missing (Cabeçalho de opções de tipo de conteúdo X ausente)

Quando o cabeçalho de *Anti-MIME-Sniffing X-Content-Type-Options* não é configurado para “*nosniff*” permite que versões mais antigas dos navegadores executem *sniffing MIME* no corpo da resposta, fazendo com que ele seja interpretado e exibido como um tipo de conteúdo diferente do tipo declarado. Quando o navegador carrega um determinado arquivo ele verifica seu conteúdo para determinar qual tipo de arquivo está sendo enviado. Por exemplo, se o site possuir recurso para *upload* de arquivos do tipo PNG, e este arquivo for modificado e possuir instruções HTML do tipo malicioso ao seu conteúdo, o navegador ou o servidor poderá executá-lo, vindo a comprometer a segurança do site.

Para sua prevenção, sugere-se revisar a configuração do aplicativo ou o servidor *web* para que esteja configurado com cabeçalho “*Content-Type*” apropriado e que defina o cabeçalho *X-Content-Type-Options* como “*nosniff*” para todas as páginas da *web*.

Vulnerabilidade V4: Form Cleartext Password (Senha exposta)

Consiste em armazenar ou transmitir senhas em texto puro, sem nenhum tipo de encapsulamento ou criptografia para proteger os dados no processo de requisição de um acesso. Isso pode fazer com que ao utilizar programas que monitoram o tráfego da rede, capturem e identifiquem informações sensíveis como senhas e demais informações que deveriam permanecer “ocultas” neste processo.

Para solucionar essa vulnerabilidade sugere-se a utilização de métodos de criptografia de dados sensíveis em trânsito, como o TLS, fazendo com que o servidor utilize parâmetros seguros na troca de

informações. Sugere-se também o uso de encriptação utilizando diretivas *HTTP Strict Transport Security* (HSTS).

Vulnerabilidade V5: Shared Hosting - (servidor compartilhado)

Embora não seja considerada uma vulnerabilidade, a ferramenta W3AF a reportou. A hospedagem compartilhada é indicada em sites de pequeno porte ou que possuem poucos acessos, uma vez que seu custo é menor e não demanda alta disponibilidade. No entanto, caso o site venha a receber uma grande quantidade de acessos simultâneos não previstos, alguns servidores poderão se tornar instáveis, fazendo com que o site fique fora do ar por determinados períodos ou até mesmo seja retirado do ar por tempo indeterminado.

Vale ressaltar também que este tipo de hospedagem possui tecnologia inflexível, ou seja, a aplicação deve ser desenvolvida de acordo com os recursos disponibilizados pelo servidor, como por exemplo, tipo de banco de dados ou linguagem de desenvolvimento. Outro problema que pode ocorrer é em relação à segurança do servidor, visto que se algum dos sites for atacado, os demais podem ser comprometidos.

Considerações finais

O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento de possíveis vulnerabilidades existentes nos portais ZZZ. A proposta foi realizada através da utilização do projeto OWASP *TopTen* e de ferramentas para realização dos Testes de Penetração.

Em relação à utilização de ferramentas para os testes, pode-se concluir que somente a sua utilização não garante um grau de confiabilidade sobre a existência ou não de vulnerabilidades, visto que elas podem retornar diversos falsos positivos, tendo que assim realizar intervenções manuais para validá-las. Também é importante salientar que a proposta do trabalho se baseou em apenas utilizar ferramentas de código aberto, sem a utilização de ferramentas proprietárias, tendo assim uma possível diferença de resultados, se ambas forem utilizadas e comparadas.

Observou-se também a não utilização de proteções denominadas *captchas* (acrônimo para *Completely Automated Public Turing Test to Tell*

Computers and Humans Apart), em todos os formulários do site e locais de solicitação de *login*, crucial para verificar se quem está utilizando é um computador ou humano, a fim de se evitar o preenchimento de formulários automatizados resultando em possíveis sobrecargas ao site.

Como limitação de estudo, destaca-se que os sites testados apresentaram instabilidade no processo de verificação das vulnerabilidades, inviabilizando a realização de mais testes, já que as ferramentas no seu processo de scanner sobrecarregam o servidor. Em relação às ferramentas listadas na primeira etapa do trabalho, observou-se que algumas delas, mesmo cumprindo com os pré-requisitos, ao utilizá-las não apresentaram um bom desempenho, tendo que serem substituídas por outras. De modo geral, as demais ferramentas cumpriram com seu objetivo, reportando vulnerabilidades que foram validadas através de testes manuais, a fim de comprovar sua existência.

Como ações futuras, recomenda-se a análise dos resultados obtidos neste trabalho, a fim de realizar as implementações de acordo com a linguagem utilizada para o desenvolvimento do site. Depois de efetuadas as correções, recomenda-se uma nova realização dos testes utilizando as mesmas ferramentas, a fim de verificar se as falhas não serão mais detectadas. Outro ponto importante que vale ressaltar é a existência de mais ferramentas *open source* voltadas à verificação de vulnerabilidades que não foram elencadas, mas que podem ser analisadas e utilizadas para testes futuros.

Referências

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *NBR 27002: Tecnologia da informação - Técnicas de Segurança - Sistema de gestão da segurança da informação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *NBR 27032: Tecnologia da Informação - Técnicas de segurança - Diretriz para segurança cibernética*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ALLEN, Lee; HERIYANTO, Tedi; ALI, Shakeel. *Kali. Linux: assuring security by penetration testing*. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2014.

ASSUNÇÃO, M. F. *Segredos do Hacker Ético*. 5. ed. Florianópolis: Visual Books, 2014.

BERTOGLIO, D. D.; ZORZO, A. F. Tramonto: uma estratégia de recomendações para testes de penetração. In: Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais, 16, 2016, Niterói. *Anais.... Niterói: Sociedade Brasileira de Computação, 2016.*

CAMPOS, A. L. N. *Sistema de segurança da informação: controlando os riscos.* Florianópolis: Visual Books, 2006.

ENGBRETSON, P. *Introdução ao Hacking e aos Testes de Invasão.* São Paulo: Novatec, 2014.

FERREIRA, F. N. F.; ARAUJO, M. T. *Política de segurança da informação: guia prático para elaboração e implementação.* Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

FONTES, E. *Segurança da informação: o usuário faz a diferença.* São Paulo: Saraiva, 2006.

GOODRICH, Michael T.; TAMASSIA, Roberto. *Introdução à segurança de computadores.* Porto Alegre: Bookman, 2012.

MAMEDE, H. S. *Segurança Informática nas Organizações.* Lisboa: FCA - Editora de Informática, 2006.

MARTINELO, C. A. G.; BELLEZI, M. A. Análise de vulnerabilidades com OpenVAS e Nessus. *T.I.S - Tecnologias, Infraestrutura e Software.* v. 3, n. 1, p. 34-44, 2014.

MEUCCI, M. *Owasp testing guide version 3.0.* OWASP Foundation, 2008. Disponível em: <https://owasp.org/www-pdf-archive/OWASP_Testing_Guide_v3.pdf>. Acesso em: 20 de nov. de 2020.

PADUA FILHO, W. de P. *Engenharia de software.* 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

RIOS, E.; MOREIRA, T. *Teste de Software.* 3, ed. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2006.

SÊMOLA, M. *Gestão da Segurança da Informação: uma visão executiva.* 2. ed. Porto Alegre: Elsevier (2014).

STALLINGS, W. *Redes e sistemas de comunicação de dados.* Rio de Janeiro: GEN LTC, 2016.

KIM, D.; SOLOMON, M. G. *Fundamentos de segurança de sistemas de informação*. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

WEIDMAN, Georgia. *Penetration testing: a hands-on introduction to hacking*. San Francisco: No Starch Press, 2014.

SMM - Sustainability Maturity Model: Modelo de Maturidade para Cidades Inteligentes

SMM - Sustainability Maturity Model: Maturity Model for Smart Cities

SMM - Modelo de Madurez de Sostenibilidad: Modelo de madurez para ciudades inteligentes

Eber Silva Santana

Universidade Salvador, UNIFACS

eberss@gmail.com

Éldman de Oliveira Nunes

Universidade Salvador – PPGCOMP Salvador, Bahia

eldman.nunes@unifacs.br

Resumo

A inserção das Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC), no âmbito da gestão das cidades, pode facilitar a tomada de decisão dos gestores para melhorarias na infraestrutura e serviços ofertados aos cidadãos. Pode, assim, servir de subsídio para a criação de Cidades Inteligentes. A fim de avaliar o nível de maturidade de uma cidade inteligente, o artigo tem como objetivos propor e aplicar um novo arcabouço, pois a maioria dos modelos utilizados não seguem um padrão e/ou não são capazes de serem comparados entre si. O SMM, Sustainability Maturity Model, foi inspirado nos índices de maturidade do CMMI, nos controles de processo do COBIT e usou os indicadores da ISO 37122. Ele tem servido como medição estatística dos indicadores da ISO, adaptada ao modelo de maturidade do CMMI e melhores práticas de gerenciamento do COBIT. De tal modo, foram desenvolvidas as etapas do arcabouço e realizado um estudo de caso nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador, a fim de validá-lo. Como resultado, observou-se que o SMM permitiu classificar as cidades pelo seu nível de maturidade. Tal medição e comparação do nível de maturidade foram considerados para o Domínio da Economia Inteligente de 3 das 4 maiores cidades brasileiras em população. Esta avaliação pode agregar valor à cidade que deseja se tornar inteligente, assim podendo servir de base para aplicação de novas avaliações e mensuração de evolução destes ambientes.

Palavras-chaves: Cidades Inteligentes. SMM. Maturidade. ISO 37122. CMMI e COBIT.

Abstract

The insertion of Communication and Information Technologies (ICT's) in the scope of city management can facilitate managers' decision making, thus creating improvements in the infrastructure and services offered to citizens and can serve as a subsidy to the creation of Intelligent Cities. To assess the level of maturity of an intelligent city, this article aims to propose and apply a new framework, because most of the models used do not follow a standard and/or are not able to be compared with each other. Named Sustainability Maturity Model (SMM), it was inspired by the CMMI maturity indexes, the COBIT process controls, and used ISO 37122 indicators, thus serving as statistical measurement of ISO indicators, adapted to the CMMI maturity model and COBIT best management practices. In this way, the stages of the framework were developed, and a case study was conducted in the cities of São Paulo, Rio de Janeiro, and Salvador to validate it. As a result, it was observed that the SMM allowed classifying the cities by their level of maturity. Such measurement and comparison of maturity level were considered for the Intelligent Economy Domain of 3 of the 4 largest Brazilian cities in population. This evaluation adds value to the city that wishes to become intelligent, thus being able to serve as a basis for the application of new evaluations and measurement of the evolution of these environments.

Keywords: Smart Cities, SMM, Maturity, ISO 37122, CMMI, COBIT.

Resumen

La inserción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en el ámbito de la gestión de la ciudad, puede facilitar la toma de decisiones de los gestores para mejorar la infraestructura y los servicios ofrecidos a los ciudadanos. Puede servir, así, de subvención para la creación de Ciudades Inteligentes. Para evaluar el nivel de madurez de una ciudad inteligente, el artículo tiene como objetivos proponer y aplicar un nuevo marco, ya que la mayoría de los modelos utilizados no siguen un patrón y / o no se pueden comparar entre sí. El SMM, Sustainability Maturity Model, se inspiró en los índices de madurez del CMMI, los controles de proceso COBIT y utilizó los indicadores ISO 37122, como una medida estadística de los indicadores ISO, adaptados al modelo de madurez CMMI y mejores prácticas de gestión COBIT. De esta forma, se desarrollaron las etapas del marco y se realizó un estudio de caso en las ciudades de São Paulo, Río de Janeiro y Salvador, con el fin de validarlo. Como resultado, se observó que el SMM permitió clasificar las ciudades por su nivel de madurez, tal medición y comparación del nivel de madurez fue considerada para el Dominio de Economía Inteligente de 3 de las 4 ciudades brasileñas más grandes en población. Esta evaluación puede agregar valor a la ciudad que desea volverse inteligente, pudiendo así servir de base para aplicar nuevas evaluaciones y medir la evolución de estos entornos.

Palabras clave: Ciudades Inteligentes. SMM. Madurez. ISO 37122. CMMI y COBIT.

Introdução

As definições de Cidades Inteligentes podem variar entre um autor e outro, dentre elas, são comunidades que buscam transformar a vida e o trabalho de forma eficaz por meio da utilização da Tecnologia da Informação (TIC). Gestores de diversos locais ao redor do mundo afirmam que suas cidades são inteligentes, apenas por terem iniciativas baseadas em TICs, o que não é correto (GIFFINGER, et al., 2007).

Com o surgimento do conceito de cidades inteligentes vários índices e indicadores foram criados para mensurar o potencial de cidades, assim como bairros e pequenas localidades, com o propósito de desenvolver modelos de maturidade para classificar estas localidades. O termo cidade inteligente não é usado de maneira uniforme, variando desde cidades com alto uso das TIC's até com relação a cidades cuja educação ou inteligência de seus habitantes é reconhecida (WEISS, 2016).

As cidades inteligentes possuem a capacidade de construir soluções inovadoras para os centros urbanos. Nelas, são identificadas as características prioritárias de gestão pelo governo local, para encontrar meios que aumentem as potencialidades e resoluções para os problemas da população (LEMOS, 2013).

Essas cidades têm a capacidade de utilizar seus recursos, solucionando as demandas de seus habitantes, sem o desperdício de verbas e com alto potencial criativo. Assim, verifica-se que inovações na gestão dos governos municipais podem ser um diferencial na Administração Pública de forma inteligente e assertiva, permitindo encarar os problemas encarados pela população (WEISS, 2016).

Foram desenvolvidos diversos padrões e/ou modelos que fornecem um conjunto de indicadores como uma recomendação do que medir e como deve ser medido, entretanto os padrões não definem uma métrica padronizadas para mensurar a que nível de maturidade se encontram as cidades que pretendem se tornar inteligentes (GAMA; ÁLVARO; PEIXOTO, 2012).

Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo verificar a aplicabilidade do Sustainability Maturity Model (SMM), desenvolvido por Santana et al. (2019).

O modelo SMM foi desenvolvido com o intuito de propor um arcabouço para avaliar o grau de maturidade de uma Cidade Inteligente. Os modelos de maturidade que serviram de inspiração para o desenvolvimento do SMM foi o Capability Maturity Model Integration (CMMI), em conjunto com a gerência do Control Objectives for Information and related Technology (COBIT), somado as normas da ISO 37122 (SANTANA et al., 2019).

Essa pesquisa se justifica na tentativa de avaliar a aplicabilidade do SMM em metrópoles, como Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo, observando o

grau de maturidade, confrontando com o que é divulgado pelos seus respectivos gestores. A relevância desse estudo se dá na tentativa de contribuir para o preenchimento da lacuna existente em avaliar de forma padronizada uma Cidade Inteligente.

Esse artigo está organizado em cinco seções, sendo nesta 1^a apresentada o objetivo do trabalho e sua relevância. Na 2^a é apresentado referencial teórico, dando sustentação teórica a pesquisa. Na 3^a seção é apresentado o percurso metodológico utilizado para atingir o objetivo proposto. Na 4^a seção é apresentado a análise dos resultados encontrados. Por fim, na 5^a, e última seção, são apresentada as conclusão e/ou considerações finais bem como sugestões de pesquisas futuras.

Referencial teórico

A partir do surgimento do conceito de cidades inteligentes vários índices, indicadores e modelos de mensuração foram criados para avaliar as mesmas (SANTANA et al., 2019). Pesquisadores propuseram seus modelos com base nos indicadores e/ou domínios que acharam mais relevantes para uma cidade inteligente. Alguns desses modelos possuem níveis que servem para mensurar, analisar e graduar o nível de inteligência de uma cidade (SANTANA et al., 2019). Nem sempre os modelos encontrados se aplicam da mesma forma a mais de uma localidade, uma vez que cada região tem suas características específicas e estes não as contemplam em sua totalidade (JUNKES, 2017).

Diante deste contexto, há uma grande variedade de indicadores de classificação, uma vez que existem várias perspectivas sobre como as cidades podem ser classificadas, vistas e avaliadas por diferentes atores sociais, porém a maioria dos modelos utilizados não segue um padrão e não são comparáveis ao longo do tempo e entre si (GUIMARÃES, 2018). A fim de ilustrar a lacuna existente na avaliação das Smart Cities, o Quadro 01 apresenta os modelos encontrados em pesquisas e suas respectivas limitações.

Quadro 1: Modelos de Avaliação de Cidades Inteligentes

Modelo	Limitações dos modelos
Modelo Giffinger et al. (2007)	Primeiro a ser realizado com Cidades Inteligentes, focado em cidades de médio porte e estereotipado como <i>ranking</i>
Modelo SCMM (Smart City Maturity Model)	Como ponto forte desse modelo, destaca-se: a evolução gradativa; a prontidão de tecnologia. Como limitação é apontado a compreensão limitada do modelo e a sua simplicidade.
Modelo BR-SCMM (Modelo Brasileiro)	Aplicável de forma mais interessante às cidades que estão iniciando o processo de desenvolvimento para se tornar uma cidade inteligente. Como limitação aponta-se a necessidade de dados, a simplicidade e o fato do modelo ainda estar em fase de desenvolvimento.
Modelo de certificação WCCD	Destaca-se o fato de se basear em uma norma universal, padrão ISO, permite o comparativo entre cidades já certificadas. Como limitação do modelo destaca-se a coleta de dados complexas e restritas e a complexidade da análise.
Modelo MMT (Maturidade Tecnológica)	Como ponto forte o fato de ter uma escala de maturidade de cinco níveis. Como limitação se baseia em apenas três fatos, sendo gente, negócio e tecnologia; o modelo ainda está em fase de desenvolvimento.
Modelo IDC (GOVER)	Como ponto relevante desse modelo indica-se a evolução gradativa entre os cinco níveis e como limitação o modelo ainda se encontra em fase de desenvolvimento.
Modelo SC4A (SMART CITY FOR ALL)	Neste modelo é identificado como ponto positivo a escala gradativa de cinco níveis; o foco na acessibilidade e inclusão de tecnologia da informação e como limitação o fato de o modelo ainda estar em desenvolvimento
Modelo RCSC (Ranking Connected Smart City)	O ponto forte desse modelo é a existência da premiação anual das cidades que forem avaliadas positivamente por esse modelo, além da análise gradativa e quantitativa. Como limitação a avaliação e aplicabilidade complexas.
Modelo ESC (European Smart Cities)	Nesse modelo o ponto positivo é a possibilidade de obter indicadores em cima dos 27 domínios de aplicabilidade, e como limitação a sua aplicabilidade complexa, podendo apenas fazer o comparativo de até três cidades.
Modelo SCIP (Smart City Index Portugal)	Destacam-se cinco pontos positivos desse modelo, são eles: a comparação do desempenho entre municípios; possuir cinco domínios; utilizar variação de escala de 0 a 10; revelar as cidades com maior inerência às características de uma cidade inteligente e possuir uma análise comparativa global. Limitação o fato de ainda estar em desenvolvimento.
Modelo RBCIH (Rede Brasileira de Cidades Inteligentes e Humanas)	Este modelo tem como premissa a possibilidade de troca de experiência entre as cidades, sendo este um ponto positivo, além de objetivar criar um selo para classificação de uma cidade inteligente. Como limitação utiliza-se dos indicadores da ISO 37120, que não é adequado para as cidades inteligentes.

Modelo NBR ISO 37120	A norma possui diversos pontos fortes, destacando-se o fato de ser um padrão internacional, que serve como referência de padronização e normatização. Como ponto negativo, esta norma tem o fato de não ser específica para cidades inteligentes.
Modelo ISO 37122 (Indicadores para Cidades Inteligentes)	A ISO 37122 ajudará as cidades a implementarem políticas de Cidades Inteligentes para: fornecer melhores serviços para os cidadãos.
Modelo WEISS (Modelo Avaliativo de Prontidão)	Este modelo é focado exclusivamente a partir das perspectivas das TICs. Como limitação destaca-se o fato da sua aplicabilidade ser complexa.
Modelo IBMCCI	No desenvolvimento deste modelo pouco seria acrescentado, já que vários autores já formularam seus modelos de classificação e avaliação.

Métodos

Devido a necessidade de se estabelecer um modelo padrão, a fim de mensurar o nível de inteligência para cidades que possuem características diferentes e que se encontrem em pontos distintos de amadurecimento, Santana et al. (2019) propuseram o arcabouço SMM - Sustainability Maturity Model. Segundo os autores, o SMM teve como inspiração para seu desenvolvimento o CMMI (PAULK, 1993), em conjunto a gerência do COBIT (ISACA, 2012), somado as normas da ISO 37122 (SANTANA, et al. 2019).

De acordo com Paulk (1993), o modelo CMMI é precursor quando se refere a maturidade, ele é ligado a níveis de maturidade e processos, servindo assim de referências para outros modelos. O COBIT desenvolvido pela Information Systems Audit and Control Association (ISACA), tem como principal objetivo gerar valor para os processos gerenciais de uma organização (ISACA, 2012). A ISO 37122 – Indicators for Smart Cities, é a primeira norma do órgão direcionada exclusivamente às Cidades Inteligentes. As cidades que adotarem a ISO 37122 terão definições e metodologias padronizadas para um conjunto de indicadores chave de desempenho como ferramentas para se tornar mais sustentável e mais inteligente. Com a ISO 37122 foram utilizados os indicadores informados na norma, que ao total contemplam 75, aos quais são indicados para cidades inteligentes. A ISO 37122 está dividida em 19 áreas temáticas, e utilizam 6 domínios: Economia Inteligente, Pessoas Inteligentes, Governança

Inteligente, Mobilidade Inteligente, Meio Ambiente Inteligente e Vida Inteligente (ISO, 2017).

O Arcabouço SMM é composto de 5 etapas, conforme pode ser visualizado na Figura 1. Dessa forma, deve-se realizar a coleta dos dados do ambiente externo, passando pela aplicação da ISO 37122 por meio do Teste de Maturidade, pela análise de dados, pela identificação do nível de maturidade da cidade inspirado no CMMI, até chegar à análise de processos das informações obtidas inspirado no COBIT, e/ou o arquivamento de todo processo em um banco de dados para posteriores consultas, comparabilidade e conhecimento dos interessados. Cada etapa será descrita a seguir.

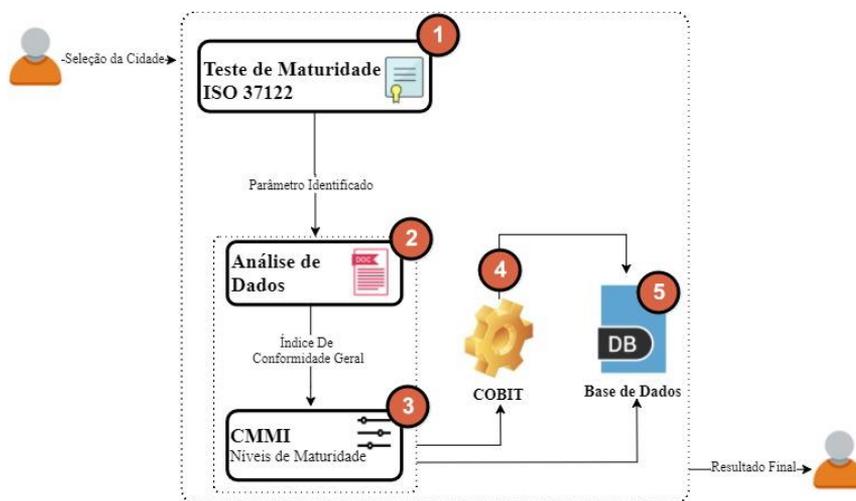


Figura 1 – Arcabouço SMM - Sustainability Maturity Model

Fonte: Elaboração Própria (2021)

Teste de Maturidade:

A etapa 1 consiste na aplicação do Teste de Maturidade, formulado com base na ISO 37122 e no CMMI, e consiste em três etapas, 1) escolha dos domínios ou subdomínios que serão avaliados; 2) calcular com base na ISO 37122 os indicadores dos domínios selecionados; 3) verificar a escala da avaliação de parâmetro de cada indicador, desenvolvida a partir do nível do grau de maturidade, baseado no CMMI, em que é possível identificar se o indicador foi totalmente atendido (TA - Totalmente Atendido),

parcialmente atendido (PA - Parcialmente Atendido), ou não foi atendido (NA - Não Foi Atendido).

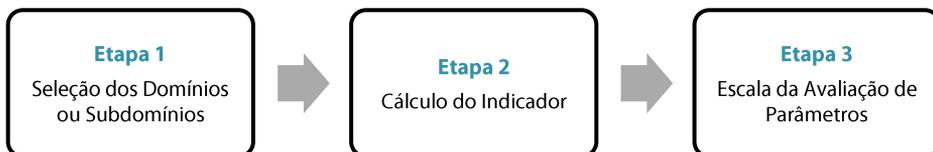


Figura 2 – Processos das Etapas

Fonte: Elaboração Própria (2021)

Análise de Dados:

A segunda etapa consiste na Análise de Dados, apoiando-se nas equações propostas no Quadro 2. Após a seleção e obtenção dos índices dos domínios, os componentes que definirão o índice de classificação de cidades inteligentes, chega-se a um ponto de formulação do SMM que implica em uma agregação dos índices calculados para cada dimensão, consistindo na análise de dados.

Os índices são instrumentos extremamente importantes para melhorar a comunicação, pois buscam a simplificação da informação sobre fenômenos complexos, de maneira que seu entendimento fique claro para todo tipo de público e, assim possa nortear a tomada de decisão.

Muitas vezes a composição do índice pode dar pesos diferentes para seus componentes, o que pode ser questionado como subjetividade, uma vez que dependendo dos pesos atribuídos para cada componente, o resultado do índice pode variar e muito.

Quadro 2: Equações desenvolvidas para a Etapa 2

1. ÍNDICE DE CONFORMIDADE GERAL (ICG) - EQUAÇÃO (1)

$$ICG = \frac{\sum_{k=1}^p ICD_k \times PD_k}{\sum_{k=1}^p PD_k}$$

O Índice de Conformidade Geral (ICG) é o índice que vai indicar o nível de maturidade que a cidade se encontra no aspecto global, pois para seu cálculo envolve todos os indicadores.

2 - PD = PESO DO DOMÍNIO - **Equação (2)**

$$PD = \sum_{j=1}^m PSD_m$$

Sendo que PD (Peso dos Domínios) é a soma do PSD (Peso dos Subdomínios) representado pela equação (2).

3. Índice de Conformidade do Domínio (ICD) - **Equação (3)**

$$ICD = \frac{\sum_{j=1}^m IMSD_j \times PSD_j}{\sum_{j=1}^m PSD_j}$$

O Índice de Conformidade do Domínio (ICD) é o índice que vai indicar o nível de maturidade que a cidade se encontra no domínio selecionado para a análise, para seu cálculo são selecionados os indicadores do domínio específico.

4. Índice de Maturidade do Subdomínio (IMSD) - **Equação (4)**

$$IMSD = \frac{\sum_{i=1}^n EAP_i \times RI_i}{TTI \times EAP[TA]}$$

O Índice de Maturidade do Subdomínio (IMSD) é o índice que vai indicar o nível de maturidade que a cidade se encontra no subdomínio selecionado para a análise, para seu cálculo são selecionados os indicadores do subdomínio específico.

Avaliação do Nível de Maturidade:

A etapa 3 consiste, em direcionar os processos, fazendo com que o resultado atenda às necessidades e expectativas das áreas, através do planejamento e monitoramento dos resultados obtidos na etapa 1. É nessa etapa que é possível, por meio dos níveis de maturidade inspirados no CMMI, avaliar em que nível a cidade se encontra, dentro de uma escala que varia de 1 até 5, conforme Quadro 3.

Quadro 3: Nível do grau de maturidade inspirado no CMMI

NÍVEL	DETALHAMENTO
1- Inicial (Não Atingido) (0 á 15%)	Nesse nível é a fase em que as cidades iniciam. Esta fase indica que as cidades planejam e moldam os sistemas de informação que irão utilizar para integrar suas soluções inteligentes.

<p>2- Gerenciado (Parcialmente Atingido) (>15% á 50%)</p>	<p>Neste nível é a etapa em que as cidades são chamadas de eficientes, buscando a inovação e o pioneirismo nas soluções das tecnologias da informação, com maior foco no apoio à tomada de decisões tanto para os municípios quanto para os governos, através do uso dos dados obtidos nos diversos domínios.</p>
<p>3- Definidos (Em grande parte alcançado) (>50 á 85%)</p>	<p>Neste nível é a fase em que os dados já estão coletados e acessíveis à população por meio de sistemas de informação, propriamente operante e verifica-se a utilização de sistemas da computação em nuvem, estando eles integrados na forma de serviços e disponíveis tanto para cidadãos quanto para terceiros.</p>
<p>4- Quantitativamente Gerenciado (Totalmente alcançado) (> 85 á 100%)</p>	<p>Neste nível as cidades estão num estágio de recursos integrados e disponíveis na forma de serviços tanto para cidadãos como para aplicações. Nesta fase o uso de computação visa estar disponível em todo e qualquer lugar.</p>
<p>5- Em Otimização (Otimizado) (100%)</p>	<p>Neste nível as cidades são classificadas como aperfeiçoadas, com inovações aplicadas e tornando-se pioneiras em soluções tecnológicas.</p>

Análise dos resultados e Armazenagem dos dados:

A quarta etapa consiste na análise dos resultados obtidos até então, por meio da aplicação do COBIT, pois após identificar o nível de maturidade que a cidade se encontra é possível ter dois caminhos: 1) a cidade está abaixo do nível 5, nesse caso deve-se utilizar os processos do COBIT para analisar os pontos que precisam ser melhorados e realizar uma intervenção; 2) a cidade já está no nível 5, nesse caso é possível pular para a Etapa 5, já para a armazenagem dos dados, ou ainda assim passar pela Etapa 4, onde será possível rever os processos mantendo a melhoria contínua e ainda assim vendo em quais pontos a cidade ainda pode ser otimizada. A Etapa 5 consiste na armazenagem dos dados, através de um Banco de Dados, desenvolvido também para esse fim.

Resultado e Discussões

O arcabouço proposto, SMM, tem como objetivo sugerir uma padronização para mensuração do nível de inteligência de uma cidade. A intenção é que seja um modelo universal, podendo assim ser aplicado a qualquer cidade com qualquer característica. Os indicadores de cada tema, são classificados entre indicadores gerais, que são considerados imprescindíveis para a análise do desempenho das cidades inteligente.

Nesse caso, foi realizado nas três maiores cidades Brasileiras, Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo, com base em dados disponibilizados de forma pública, os dados utilizados foram obtidos através de plataformas eletrônicas tais como os sites dos municípios e o IBGE, com a finalidade de validar o arcabouço proposto. É um estudo transversal, pois foi realizado em um determinado instante de tempo, já que foi aplicado com base nos dados do ano de 2018.

Neste artigo foi selecionado o Domínio Economia Inteligente para validar o SMM devido a referir à situação econômica e às ações tomadas por um país para aumentar sua riqueza ou diminuir a pobreza e desenvolvimento do mesmo. Dentre os 6 principais domínios existentes que contempla a economia, pessoas, governança, mobilidade, meio ambiente e qualidade de vida inteligente, que estão na raiz da formulação de qualquer conceito de cidades inteligentes, segundo Giffinger et. al (2007).

O primeiro indicador calculado do domínio economia refere-se a porcentagem de empresas locais contratadas para fornecer serviços municipais que tenham comunicação de dados disponível abertamente. Entendido como comunicação de dados, o processo de usar tecnologias de computação e comunicação para transferir dados de um lugar para outro e vice-versa.

O segundo indicador, que visa calcular o número anual de novas startups por 100.000 habitantes. O terceiro indicador do subdomínio Economia busca calcular a porcentagem da mão-de-obra empregada no sector das TICs. O quarto e último indicador desse subdomínio buscar identificar a porcentagem da força de trabalho empregada nos setores de Educação e Pesquisa e Desenvolvimento per capita por ano.

Em relação ao subdomínio Finanças, o primeiro indicador a ser calculado é a porcentagem do orçamento municipal gasto em inovações e iniciativas de cidade inteligente por ano. Inovações e iniciativas de cidades inteligentes estão ajudando a abrir caminho para cidades mais habitáveis e sustentáveis. O segundo índice a ser calculado desse subdomínio é o montante anual do imposto cobrado da economia de partilha como porcentagem do imposto total cobrado. Por fim, o terceiro e último indicador do subdomínio Finanças, é porcentagem de pagamentos para a cidade que são pagos eletronicamente com base em faturas eletrônicas.

No Quadro 4 é possível visualizar os resultados obtidos com o cálculo de cada índice dos subdomínios Economia e Finanças, para cada cidade analisada, Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo.

Quadro 4: Resultados dos Subdomínios Economia e Finanças

CIDADES	ECONOMIA				FINANÇAS		
	1º sub	2º sub	3º sub	4º sub	1º sub	2º sub	3º sub
Salvador	4,77%	2,53%	4,51%	20,60%	7,75%	27,53%	21,25%
Rio de Janeiro	49,75%	8,38%	10,80%	21,00%	19,75%	26,78%	30,55%
São Paulo	62,76%	37,52%	36,80%	17,28%	30,00%	29,64%	37,62%

Feito o cálculo do Domínio selecionado, economia Inteligente, parte-se para a terceira etapa do Teste de Maturidade que é preencher a Escala de Avaliação de Parâmetros, conforme Quadro 5, em que é possível identificar se o indicador foi totalmente atendido (TA - Totalmente Atendido), estando no intervalo de 85,1% - 100%, parcialmente atendido (PA - Parcialmente Atendido) estando no intervalo de 15,1% - 85%, ou não foi atendido (NA - Não Foi Atendido) estando no intervalo de 0 – 15%, o que irá subsidiar a etapa seguinte do SMM da análise dos pesos dos domínios.

Quadro 5: Resultado da escala da avaliação de parâmetro – Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo

Perguntas do Teste de Maturidade para o Domínio Economia Inteligente	SALVADOR			RIO DE JANEIRO			SÃO PAULO		
	NA	PA	TA	NA	PA	TA	NA	PA	TA
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
1 Qual a percentagem de empresas locais contratadas para fornecer serviços municipais com dados comunicação disponível abertamente?	X				X			X	
2 Qual o número anual de novas startups por 100.000 habitantes?	X			X				X	
3 Qual a percentagem da mão-de-obra empregada no sector das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)?	X			X				X	
4 Qual a percentagem da força de trabalho empregada nos setores de Educação e Pesquisa e Desenvolvimento?		X			X			X	
Total por Subdomínio	3	1	0	2	2	0	0	4	0
5 Qual a percentagem do orçamento municipal gasto em inovações e iniciativas de cidade inteligente por ano?	X				X			X	
6 Qual o montante anual do imposto cobrado da economia do total de imposto cobrado?		X			X			X	
7 Qual a percentagem de pagamentos para a cidade que são pagos eletronicamente com base em faturas eletrônicas?		X			X			X	
Total por Subdomínio	1	2	0	0	3	0	0	3	0

Após finalizada a Etapa 1, onde foi realizado o Teste de Maturidade em cada Município, encontrando os Parâmetros de Avaliação de cada Indicador, é realizada a aplicação das equações propostas (1, 2, 3 e 4), identificando assim os índices ICD, IMSD – Economia e IMSD – Finanças, conforme o Quadro 6.

Quadro 6: Resultados dos Índices

ÍNDICE	Salvador	Rio de Janeiro	São Paulo
ICD	29,20%	45,00%	47,50%
IMSD – Economia	12,50%	25,00%	48,50%
IMSD - Finanças	33,33%	47,00%	49,50%

No Domínio Economia Inteligente, no que se refere a cidade de Salvador, foi identificado um Índice de Conformidade por Domínio (ICD), a partir da equação (3), no valor de 29,20%, conforme apresentado no Quadro 6. Foi obtido também, um Índice de Maturidade por Subdomínio, a partir da equação (4) no valor de 12,50% para o Subdomínio Economia, enquanto o Subdomínio Finanças no valor de 33,33%. Por estarmos tratando apenas de um Domínio, não será calculado o Índice de Conformidade Geral (ICG), equação (1), que é relevante de ser observado quando forem analisados todos os Domínios em conjunto.

Na Cidade do Rio de Janeiro, foi encontrado um Índice de Conformidade por Domínio (ICD), a partir da equação (3), no valor de 45%, conforme apresentado na Quadro 6. Foi obtido também, um Índice de Maturidade por Subdomínio, a partir da equação (4), no valor de 25% para o Subdomínio Economia, enquanto o Subdomínio Finanças no valor de 50%. Assim, como no município de Salvador, por estarmos tratando apenas de um Domínio, não será calculado o Índice de Conformidade Geral (ICG), equação (1), que é relevante de ser observado quando analisados todos os Domínios em conjunto.

Já na Cidade de São Paulo, foi encontrado um Índice de Conformidade por Domínio (ICD), a partir da equação (3), no valor de 47,50%, conforme apresentado na Quadro 6. Foi obtido também, um Índice de Maturidade por Subdomínio, a partir da equação (4), no valor de 48,50% para o Subdomínio Economia, enquanto o Subdomínio Finanças no valor de 49,50%.

A partir do resultado foi possível identificar o grau de maturidade de cada Domínio e Subdomínio para Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo. No Quadro 7 são apresentados os níveis de Maturidade por Domínio e Subdomínio de cada Município da analisado.

Quadro 7 – Nível de Maturidade

ÍNDICE	Nível de Maturidade					
	Salvador		Rio de Janeiro		São Paulo	
ICD	29,20%	2 - Gerenciado	45,00%	2 – Gerenciado	47,50%	2 - Gerenciado
IMSD – Economia	12,50%	1 - Não Atingido	25,00%	2 – Gerenciado	48,50%	2 - Gerenciado
IMSD - Finanças	33,33%	2 - Gerenciado	47,00%	2 – Gerenciado	49,50%	2 - Gerenciado

Dessa forma é possível observar que as cidades analisadas nesse estudo estão em um nível que necessitam de desenvolvimento no Domínio escolhido. Observa-se que tanto a cidade do Rio de Janeiro, quanto a cidade de São Paulo, possuem ICD, equação (3) e IMSD, equação (4), para Economia e Finanças no Nível Gerenciado, nível 2, que corresponde a um percentual entre >15% a 50%, sendo considerado parcialmente atingido.

Neste nível é a etapa em que as cidades são chamadas de eficientes, buscando a inovação e o pioneirismo nas soluções das tecnologias da informação, com maior foco no apoio à tomada de decisões tanto para os municípios quanto para os governos, através do uso dos dados obtidos nos diversos domínios.

No caso da cidade de Salvador, a cidade também possui ICD, equação (3), e IMSD- Finanças, equação (4), no Nível Gerenciado, porém seu IMSD – Economia, equação (4), se encontra no nível 1, Inicial – Não Atingido. Nesse nível 1 é a fase em que as cidades iniciam. Esta fase indica que as cidades planejam e moldam os sistemas de informação que irão utilizar para integrar suas soluções inteligentes.

Assim, o gestor deve buscar a partir do Índice de Conformidade (ICD) por Domínio e o IMSD (Índice de Maturidade do Subdomínio), verificar quais as medidas deve tomar para atingir o nível 5 de maturidade, tendo como direcionamento e manutenção os quatro domínios. Vale ressaltar que pode ser avaliado a melhoria dos domínios individualmente ou coletivamente para se obter o nível máximo para a cidade. Esta fase é importante, pois permite alcançar o sucesso e, conseqüentemente, melhoria na qualidade dos serviços (BALBO; VENDRAMEL; TOLEDO, 2014).

Com esta análise é possível que os atores identifiquem quais os pontos fortes e fracos da cidade pela qual é responsável, facilitando assim a implementação de medidas que melhorem o desempenho, ou até mesmo servir de referência e inspiração para outras cidades que queiram se tornar inteligentes, caso esteja em um nível de “em otimização”. Assim, com o resultado do Teste analisa-se em qual grau de maturidade a cidade se encontra com base nos 5 níveis de maturidade.

Considerações Finais

O presente artigo propôs o desenvolvimento do arcabouço SMM para análise de maturidade de cidades inteligentes, foi baseado na ISO 37122 e inspirado no modelo de maturidade do CMMI, bem como utilizou-se dos processos do COBIT. A partir da aplicação das etapas do SMM nas cidades de Salvador, Rio de Janeiro e São Paulo, foi possível identificar que o domínio economia das cidades se encontra no nível inicial de maturidade, permitindo assim que os gestores possam analisar e tomar medidas para que atinjam | níveis mais altos, bem como os dados que foram coletados, servem para fins de comparabilidade com outras cidades que utilizarem o SMM. O arcabouço proposto é uma ferramenta útil para qualquer cidade, independentemente do seu porte, do seu tipo, de suas origens e de suas características, já que permite também o estudo de cada domínio em separado e ao longo do tempo o acompanhamento da sua evolução. De acordo com o objetivo estabelecido e a proposta o SMM mostrou-se um relevante instrumento para análise e avaliação de uma cidade inteligente, sendo possível, a partir de seus domínios e indicadores identificar o nível de maturidade da cidade que se deseja analisar. Com a ausência de um diagnóstico, as ações podem se tornar desorientadas, mal priorizadas, redundantes, não vindo a oferecer o retorno esperado. Dessa forma, a aplicação do SMM possibilita verificar o diagnóstico por domínios, observando assim em que aspecto a cidade em estudo se sobressaiu, assim como suas defasagens.

Comprova-se que os objetivos propostos foram alcançados e os resultados podem servir de base para aplicação de novas avaliações e mensuração de evolução para as cidades inteligentes. Como contribuições de

trabalhos futuros poderão ser produzidos para a inserção de novos módulos ao arcabouço SMM, como adequação de novos arcabouços bem como empregar técnicas de inteligência artificial para consolidar o Índice de Conformidade Geral.

Referências

BALBO, A. P.; VENDRAMEL, W.; TOLEDO, M. B. F. Medição de Software no CMMI e MPS.BR. 2014. Devmedia.

GAMA, K.; ALVARO, A., PEIXOTO, E. “Em direção a um Modelo de Maturidade Tecnológica para Cidades Inteligentes.” In: VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação - SBSI, 2012, São Paulo, SP. *Anais... (on-line)*. São Paulo: SBSI, 2012. Disponível em <<http://roitier.pro.br/wp-content/uploads/2017/09/0018-2.pdf>>. Acesso em 26 jun. 2020.

GIFFINGER, R. *et al.* Smart cities. Ranking of European medium-sized cities, Final Report, Centre of Regional Science. Vienna: UT, 2007.

GUIMARÃES, José Geraldo de Araújo. *Cidades inteligentes: proposta de um modelos brasileiro multi ranking de classificação*. 2018. 278 f. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2018.

ISACA. IT Governance Institute, COBIT 5. 2012. Disponível em: <http://www.isaca.org>

ISO. International Organization for Standardization –. ISO 37122. Sustainable development in communities — Indicators for Smart Cities. 2017. International Organization for Standardization.

ISO. ISO 37122 Sustainable development in communities — Indicators for Smart Cities. 2017. International Organization for Standardization. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:dis:ed-1:v1:en>>. Acesso em: 27 out. 2020.

JUNKES, Darlan. *Como Mensurar Cidades Inteligentes?* 2017. Disponível em: <<http://via.ufsc.br/como-mensurar-cidades-inteligentes/>>. Acesso em: 04 jun. 2020.

LEMOS, André. *Cidades inteligentes: De que forma as novas tecnologias — como a computação em nuvem, o Big Data e a Internet das Coisas — podem melhorar a condição de vida nos espaços urbanos?* 2013. Disponível em: https://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/gv_v12n2_46-49.pdf. Acesso em: 12 nov. 2020.

PAULK, M. C. *et al. The Capability Maturity Model for Software*. 1993. Disponível em: <http://sunnyday.mit.edu/16.355/cmm.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

SANTANA, E. S.; NUNES, E. O.; PASSOS, D. C.; SANTOS, L. B. SMM: A Maturity Model of Smart Cities Based on Sustainability Indicators of the ISO 37122. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 6, n. 2, p.013-020, 2019. AI Publications. <http://dx.doi:10.22161/ijaers.6.2.2>.

WEISS, M. C. *Cidades Inteligentes: proposição de um modelo avaliativo de prontidão das tecnologias da informação e comunicação aplicáveis à gestão das cidades*. Tese (Doutorado)- Centro Universitário FEI, São Paulo, Brasil, 2016.

Educação, trabalho e relações étnico-raciais: notas sobre as bases conceituais da Educação Profissional e Tecnológica

Education, labor and ethnic-racial relations: notes on the conceptual bases of Vocational Education

Educación, trabajo y relaciones étnico-raciales: apuntes sobre las bases conceptuales de la Educación Profesional y Tecnológica

Diego dos Santos Alves

Instituto Federal de Alagoas - campus Santana do Ipanema
clickdiego@hotmail.com

Beatriz Medeiros de Melo

Instituto Federal de Alagoas - campus Viçosa
beatriz.mmelo@ifal.edu.br

Resumo

Este artigo versa sobre as bases conceituais da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), instituídas a partir da Lei nº 11.892/2008, e reflete as relações entre educação, trabalho e a questão étnico-racial para pensar uma formação emancipatória, no âmbito dos Institutos Federais. Do ponto de vista metodológico, filia-se à pesquisa qualitativa e refere-se a um estudo de revisão da literatura, cujo lastro teórico ancora-se nas ideias de estudiosos como Karl Marx (1983), Mario Manacorda (2007) e István Mészáros (2005). Inicialmente, revisita a origem do termo trabalho e suas relações com a desigualdade, incluindo as de foro étnico-racial. Em seguida, apresenta reflexões sobre o mundo contemporâneo do trabalho e discute o lugar da EPT na oferta de uma formação para além do mercado. Conclui que a modalidade, ancorada em seus marcos legais, deve ter como horizonte a consolidação de uma proposta educacional contra-hegemônica, que vincule educação e trabalho numa perspectiva humanizada.

Palavras-chave: Educação Profissional e Tecnológica. Relações Étnico-Raciais. Trabalho. Ensino.

Abstract

This article deals with the conceptual bases of Vocational Education in Brazil, established from Law nº 11.892 / 2008, and reflects the relations among education, labor and the ethnic-racial issue to think about an emancipatory formation, within the scope of the Institutes Federal. From a methodological point of view, it is affiliated with qualitative research and refers to a study of literature review, whose theoretical basis supports the ideas of scholars such as Karl Marx (1983), Mario Manacorda (2007) and István Mészáros (2005). Initially, it revisits the origin of the term work and its relations with inequality, including ethnic and racial ones. Then, it presents reflections on the contemporary world of labor and discusses the place of Vocational Education in offering training beyond the market. It concludes that the modality, anchored in its legal frameworks, should have as its horizon the consolidation of a counter-hegemonic educational proposal, which links education and labor in a humanized perspective.

Keywords: Vocational Education. Ethnic-Racial Relations. Labor. Teaching.

Resumen

Este artículo aborda las bases conceptuales de la Educación Profesional y Tecnológica (EFA), establecidas a partir de la Ley nº 11.892/2008, y refleja las relaciones entre educación, trabajo y la cuestión étnico-racial para pensar una formación emancipadora, en el ámbito de los Institutos Federales. Desde un punto de vista metodológico, está afiliado a la investigación cualitativa y se refiere a un estudio de revisión de la literatura, cuya base teórica se ancla en las ideas de estudiosos como Karl Marx (1983), Mario Manacorda (2007) e István Mészáros (2005). Inicialmente, revisa el origen del término trabajo y sus relaciones con la desigualdad, incluidas las étnicas y raciales. A continuación, presenta reflexiones sobre el mundo laboral contemporáneo y discute el lugar del EPT en la oferta de formación más allá del mercado. Concluye que la modalidad, anclada en sus marcos legales, debe tener como horizonte la consolidación de una propuesta educativa contrahegemónica, que vincule la educación y el trabajo en una perspectiva humanizada.

Palabras clave: Educación Profesional y Tecnológica. Relaciones étnico-raciales. Trabajo. Enseñanza.

Introdução

Com a gênese do modo de produção capitalista, as práticas sociais passaram a ser fortemente orientadas pelas cifras, dividendos e lucros. A educação, como parte essencial do sistema ideológico dominante, acompanhou tal lógica e verteu-se num dispositivo de instrumentalização da mão-de-obra para o mercado, recusando seu caráter emancipatório e transformador.

Nessa perspectiva, o capital legitimou um processo de educação formal fundada na dualidade estrutural, segundo a qual o acesso aos saberes intelectuais tornou-se propriedade exclusiva das elites. Frente a essa realidade, restou às classes trabalhadoras uma espécie de formação fragmentada, tecnicista e instrumentalizada, pensada apenas para inclusão na vida produtiva, no mercado de trabalho.

Diante de tal dinâmica, os povos de origem africana foram uns dos que sentiram ainda mais fortemente o peso da estrutura capitalista, desigual e excludente. Nesse sentido, o lugar de subalternidade ocupado pela população negra, no Brasil e no mundo, pode ser compreendido como uma herança de episódios cruéis como os do colonialismo e do imperialismo, que sob o caráter inumano da escravidão, destroçaram a África para consolidar o capitalismo.

(Re) conhecer e (re) pensar essas realidades, que ainda hoje insistem em manter-se ativas e negar a condição de humanização aos trabalhadores, passou a ser o horizonte da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), no Brasil, com a aprovação da Lei nº 11.892/2008, que instaurou os Institutos Federais de Educação. Assim, este texto objetiva apresentar as bases conceituais da EPT e refletir suas contribuições para a efetivação de uma relação humanista e emancipatória entre educação e trabalho.

Nesse trajeto, ancoramo-nos, no que tange à metodologia, à abordagem metodológica qualitativa, tendo em vista suas múltiplas possibilidades para os estudos no campo educacional, por meio das quais podemos capturar as singularidades e generalidades dos educadores e da coletividade escolar, em sintonia com Minayo (2015). Nessa mesma direção, recorreremos a livros, periódicos e artigos científicos, e à base de dados com Google Scholar e Scielo, para proceder um breve estudo da arte acerca dos princípios que orientam um relação ontológica entre educação e trabalho, na esfera da EPT.

Trabalho e desigualdade étnico-racial: breve histórico

Na discussão acerca do mundo do trabalho, postulamos, inicialmente, a necessidade de compreensão das estratégias empreendidas pelo modo de produção capitalista, que influenciaram parte das normas, valores e princípios que regem a sociedade contemporânea e que impulsionaram a precarização das relações trabalhistas na atualidade. Isto posto, destacamos que este estudo parte do reconhecimento de que, sob a ideia de *flexibilidade*, a desregulamentação das relações de produção, promotora da informalidade, agrava a exploração sobre a classe trabalhadora, especialmente sobre a população afro-brasileira, importando- nos,

sobretudo, captar seus impactos no Brasil. Preambularmente, tecemos, desse modo, um breve histórico sobre o trabalho.

Historicamente, o significado do termo trabalho acompanhou os avanços e modificações impostos pelos modos de produção, que imprimiram, cada um à sua maneira, parâmetros distintos de sociabilidades. Em sua etimologia, porém, o verbete *trabalho* remete-se ao *tripalium*, um recurso empregado pelos agricultores para a extração de cereais que, baseado num procedimento rudimentar, produziu sentidos negativos à tarefa laboral (BUENO, 1988). Nessa mesma direção, o verbete trabalho pode ser compreendido, ainda, como depositário e instrumento de tortura, aplicada aos vencidos de guerra e escravizados, com registros que datam da História Antiga, em Roma. Assim, o termo trabalho nasce diretamente associado ao flagelo e à crueldade da tortura e da escravidão.

No decurso da história, o vocábulo imobilizou-se por séculos nessa conceituação restrita, limitada e alienante. A polissemia do termo *trabalho* advém com a concepção dilatada em Marx (1983), que reflete sobre a capacidade exclusivamente humana de transformar a natureza para o atendimento das necessidades dos homens, realçando seu caráter histórico e social. Sob essa perspectiva reflexiva, a palavra se complexifica, abarcando uma concepção humanizada e procurando transcender seu caráter punitivo. No entanto, a ressignificação do termo forjada à luz da perspectiva socialista não inibe sua adoção pelo modo de produção capitalista, como destacam Frigotto e Ciavatta (2003, p. 49):

Com a emergência e afirmação do modo de produção capitalista, rompe-se, por necessidade intrínseca, com a escravidão e busca-se ressignificar o trabalho de sua conotação negativa de “tripalium” (castigo) para uma conotação positiva de “labor”.

A adoção do termo, pelo capital, sob a perspectiva socialista transcorre unicamente num campo discursivo, uma vez que a concepção humanista do *trabalho* não encontra amparo nas práticas do modo de produção capitalista. Manacorda (2007) vale-se dos estudos marxianos para comprovar como em sua *práxis*, o modo de produção capitalista recusa aos homens a essência transformadora do trabalho. Projetadas exclusivamente para gerar lucros, as relações de produção capitalistas desapossam os trabalhadores não apenas

das riquezas materiais que produzem, por meio do trabalho, mas, sobretudo, de seu direito aos bens intelectuais, alienando-os.

Esse processo de objetivação do trabalho amplia-se à medida que o capital avança. Nesse sentido, faz-se necessário compreender a marcha de transição do feudalismo para o capitalismo, que suscitou intensos debates historiográficos, no sentido de captar os contornos e as causas que lastrearam a formação do modo de produção capitalista, com suas subjacentes consequências. Nessa arena de discussões, destaca-se a que emergiu de grandes pensadores marxistas, como Paul Sweezy, Maurice Dobb e Eric Hobsbawm. Ao problematizar as questões que levaram à crise geral do século XVII, Hobsbawm (1977) o faz com base numa análise global, que se desloca da percepção de desenvolvimento capitalista linear e apresenta particularidades históricas de áreas excluídas do capital. Assim, ao identificar uma plêiade de realidades distintas, o estudioso aponta que "não se pôde, porém, eludir o fato de que a transição do feudalismo é feita, em escala mundial, de um modo muito desigual" (HOBSBAWM, 1977, p. 202).

Hobsbawm (1977) demonstra a desuniformidade do desenvolvimento capitalista ao refletir as danosas transformações impostas aos países dominados pelas grandes potências europeias. Nesse interim, põe em relevo um dos mais desiguais traços do capitalismo, manifestado no colonialismo. Assim:

grandes áreas das Américas foram transformadas em economias escravagistas a fim de atender às necessidades do capitalismo europeu, e extensas regiões da África foram forçadas a caminhar para trás economicamente devido ao tráfico de escravos; por razões semelhantes, grandes áreas da Europa oriental reduziram-se a economias neofeudais. (HOBSBAWM, 1977, p. 206).

A ascensão do modo de produção capitalista atribui uma nova tônica às relações econômicas, sociais e culturais, tecidas sob novos paradigmas. Da queda do *Ancien Régime* à Independência dos EUA, ou da disseminação dos *burgos* à racionalidade científica, o capitalismo permeou as transições na história ocidental, ganhando corpo nos chãos das fábricas das grandes cidades, em meados do século

XVIII. E antes mesmo de consolidar-se nos séculos seguintes, o capital legara à humanidade um solução binária, injusta e pouco civilizatória,

atribuindo ao humano um valor calculado em cifras, dividendos, riquezas, que dividiu o mundo entre “desenvolvido” e “subdesenvolvido”, fortalecendo as relações de dominação.

Desse contexto, decorre o ímpeto capitalista sobre a exploração dos territórios de América, Ásia e África, episódios que consolidaram o êxito do modo de produção, a partir de uma política imperialista iniciada no século XIX. Tal domínio tomou formas distintas e usou de múltiplos métodos, na tentativa de acomodar cada realidade às estratégias do capital. Assim, na Ásia, cujos impérios tradicionais já gozavam de certa organização política e econômica, a independência continuou a ser ludicamente preservada. Na prática, as potências ocidentais implantaram verdadeiras zonas de influências sobre pontos de interesse para exploração de matérias-primas ou mesmo para a ampliação de seu mercado consumidor (HOBSBAWM, 2012). Nas Américas, a política ideológica estadunidense impôs aos europeus relativa distância das antigas colônias espanholas. A exemplo do que ocorreu na Ásia, o controle sobre as áreas se dava sem ocupação formal, exceção feita a Porto Rico e ao Canal do Panamá. Nesse sentido, os Estados Unidos usavam do seu poder político e econômico para dominar todo continente, como fez com Cuba, após expulsar as tropas espanholas na ilha e – nominalmente – ceder à Havana sua independência.

Mas nenhuma região sofreu tanto com os desejos desenfreios dos imperialistas quanto a África. Um rico berço de matérias-primas e recursos naturais, o continente negro passou a representar, para as potências europeias, uma fonte de exploração em larga escala (HOBSBAWM, 2012). O sangrento episódio da Partilha da África remete ao pensamento de Luxemburgo (2004), que afirmava ser ilusão pensar que o capitalismo se contentaria somente com os meios de produção que fosse capaz de conseguir por vias comerciais. Na ânsia pela expansão econômica, política e até cultural, temas como o etnocentrismo e uma falsa ideia de unidade cultural africana serviram como pano de fundo para afirmar perspectivas racistas e discriminatórias.

A perspectiva de superioridade branca e eurocêntrica, afirmada e reafirmada em episódios como o da Partilha da África, ensejou questionamentos aos estudos marxistas, criticados por afastarem das

discussões o caráter racial do capitalismo. Nesse aspecto, os estudos de Cedric Robinson descortinam a exigência de que as análises reconheçam a relevância das questões étnicas sobre o desenvolvimento do capitalismo moderno. Nesse sentido, ao gestar seu *capitalismo racial*, Robinson (2018) sustenta a necessidade de racializar o debate acerca do desenvolvimento capitalista. Assim, ao destacar a presença da escravidão em vários estágios do capitalismo, problematiza a manutenção do racismo em tempos atuais:

Lo que nos preocupa es que entendemos que persistieron el racialismo y sus permutaciones, arraigadas no en una época específica sino en la civilización misma. Y aunque nuestra época podría parecer especialmente adecuada para depositar los orígenes del racismo, ese juicio solo refleja lo resistente de la idea al análisis y lo potentes y naturales que se han vuelto sus especificaciones. (ROBINSON, 2018, p. 52).

Retomando as ideias de Robinson (2018), Davis (2018) evoca a necessidade de perceber que, por trás da história de supremacia eurocêntrica, há uma história negra, que o desenvolvimento da filosofia, da economia e da cultura ocidentais, por meio do capitalismo, tenta silenciar. Assim, suas ideias estão intimamente ligadas aodesmonte de um pretense protagonismo ocidental que, com base numa classificação racial, relega as culturas africanas, asiáticas e indígenas ao apagamento. Em suma, Davis (2018) tem na contundente crítica ao capitalismo racial o mote para “identificar e contestar as estruturas do racismo” (DAVIS, 2018, p. 83).

Voltando o olhar para as terras brasileiras, destacamos a pertinência em compreender o período de maior agudeza do sistema escravista, dentro da trajetória nacional, mormente observando o século XIX, impactado pelas transformações geradas pela Segunda Revolução Industrial. Desse modo, o conceito de *segunda escravidão*, cunhado por Dale Tomich (2011), destaca um crescente interesse de áreas centrais capitalistas por matérias-primas como café, algodão e açúcar, reoxigenando a escravidão em países como Brasil, Estados Unidos e Cuba, ressaltando, ainda, a integração entre esses pólos escravistas. Noutros termos, as cinzas da América colonial dão forma à outra espécie de exploração, associada e interligada ao ritmo mais global do capital, tentando estancar o recrudescimento do mercado industrial europeu. Assim:

A segunda escravidão consolidou uma nova divisão do trabalho e forneceu um volume considerável de matérias-primas e gêneros alimentícios aos poderes industriais centrais. Longe de ser uma instituição moribunda durante o século XIX, a escravidão demonstrou toda a sua adaptabilidade e vitalidade. (TOMICH, 2011, p. 96).

Desse modo, Tomich (2011) traz à baila mais um exemplo elucidativo das marcas sangrentas do modo de produção capitalista, cujo peso novamente volta-se aos africanos. Portanto, no século XIX, em que a escravidão brasileira seria oficialmente abolida, o autor aponta para uma relação de interdependência entre escravismo e escravidão, que resultou em níveis estratosféricos de produtividade, produzidos sobre o sofrimento de africanos e afro-brasileiros. Partindo do conceito de segunda escravidão, podemos entender o cenário de negação de cidadania às nossas populações negras - ainda tidas, em grande monta, como invisíveis para o Estado - como resultado de um processo de escravidão que, em vez de recrudescer em sua fase final, experimentou o revigoramento e agravou a exploração vil e cruel sobre os escravizados no Brasil.

Passada a escravidão, os rearranjos produzidos pelas novas acomodações do capitalismo podem ser compreendidos como uma forma renovada de exploração, produção de exclusões e desigualdades, que ainda hoje jogam as classes trabalhadoras à marginalização. Na seção seguinte, analisamos as estruturas do mundo contemporâneo do trabalho e o papel da EPT frente às novas conjunturas.

Mundo contemporâneo do trabalho e emancipação: notas sobre as bases conceituais da Educação Profissional e Tecnológica

Nesta seção, dispomo-nos a ilustrar as metamorfoses mais recentes da lógica capitalista, que incorreram na superexploração dos trabalhadores hodiernamente. Assim, debruçamo-nos sobre as transformações do capital no século XX para refletir os impactos do *fordismo/taylorismo e toyotismo/acumulação flexível* nos tempos atuais. De início, ressaltamos que os ciclos industriais dão a tônica das mudanças de rotas no capitalismo. Em fins do século XIX, a Segunda Revolução Industrial disponibilizou mais

mercadorias e viabilizou a instalação de um sem-número de fábricas espalhadas pelo globo. Até esse momento, o trabalhador gozava de relativa autonomia na definição das suas dinâmicas laborais e abarcava um saber multifacetado, realizando sua produção guiado pela sua experiência. Em 1911, porém, o norte-americano Frederick Taylor propôs uma gestão racional do trabalho para a melhoria da produtividade e, por conseguinte, dos lucros, com o objetivo de aumentar as divisas dos capitalistas mundiais. Taylor lançou as bases para a produção em massa de Henry Ford, fincando suas premissas na limitação da criatividade e autonomia dos trabalhadores (ANTUNES, 1999). Ford, então, conjugou estratégias para além da lógica cientificista de Taylor, no afã de garantir a expansão do capital, como o estabelecimento da especialização do trabalhador.

Para Antunes (1999), o *fordismo* estabelece uma hierarquização da divisão social do trabalho, sendo o germe para a distinção entre trabalho manual e trabalho intelectual. Enquanto o primeiro se destinou às classes trabalhadoras, o último, por ensejar um domínio reflexivo ampliado, restringiu-se às classes dominantes. Com a nova lógica científica da indústria automobilística japonesa, o sistema de Ford começa a dar sinais de esgotamento. Harvey (1992) cita a queda na acumulação capitalista a partir da década de 60 e a alteração dos valores sociais que moldam a sociedade pós-moderna como as condições que descortinam e motivam uma passagem para um outro regime de acumulação, que ao invés de sinalizar um rompimento do modo de produção capitalista, indica apenas uma nova acomodação para o enfrentamento da crise de acumulação que se instalaria mais drasticamente na década de 80.

Findado o período ao qual Eric Hobsbawm chamou *A Era de Ouro do Capitalismo*, entra na ordem do dia uma nova forma de gestão produtiva, cada vez mais tecnológica, oriunda da indústria japonesa. Nomeada *toyotismo*, inaugura um novo padrão de acumulação, chamado por Harvey (1992) de *flexível*, em oposição à rigidez que representou o fordismo, porque exprime:

um confronto direto com a rigidez do fordismo. Ela se apoia na flexibilidade dos processos de trabalho, dos mercados de trabalho, dos produtos e padrões de consumo. Caracteriza-se pelo surgimento de setores de produção inteiramente novos, novas maneiras de fornecimento de serviços financeiros, novos mercados [...]. A acumulação flexível envolve

rápidas mudanças dos padrões do desenvolvimento desigual, tanto entre setores como entre regiões geográficas, criando, por exemplo, um vasto movimento no emprego chamado 'setor de serviços', bem como conjuntos industriais completamente novos em regiões até então subdesenvolvidas [...]. Ela também envolve um novo movimento que chamarei de 'compressão do espaço-tempo' no mundo capitalista — os horizontes temporais da tomada de decisões privada e pública se estreitaram, enquanto a comunicação via satélite e a queda dos custos de transporte possibilitaram cada vez mais a difusão imediata dessas decisões num espaço cada vez mais amplo e variado. (HARVEY, 1992, p. 140).

Fortemente orientado pelo conceito “*Just In Time*”, ou seja, com sua produção voltada para o atendimento da demanda de mercado, o *toyotismo* marca uma nova metamorfose capitalista. Nesse sentido, inaugura, no campo do trabalho, o termo flexibilidade, que perpassa desde as relações trabalhistas até os padrões de consumo. Entremeado pelos fluídos e efêmeros valores e normas pós-modernos e fomentado pela expansão tecnológica, o padrão de acumulação flexível aprofunda o fosso da exploração sobre a classe trabalhadora, ainda mais impactada pela desregulamentação e precarização das relações trabalhistas. Nos países desenvolvidos, que hegemonizam o controle do sistema capitalista internacional, os efeitos da informalidade, da desregulamentação e da precarização das relações trabalhistas, engendram desníveis sociais graves na atualidade. Tais condições acentuam-se no Brasil, onde os exíguos benefícios do *Welfare State* atenderam a uma fatia diminuta da sociedade. Em conformidade com seu lugar periférico na estrutura neoliberal global, o país se afina à lógica do capital para legitimar os interesses dominantes. O saldo da adoção de políticas excludentes destinadas às classes menos favorecidas reverbera no Brasil do século XX, marcado pela extrema pobreza e alta concentração de renda (MATTOSO, 2003).

Para minimizar o cenário de exclusão e desigualdades no Brasil, faz-se necessário superar as tensões e contradições da lógica capitalista, realizando a travessia a uma organização social com justiça e igualdade. Apesar dos reveses para que materializaremos um projeto de sociabilidade radicalmente liberto do jogo do capital, como sugere Mézaros (2005), podemos nos valer dos momentos de fissuras do modo de produção capitalista, como defende Kuenzer (2017), para promover a agenda de educação humanista,

contribuindo para a diminuição dos padrões desiguais que marcam a sociedade brasileira do século XXI:

O papel da educação é soberano, tanto para a elaboração de estratégias apropriadas e adequadas para mudar as condições objetivas de reprodução, como para a automudança consciente dos indivíduos chamados a concretizar a criação de uma ordem social metabólica radicalmente diferente. (MÉSZAROS, 2005, p. 65).

Em sua obra *A educação para além do capital*, Mézaros (2005) atesta que as reformas educacionais conservaram as relações de dominação ditadas pelo capital e sua lógica incorrigível, o que, para o autor, impede o exercício de práticas humanistas na educação. Em Mézaros (2005) a educação é pensada como uma das formas de minimizar a realidade de milhões de jovens brasileiros, sujeitados ao trabalho alienante e desumano. Nesse sentido, unimo-nos a ele e à Ramos (2016), Moura e Lima Filho (2017) e Kuenzer (2017) para alvitrar um modelo educacional que atravesse a formação fragmentada e distancie seus projetos pedagógicos dos interesses do capital, que somente a luta popular contra-hegemônica pode consolidar, ainda mais no contexto político atual.

Quais, então, as bases para a Educação Profissional e Tecnológica que despontaram com a Lei nº 11.892/2008, responsável por instituir a nova rede federal de educação científica, profissional e tecnológica (RFECPT) e os Institutos Federais? De início, sobressai o ideal de escola gramsciana, vinculada à concepção de formação humana. Sob essa perspectiva, cabe à EPT a constituição de uma *escola unitária*, que promova um tipo de formação manual e intelectual, acessível a todas e todos, rompendo com o dualismo na educação. Zen e Melo (2016, p. 48) destacam que a ideia de escola unitária converge para a formação "do ser humano integralmente desenvolvido, integrando as dimensões do fazer e do saber, do técnico e do político, especialista e dirigente, profissional e cidadão".

O ideal de escola unitária está diretamente associado à transposição da formação exclusiva para a vida produtiva, em outros termos, à dilatação da compreensão do *trabalho como princípio educativo*. Nessa perspectiva, o trabalho deixa de ser visto como finalidade última da formação, para ser parte dela. Valoriza-se, então, as diversas dimensões estruturantes da

vida do aprendiz, desvincilhando-se das demandas do capital e da qualificação restrita ao trabalho simples. Assim:

o trabalho enquanto princípio educativo torna-se central para o processo educacional. Ele lançaria as bases necessárias que garantiriam a toda uma formação capaz de desenvolver, de forma conjunta, a capacidade de trabalhar manualmente e intelectualmente e, portanto, constituiria as condições para a continuidade da formação em outros níveis de ensino. (BORGES NETTO; LUCENA, 2015, p. 379).

Garantir o trabalho como princípio educativo, no âmbito da EPT, seria, então, negar a importância do domínio das técnicas necessárias à inclusão na vida produtiva, num contexto cada vez mais tecnológico? Decerto, a compreensão de mais um termo constitutivo das bases em EPT responderia negativamente - e de modo muito simples - a essa questão. Destarte, o que se espera da formação em EPT é a ampliação das capacidades humanas para a emancipação, incluindo, naturalmente à preparação para o mercado. Nesse sentido, o termo *politecnia* advoga a vinculação do domínio técnico-produtivo à formação intelectual, como afirma Maciel (2018). Assim, a formação pretendida pelos Institutos Federais, atenta às premissas politécnicas, reúne os fundamentos do trabalho, da ciência e da cultura, socializando-os com as classes trabalhadoras, historicamente relegadas à instrumentalização exclusiva para o *fazer*.

A materialização da educação politécnica, no lastro dos Institutos Federais, tem como dimensão prioritária a oferta do Ensino Médio integrado à Educação Profissional. A exigência de que pelo menos 50% da oferta de cada IF se dê nessa modalidade de ensino, consoante o que estabelece a Lei nº 11.892/2008, demonstra protagonismo que a *formação integrada* obtém no projeto emancipatório proposto pela RFECPT. Tal protagonismo explica-se na gênese constitutiva da proposta de integração que não implica apenas uma aproximação entre a formação básica com a técnica, mas "também a integração entre trabalho, ciência e cultura — dimensões fundamentais da prática social — no projeto político-pedagógico que visa à formação integral e integrada dos estudantes" (SILVA; RAMOS, 2018, p. 569).

Tais concepções, construtoras das bases da EPT nacional, visam ultrapassar o ideário pedagógico capitalista, deslocando-se de um saber que

adestra e instrumentaliza, para pensar o sujeito em todas as suas dimensões. Assim, abandonam a ideia de homem unilateral para abraçar outra perspectiva, a da *omnilateralidade*, que passa a compreender a formação como estrutura crítica e emancipatória (MARX, 1983).

Face às medidas excludentes do capital, elaboradas sob diversas formas em variados períodos e contextos históricos, a proposta de formação integrada, politécnica e *omnilateral* constitui-se, ainda hoje, um desafio e uma medida de última hora. Nesse projeto, concentram-se a luta e a militância de nomes do peso de Gramsci, Marx e Manacorda, que tiveram no horizonte de seus estudos a construção de uma outra sociabilidade, na qual a educação pública, unitária, gratuita e de qualidade fosse garantida a todas e todos, sem distinção de cor, credo, etnia ou classe social.

Apesar dos avanços da EPT presenciados nos últimos anos, a consolidação desse projeto exige hoje - como exigiu ontem - a superação da dicotomia entre trabalho manual e trabalho intelectual, que como elemento constitutivo da educação nacional permanece, ainda, bastante presente no contexto atual. Além disso, cresce nas esferas político-econômicas as contra-reações aos passos dados pela EPT no Brasil, impelindo a modalidade a resistir face a um cenário marcado por reformulações de projetos pedagógicos que causam prejuízos às cargas horárias de componentes curriculares da base comum, por seguidas restrições e/ou cortes orçamentários e por maiores investimentos em cursos de curta duração e de qualidade duvidosa, nos quais o caráter humanista da formação é pulverizado.

Diante desse contexto, retornam à EPT perspectivas capitalistas que reforçam a educação fragmentada e alienante. Sob a inspiração da pedagogia das competências e a ênfase nos resultados, o projeto de formação integrada, no contexto dos Institutos Federais, está sob risco, antes mesmo de ter alcançado todas as metas progressistas, previstas na Lei nº 11.892/2008.

Destarte, conforme Saviani (2008, p. 440), "com a projeção do toyotismo para a condição de método universal de incremento do capitalismo em nível mundial, a partir da década de 1990 surgem tentativas de transferir o conceito de 'qualidade total' oriundo do sistema empresarial, para as escolas". À luz da teoria do capital humano, a educação reforça sua função precípua, ao menos na acepção capitalista, de (con)formar mão-de-obra para

o mercado de trabalho, sob a égide do trabalho simples. Assim, como lembram Charlot (2013) e Saviani (2008), o ato de educar passa a ser capitalizado, vendido como sinônimo de empregabilidade, freando a perspectiva do trabalho como princípio educativo e da pesquisa como princípio pedagógico, cada vez mais ameaçados no contexto do regime de acumulação flexível.

Apesar da permanência de ameaças “neotecnicistas”, que germinam a pedagogia da exclusão, como recorda Saviani (2008), filiamo-nos à Charlot (2013, p.46) quando este afirma que “para quebrar a reprodução, desconectar o futuro do passado e, assim, mudar a sociedade, é necessário mudar o *habitus*”. Nessa direção, reforçamos nossa luta pela formação integrada, politécnica e *omnilateral* no contexto da EPT, com o fito de dissociar a formação educativa dos jovens e adultos brasileiros das demandas mercadológicas, concebendo a educação, como Ramos (2001, p. 4), “como caminho para a produção da vida”.

Nesse aspecto, o lugar da Educação Profissional e Tecnológica é o da luta: de fazer fila à contestação da exclusão, da elaboração de estratégias emancipatórias e da democratização do acesso à escola unitária, de formação integrada, politécnica e *omnilateral*.

Considerações finais

No decorrer dessas reflexões, apresentamos as bases conceituais que dão sustentação jurídica para práticas educativas emancipatórias no contexto da Educação Profissional e Tecnológica, no Brasil. Desse esforço investigativo, emanam categorias como *formação integrada*, *politecnia* e *trabalho como princípio educativo*, que ao fim e ao cabo pretendem superar a tradição dual e elitista da educação brasileira, desamarrando-se dos princípios e das demandas do capital.

Noutros termos, a missão da EPT, com seu recente marco legal estabelecido mediante a Lei nº 11.892/2008, é promover uma formação humana e humanizadora, que assentada no binômio educação e trabalho, compreenda e valorize todas as dimensões que integram o sujeito, potencializando o princípio educativo da tarefa laboral. Em tempos de ataques

à educação, de um lado, e, mais detidamente, à EPT, de outro, garantir a efetivação desse projeto constitui-se, em última instância, uma proposta contra-hegemônica à parcelização e à fragmentação buscada pelo capital.

Sem pretender encerrar o campo de reflexões, lembramos que a desconstrução da tradição educacional que (con)forma nossos estudantes para o trabalho simples, negando sua humanização e emancipação, reivindica de toda comunidade educacional uma outra implicação. Assim, cremos que, embora importante, não basta apenas consolidarmos o horizonte da EPT, mas precisamos ampliar as conquistas históricas e sociais que têm sido asseguradas pela modalidade no sem-número de cidades que contam com o aporte da educação integrada, politécnica e *omnilateral* dos Institutos Federais.

Referências

- ANTUNES, Ricardo. *Os sentidos do trabalho*. São Paulo: Boitempo, 1999.
- BORGES NETTO, Mario; LUCENA, Carlos Alberto. O trabalho como princípio educativo e a organização do trabalho pedagógico na escola. *Acta Scientiarum. Education*, v. 37, n. 4, p. 371-381, 1 out. 2015. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciEduc/article/view/24462>>. Acesso em: 13 dez. 2020.
- BRASIL. *Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008*. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/lei/111892.htm>. Acesso em: 13 dez. 2020.
- BUENO, Silveira. *Grande dicionário etimológico-prosódico da língua portuguesa*. São Paulo: Lisa, 1988.
- CHARLOT, Bernard. *Da relação com o saber às práticas educativas*. São Paulo: Cortez, 2013.
- DAVIS, Angela. *A liberdade é uma luta constante*. São Paulo: Boitempo, 2018.

FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria. Educar o trabalhador cidadão produtivo ou o ser humano emancipado?. *Trab. educ. saúde*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 45-60, Mar. 2003. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-77462003000100005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 Sept. 2020.

HARVEY, David. *A condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural*. São Paulo: Edições Loyolas, 1992.

HOBSBAWM, Eric. Do feudalismo para o capitalismo. In: HILTON, Rodney et al. *A transição do feudalismo para o capitalismo - um debate*. 4. Ed. Rio de Janeiro: Paze Terra, 1977.

HOBSBAWM, Eric. *A Era dos Impérios: 1875-1914*. São Paulo. Cia. Das Letras, 2012.

KUENZER, Acacia Zeneida. Trabalho e escola: a flexibilização do Ensino Médio no contexto do Regime de Acumulação flexível. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 38, n.139, p. 331-354, June 2017. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302017000200331&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 jun. 2020.

LUXEMBURGO, Rosa. *Reforma ou revolução?* São Paulo: Editora Expressão Popular, 2004.

MACIEL, A. C. Marx e a politecnia, ou: do princípio educativo ao princípio pedagógico. *Revista Exitus*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 85-110, 2018. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/530>. Acesso em: 14 dez. 2020.

MANACORDA, Mario. *Marx e a pedagogia moderna*. Campinas: Alínea, 2007.
MARX, Karl. *O capital: crítica da economia política*. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

MATTOSO, Jorge. *O Brasil desempregado - como foram destruídos mais de 3 milhões de empregos nos anos 90*. São Paulo: Perseu Abramo, 2003.

MÉSZAROS, Iván. *A Educação para além do capital*. São Paulo: Boitempo, 2005.

MINAYO, M. C. S. *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. 34. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

MOURA, Dante Henrique; LIMA FILHO, Domingos Leite. A reforma do Ensino Médio: regressão dos direitos sociais. *Revista Retratos da Escola*, Brasília, v. 11, n. 20, p. 109-129, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/760>. Acesso em: 12 dez. 2020.

RAMOS, Marise Nogueira. *A pedagogia das competências: autonomia ou adaptação?* São Paulo: Cortez, 2001.

RAMOS, Marise Nogueira. O currículo na perspectiva de classe: desafios e possibilidades para a Educação Profissional. *Educere*, Cascavel, v. 11, n. 23, 2016. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeducare/article/view/16332/11118>. Acesso em: 13 dez. 2020.

ROBINSON, Cedric. Capitalismo Racial: El Carácter no objetivo del desarrollo capitalista. *Tabula Rasa*, Bogotá, n. 28, p. 23-56, jun. 2018. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24892018000100023&lng=en&nrm=iso. acesso em: 13 out. 2020.

SAVIANI, Demerval. *História das idéias pedagógicas no Brasil*. 2. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

SILVA, Katharine Ninive Pinto; RAMOS, Marise Nogueira. Gramsci, O Ensino Médio Integrado no contexto da avaliação por resultados. *Educ. Soc., Campinas*, v. 39, n.144, p. 567-583, jul./set., 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/2018nahead/1678-4626-es-es0101-73302018186794.pdf>. acesso em: 13 dez. 2020.

TOMICICH, Dale. *Pelo prisma da escravidão: trabalho, capital e economia mundial*. São Paulo: Edusp, 2011.

ZEN, Toretta Eliesér; MELO, Douglas Christian Ferrari de. Gramsci, escola unitária e formação humana. *Cadernos de Pesquisa*, São Luís, v. 23, n. 1, jan./abr. 2016. Disponível em: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/4628>. acesso em: 13 nov. 2020.

Elaboração e Avaliação do Aplicativo Educacional: Jogo de Memória Musical

Elaboration and Evaluation of the Educational Application: Musical Memory Game

Elaboración y Evaluación de la Aplicación Educativa: Juego de Memoria Musical

Eliton Perpetuo Rosa Pereira

Instituto Federal de Goiás - Campus Goiânia

elitonpereira@gmail.com

Raphael Renna Veiga Alves da Costa

Instituto Federal de Goiás - Campus Goiânia

rveigaifo@gmail.com

Renan Chamberlain Franco de Souza

Instituto Federal de Goiás - Campus Goiânia

chamberlainrenan@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa teve como objetivos projetar e avaliar um aplicativo educacional de jogo de memória musical. Com caráter exploratório qualitativo e com estudo de caso, esta investigação envolveu uma pesquisa bibliográfica sobre o processo histórico da educação e tecnologias no Brasil, revisão da produção acadêmica para o embasamento sobre a evolução, elaboração e avaliação de softwares e, por fim, o desenvolvimento e avaliação do aplicativo original. A avaliação do aplicativo foi realizada por meio de um questionário adaptado do trabalho de Sousa (2016), o qual foi enviado para alguns professores de música. As análises foram desenvolvidas a partir das respostas desses professores. O aplicativo poderá ser melhorado em pesquisas futuras e disponibilizado nas plataformas de aplicativos para dispositivos móveis. Os resultados revelaram problemas no aplicativo desenvolvido, mas também apresentam sugestões e elogios. Concluiu-se que, independentemente da forma de uso do aplicativo, esse pode ter um viés educacional.

Palavras-chave: Educação. Música. Aplicativo.

Abstract

This research aimed to create and evaluate an educational musical memory game application. With a qualitative exploratory character and with a case study, this investigation involved bibliographic research on the historical

process of education and technologies in Brazil, and a review of academic production for the basis on the evolution, development, and evaluation of software, and finally, the development and evaluation of the original application. The evaluation of the application was carried out through a questionnaire adopted by us from the work of Sousa (2016), which was sent to some music teachers. The analyses were developed based on the responses of these teachers. The application may be improved in future research and made available on mobile application platforms. The results, classified based on the teachers' responses, revealed problems with the developed application, through suggestions and compliments. It is concluded, from the teachers' answers, that regardless of the way the application is used, it may have an educational bias.

Keywords: Education. Music. Application.

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar y evaluar una aplicación educativa de juego de memoria musical. Con carácter exploratorio cualitativo y con estudio de caso, esa investigación involucró una investigación bibliográfica sobre el proceso histórico de la educación y las tecnologías en Brasil, y una revisión de la producción académica para apoyar la evolución, elaboración y evaluación de software, y finalmente, el desarrollo y evaluación de la aplicación original. La evaluación de la aplicación se realizó por medio de un cuestionario adaptado por nosotros del trabajo de Sousa (2016), que fue enviado a algunos profesores de música. Los análisis se desarrollaron a partir de las respuestas de estos profesores. La aplicación puede mejorarse en investigaciones futuras y estar disponible en plataformas de aplicaciones móviles. Los resultados revelaron problemas con la aplicación desarrollada, a partir de sugerencias y críticas. Se concluye, que independientemente de la forma en que se utilice la aplicación, ella puede tener un sesgo educativo.

Palabras clave: Educación. Música. Aplicación.

Introdução

É inegável que nos dias atuais a sociedade contemporânea está experimentando a propagação das tecnologias de informação e comunicação, e isso tem contribuído para a democratização do acesso a conhecimentos e para difusão da autoaprendizagem. Aos poucos, espaços responsáveis pela formação humana em vários níveis têm implantado tecnologias em seus processos educacionais. Estas inovações tecnológicas exigem dos docentes a busca por outras formas de ensinar e atender às novas necessidades educacionais da atualidade. Segundo Pereira (2013):

Motivados pela necessidade emergente da inclusão digital, professores, pedagogos e pesquisadores têm procurado realizar estudos, envolvendo o uso pedagógico do computador e de seus recursos multimidiáticos no ensino. Considera-se, nesse sentido, imprescindível a realização de pesquisas que verifiquem as possibilidades de implementação da informática na educação musical. (PEREIRA, 2013, p. 12).

Os aplicativos, ou Apps, popularmente conhecidos, estão presentes na maioria dos dispositivos móveis de comunicação e são relevantes no contexto da evolução tecnológica, de modo que cada App tem a sua função, apresentando potencial de uso para várias áreas. Os dispositivos móveis (*smartphones*, *tablets*) ainda são tecnologias recentes, mas já estão mudando as relações nos âmbitos sociais, inclusive com impacto no ambiente educacional.

Os dispositivos móveis com conexão sem fio e interface sensível ao toque (*touch-screen*), tais como *tablets* e *smartphones*, associados a diferentes aplicativos têm proporcionado mudanças na forma de nos relacionarmos com a informação e produzir conhecimento, apresentando significativo potencial para transformar a maneira de ensinar e de aprender. Elas proporcionam aos professores e estudantes mobilidade e interface fácil de usar, podendo assim, contribuir para implementar diferentes estratégias de ensino e de aprendizagem, ampliando as possibilidades de ação e interação entre sujeitos, sujeitos e meio (incluindo os próprios dispositivos, aplicativos e o ambiente - local geográfico onde os sujeitos se encontram), bem como os processos de colaboração e a cooperação. (NICHELE e SCHLEMMER, 2014, p. 1).

Na revisão de material científico, mesmo havendo muitos aplicativos disponíveis para instalação em *smartphones* e *tablets*, percebemos uma defasagem entre produções científicas que abordam jogos ou aplicativos para dispositivos móveis, ou ainda produções que abarquem *softwares* para dispositivos fixos (computadores), principalmente a respeito do ensino de música. Sendo que esta busca nos levou a concluir que nosso trabalho poderia contribuir no contexto da realização de mais pesquisas sobre a interface entre educação e tecnologia, envolvendo dispositivos móveis.

Os dispositivos móveis corroboram para a evolução de um termo bastante usado em textos acadêmicos sobre tecnologias e educação: *mobile-learning* (aprendizagem móvel), comumente abreviado para *M-learning*. O *M-learning* é comentado por Traxler (2007), Valentim (2009) e Saccol *et al* (2011) que propagam esse termo como aquele processo de ensino aprendizagem que pode ser estimulado tanto fora quanto dentro do ambiente escolar, em qualquer hora e em qualquer lugar.

Assim, o tema deste trabalho surgiu do interesse em incentivar a incorporação de novas tecnologias em locais de aprendizagem e propiciar

uma ferramenta educacional com o objetivo de dinamizar o processo de ensino aprendizagem musical. Para isso, propusemos elaborar e avaliar um aplicativo para dispositivo móvel para plataforma *Android*.

O aplicativo funciona como um jogo de memória imerso no contexto da ‘teoria musical ocidental’ relacionando os nomes das notas musicais, frequências, oitavas, enarmonia, sustenidos, bemóis e partitura musical.

A seguir, apresentamos o marco teórico com revisão de pesquisas afins, e posteriormente, apresentamos o processo de desenvolvimento do aplicativo, a avaliação realizada por experientes professores de música e também os resultados.

Marco teórico e revisão da produção científica na área

Revisamos a produção acadêmica de aplicativos educacionais, de aplicativos educacionais musicais e de avaliações de Apps, para embasarmos o desenvolvimento e avaliação do aplicativo por nós desenvolvido¹.

Sonego e Behar (2015) discorrem sobre uma atividade no âmbito da docência na Universidade Federal do Rio Grande do Sul com os alunos de Pedagogia, que participaram de uma atividade que resultou na criação de aplicativos educacionais com relação ao tema da informática na educação. Foi realizado um estudo de caso que permitiu a elaboração de dados sujeitos a interpretações a partir da construção do aplicativo. Na introdução, dois conceitos são citados: TIC e *M-learning* que são conceitos importantes para a temática. Sonego e Behar (2015) explicam que o trabalho foi realizado pelos estudantes em 14 dias e foi aplicado um questionário do tipo Survey² com perguntas de respostas objetivas e múltiplas. Disponibilizado a todos os estudantes do curso de Pedagogia da Universidade no ambiente virtual Rooda³.

¹ Consideramos os últimos dez anos da produção acadêmica nacional sobre essas temáticas (2010-2020).

² Um tipo de pesquisa quantitativa realizada por meio de aplicação de questionário.

³ “Trata-se de uma plataforma virtual de Educação a Distância (EaD) e institucionalizado (<https://ead.ufrgs.br/rooda/>), que foi utilizado para planejar e organizar a disciplina de Mídia, Tecnologias Digitais e Educação, que é ofertada no 1º semestre do curso de Pedagogia 2015/2 diurno na UFRGS e que deu suporte para esta pesquisa.” (SONEGO E BEHAR, 2015, p. 523).

Outro estudo recente sobre aplicativos educacionais, desenvolvido por Santos e Freitas (2017), buscou, por meio de uma avaliação, propor a discussão sobre a importância da facilidade e sentido dos ícones em aplicativos para a idade de quatro a seis anos no viés educacional.

Com a franca expansão tecnológica, surge a necessidade de integração de novas tecnologias às atividades de sala de aula. As atividades infantis transcendem o universo de livros e cadernos. O processo de aprendizado está na dependência de que escolas e docentes estejam atentos às novas demandas e aos desejos do aluno bem como a atualização do conhecimento tecnológico. (SANTOS e FREITAS, 2017, p. 63).

Os autores concluem que desenvolvedores de aplicativos infantis, ao projetar uma interface, precisam se atentar a importância do design fácil e lúdico, porque há de significar algo e estimula as crianças a brincar.

Silva, Silva e Silva (2015) objetivaram construir um aplicativo com extensão .apk⁴ para estudar materiais de laboratórios e avaliá-lo por meio de professores de química. Foram selecionados quatro professores atuantes em escolas públicas da cidade de Esperança na Paraíba, e o instrumento para a coleta de dados foram os questionários abertos, e para análise desses dados utilizou-se a análise de conteúdo de Bardin (2011).

Melo e Carvalho (2014) fizeram um levantamento dos aplicativos educacionais livres do repositório FOSS, com aplicativos para *Android* (*F-Droid*), e realizaram uma avaliação preliminar do conteúdo educativo de cada App. Esses aplicativos podem ser classificados e definidos como livres.

Diferentes dos sistemas operacionais para computadores ou *notebooks*, os aplicativos livres são pequenos módulos, ferramentas e serviços com poucas funcionalidades e requisitos de *hardware*. São considerados livres por dispor das quatro liberdades básicas: 1) executar o programa; 2) estudá-lo; 3) redistribuí-lo através de cópias; 4) aperfeiçoá-lo e liberar seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie deles (MELO e CARVALHO, 2014, p. 2).

⁴ Funciona como um aplicativo em compressão que pode ser instalado somente em sistemas operacionais Android.

A metodologia escolhida para a realização do estudo foi o levantamento de dados sobre três áreas das quatorze disponíveis no repositório F-Droid: Ciência e Educação, Matemática e Educação Infantil. Para organizar os App em cada nível de ensino, perguntas foram realizadas e que funcionaram como norte: Qual é o aplicativo? O que ele propõe como objeto de estudo? Qual é a proposta didática? Para a Educação Infantil organizou-se três aplicativos, para os anos finais do ensino fundamental e do ensino médio organizou-se oito aplicativos e para o ensino superior organizou-se sete aplicativos mostrando a relevância deste em ajudar os professores, pela facilidade para acessar, como mostram estudos de Tarouco (2004), Traxler (2007) e Valentim (2009).

Concluiu-se, depois da avaliação preliminar, que poucos aplicativos possuíam tradução para a língua portuguesa, dificultando a utilização na educação brasileira, mas, em contrapartida, o estudo propôs ajudar os professores que desejam inovar suas metodologias e planejamentos.

Freitas e Morais (2019) pesquisaram o 'Ensino de Música apoiado pelo uso de *serious games*: revisão sistemática sobre o panorama de publicações nacionais e internacionais'. O Jogo sério, com sistemas computacionais baseados em concepções de alguns autores como Raziünaitė *et al* (2018) e Salen, Tekinbaşı e Zimmerman (2004), se define a partir de algumas características: regras definidas, gráficos 3D ou 2D, elementos desafiantes, componentes de inteligência artificial, objetivos claros e narrativas construídas em primeira ou terceira pessoa. Nas considerações finais foi possível afirmar que a maioria dos artigos revisados abordam a educação musical considerando elementos como timbre, melodia, harmonia, altura, solfejo e ritmo. Por fim, considerou-se que para adultos havia pouca proposta de jogos sérios (FREITAS; MORAIS, 2019).

Encontramos pesquisas, desenvolvidas na última década, até o ano de 2020, que tratam de aplicativos de música que podem ter ou não um caráter pedagógico, como o texto 'MusiTec: tutorial multimídia no ensino da música contemporânea' de Rodrigues (2006), que desenvolve um aplicativo para computador que permite, em forma de tópicos, a facilitação do aprendizado da música eletroacústica e nuances musicais. Para tal, a metodologia considerou a teoria espiral proposta por Keith Swanwick (2003). Para

elaborar o aplicativo optou-se pelo aplicativo desenvolvedor *Flash*. O aplicativo funciona em tópicos e pode ser acessado em múltiplos caminhos, de forma que o aluno controle esse fluxo, como em páginas na internet. Os tópicos são: Notação gráfica, Harmônicos, Laboratório virtual, Acústica, Meta-instrumento e Música Eletroacústica. Cada etapa tem seu recurso disponível e todo processo educacional considerou a teoria espiral do desenvolvimento musical, princípios de interfaces e análise de *software* musical. O aplicativo Musitec, elaborado para computador, traz consigo ferramentas que funcionam tanto para fonte de pesquisa de alunos, tanto para o professor, como auxílio metodológico. Permite também composição e aquisição de técnicas para manipular o som, por meio de práticas no tópico 'Laboratório Virtual' (RODRIGUES, 2006).

Ainda sobre a temática de aplicativos musicais, encontramos o estudo intitulado 'Uma ferramenta de auxílio ao ensino de música' de Júnior e Dias (2017) no qual apresentam um aplicativo desenvolvido para dispositivos móveis que facilita o aprendizado da leitura de partituras, escapando do modelo tradicional do ensino de teoria musical. Como a partitura é uma escrita musical universal, o músico ao aprendê-la, adquire uma ferramenta que proporciona habilidades e facilidades. Para a proposta de aprendizado da partitura, o aplicativo elabora desafios mais atrativos e divertidos, por estímulos visuais. Para desafiar o usuário o tempo é diminuído conforme o usuário vai evoluindo no jogo. É um protótipo que utiliza a plataforma *Android*, voltado para educação musical e para profissionais e amadores em música.

Também encontramos duas publicações recentes sobre avaliação de aplicativos educacionais feitas no Brasil na última década. O texto 'Avaliação de *software* para o ensino de música: reconhecendo a singularidade do discurso musical' de Júnior e Castro-Filho (2005), propõe uma metodologia de avaliação de *softwares* de educação musical a começar com a observação de usuários durante o uso de dois aplicativos com fins educacionais diferentes. O modelo espiral de desenvolvimento musical e o modelo C(L)A(S)P propostos por Swanwick (2003) são os referenciais teóricos norteadores do estudo. A metodologia utilizada foi o estudo de caso que envolveu quatro alunos do curso de Pedagogia da Universidade Federal do Ceará, por meio da utilização de dois *softwares* de educação musical: o *Music Ace De Luxe* (HARMONIC VISION INC,

2004) e o *Making Music* (SUBOTNICK, 1999). Os alunos participaram de sessões filmadas utilizando os *softwares*. Para o *software Music Ace DeLuxe* se atribuiu concepções pedagógicas tradicionais⁵ e para o *software Making Music* se atribuiu concepções pedagógicas construtivistas⁶.

Por fim, encontramos a pesquisa ‘Um estudo sobre avaliação de *software* para educação musical: revisão do roteiro Krüger para dispositivos móveis’ de Sousa (2016), que expõe um estudo sobre a avaliação de *software* musical criado pela pesquisadora Krüger (2000). O objetivo central do estudo foi o fornecimento de instrumentos para auxiliar os educadores musicais nas seleções de *softwares* adequados para inclusão aos seus planejamentos pedagógicos. O estudo identificou, por meio do *feedback* de professores de música, problemas existentes em sua aplicação prática e reorganizou o ‘Roteiro Krüger’ de avaliação de *softwares*.

Metodologia, desenvolvimento e avaliação do app

A metodologia utilizada nessa pesquisa é a do Estudo de Caso (ANDRÉ, 2005), pois abordamos questões que envolvem o caso específico de um Aplicativo que abarca as áreas da educação, novas tecnologias e avaliação educacional. Por esta metodologia ser proveniente de uma abordagem epistemológica qualitativa, ou seja, tenta abordar questões sociais, educacionais e tecnológicas de modo interdisciplinar, consideramos adequada à nossa proposta de estudar o caso de um aplicativo específico. A escolha dessa metodologia também ocorre pelo fato de utilizarmos um roteiro de avaliação de *software* e fazermos um estudo de caso a respeito do aplicativo educacional, como já desenvolvido em outros estudos semelhantes (YIN, 2001 *apud* DE OLIVEIRA, 2011).

Em relação à avaliação, como nosso App ainda se encontrava em estágio de desenvolvimento, ou seja, um protótipo, as avaliações foram realizadas

⁵ “Tradicional: Ênfase no ensino da música erudita ocidental, conceitos teóricos, execução instrumental ou vocal e história da música. O processo é centrado no conhecimento e no professor” (SOUSA, 2016, p. 39).

⁶ “Progressista/Construtivista: O elemento central é o estudante, visto como o construtor do seu conhecimento (desenvolvimento da criatividade). O professor é o facilitador e orientador” (SOUSA, 2016, p. 40).

por meio de um questionário com um grupo de vinte professores de música. O Estudo de Caso (ANDRÉ, 2005) nos proporciona organizar pesquisas tanto em um contexto mais abrangente quanto mais específico. Abrangente no sentido de partirmos do material teórico/bibliográfico de outras áreas de conhecimento, como por exemplo Engenharia de *Software*, Música, Educação e Tecnologia, porém centrando-as a uma área específica, a área da Educação Musical.

Nesse sentido, para avaliarmos nosso aplicativo, buscamos um roteiro específico de avaliação, que dialogasse com o contexto da música e das novas tecnologias, dessa forma aproveitamos os estudos já existentes e aplicamos para testar a eficácia do nosso App. Assim, optamos por utilizar o ‘Roteiro Krüger’, revisado por Sousa (2016).

Desenvolvimento do aplicativo

A ideia do aplicativo surgiu da disciplina ‘P.C.C VI – Laboratório de Arte Cultura’⁷, em que os discentes em determinado momento elaboravam aulas. Uma dessas aulas foi a criação de uma atividade de associar as cifras com nomes das notas. O jogo tinha quatorze cartas, sendo sete cartas, com as cifras A-B-C-D-E-F-G, que formavam pares com outras sete cartas, com as notas musicais Lá-Si-Dó-Ré-Mi-Fá-Sol, respectivamente. Por meio desta aula, surgiu a ideia da criação de um jogo de memória virtual, a princípio, seguindo a mesma lógica aplicada na atividade em classe.

O desenvolvimento do aplicativo se deu em três etapas, a primeira etapa foi a de anotar as possíveis ideias para o futuro aplicativo e relacioná-las com uma perspectiva pedagógica e/ou musical. Nesta etapa foi abandonado o uso das cifras e o foco passou para as notas musicais e seus nomes, ou seja, os pares não seriam formados mais com as letras das cifras com os respectivos nomes das notas e sim os nomes das notas com suas respectivas alturas. Por se tratar de um aplicativo *mobile*, a possibilidade da utilização do som das notas foi o fator principal. Além disso, nessa etapa foram levantadas questões como: qual o conteúdo musical seria abordado no aplicativo? Notas

⁷ Prática de Componente Curricular do Curso de Licenciatura em Música do IFG. Posteriormente esta proposta foi contemplada com bolsa de Iniciação Científica - PIBIC, Edital nº 008/2019/PROPPG (IFG, 2019).

sustenidas e bemóis? Quais e quantas oitavas (tessitura) estariam presentes? A partitura será apresentada ao jogador? e como as atividades vão ser desenvolvidas? Por fim, nessa etapa foi estipulado que as notas utilizadas estariam dentro da tessitura de Dó três até o Si quatro, incluindo os sustentidos, bemóis e a partitura. O sistema operacional escolhido foi o *Android*, por ser o sistema predominante nos *smartphones e tablets*. Para a elaboração do aplicativo foram utilizados dois *softwares* gratuitos e *open source*. A escolha de *softwares* livres foi necessária, para que não houvesse a necessidade de investimentos de alto custo no desenvolvimento do aplicativo. O primeiro foi o *Android Studio*, e o segundo foi o *Musescore*, um *software* para criação e edição de partituras, que permitiu a exportação de arquivos .MIDI do próprio do *software* para MP3. O *layout* do aplicativo inicialmente não exigiu a contratação de um *designer*, ou aquisição de um *software* para este fim.

A segunda etapa foi desenvolvida por meio da elaboração técnica de cada uma das fases, que chamaremos de Mapa dos Níveis. Nesta etapa ocorreram três grandes mudanças, até a versão final do protótipo. O aplicativo contaria com um total de três níveis com dez fases cada, e pequenos tutoriais entre as fases, para apresentar conceitos musicais diferentes. Foram feitos contatos com possíveis desenvolvedores de *softwares*, e optamos por contratar um desenvolvedor para fazer o protótipo. A primeira versão se baseava apenas no primeiro nível e, dessa forma, foi desenvolvida uma pequena demonstração do aplicativo. A base do aplicativo leve em consideração um jogo da memória, na qual todas as cartas estariam dispostas viradas para baixo e ao serem selecionadas pelo jogador, a carta é virada para cima revelando o nome de uma nota musical, então a carta emite a altura respectiva desta nota. Porém, após consultorias com o desenvolvedor⁸ e um estudante da área de jogos⁹, optamos por elaborar um sistema de recordes e pontos em todas as fases.

A segunda versão do Mapa de Níveis contemplava todos os três níveis e todas as fases. Nestas fases o tempo foi programado para ser sempre

⁸ Maxwell Freire, - Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade SENAI Fatesg em 2019.

⁹ Hugo Micael Castilho Ribeiro, - Jogos Digitais no Instituto de Educação Superior de Brasília (IESB).

regressivo, e que a partir de erros e acertos o tempo diminuiria ou aumentaria 5 segundos, respectivamente; a contagem de pontos começaria em 50 pontos para cada acerto, e sem ônus de pontos para erro, porém, para cada acerto consecutivo a contagem de pontos seria dobrada.

A terceira etapa foi a elaboração e gravação dos tutoriais. Para isso escrevemos um pequeno texto de ajuda explicando um pouco sobre a jogabilidade do aplicativo e do conteúdo musical abordado nas fases. Entretanto, com o intuito de tornar os tutoriais mais didáticos, optamos por substituir os textos por vídeos narrados com uma duração máxima de cinquenta segundos. As imagens utilizadas eram capturas de vídeo do próprio Jogo de Memória Musical, dessa forma, o jogador teria também as informações visuais pertinentes para passar determinada fase ou nível.

O último nível do jogo foi reelaborado, que a princípio utilizaria da representação gráfica da partitura, passou a ter fases com cores e o acréscimo da décima primeira fase, intitulada fase bônus, quando todas as cartas teriam as mesmas cores e a utilização auditiva seria o principal recurso para o jogador conseguir concluir.

Mapa dos níveis do app

O jogo de memória musical foi dividido em três níveis, cada nível composto de dez fases, do nível mais básico até o mais avançado. No nível as cartas serão dispostas com o nome das notas musicais da escala diatônica de Dó maior (Dó, Ré, Mi, etc...). Os pares das cartas sempre serão gerados aleatoriamente em cada fase, para que as fases não tenham as mesmas disposições de notas, caso o jogador queira repetir uma fase dentro de um nível, com exceção das fases quatro e cinco. A partir da fase quatro foram acrescentados números pequenos próximos ao nome das notas nas cartas, referentes a oitava de cada nota, como observada na figura um, a seguir.

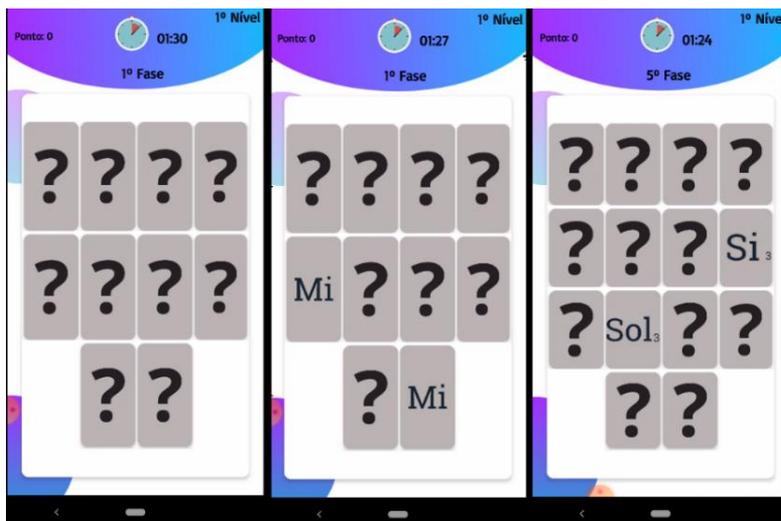


Figura 1 – Telas da 1ª e da 5ª Fase do Nível 1

Até a fase cinco não seria repetido mais de um par de cartas para a mesma nota, porém, a partir da fase seis poderia haver a repetição de notas da mesma altura. Para o primeiro nível utilizamos apenas duas oitavas, como mostra a figura 2, a seguir, da fase um até a fase quatro foi utilizada apenas uma oitava, da oitava do Dó Central (Dó3) até o Si3; a partir da fase cinco foram acrescentadas notas da oitava do Dó4 até o Si4.

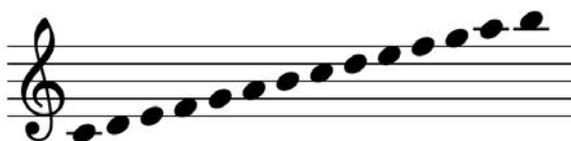


Figura 2 - Tessitura e notas utilizadas no Nível 1

Elementos do mapa do nível um do jogo de memória musical:

- Tutorial 1 – Explicação de funcionamento das fases iniciais.
- Fase 1 – Na primeira fase foi disponibilizado apenas cinco pares, ou seja, dez cartas aleatórias com nomes das notas musicais pertencentes a tessitura de Dó3 a Si3.
- Fase 2 – Acrescentadas mais duas cartas, relativas a mais um par, totalizando seis pares.

- Fase 3 – Acrescentadas mais duas cartas, relativas a mais um par, totalizando 7 pares.
- Fase 4 – Juntamente com o nome da nota será acrescentado o número respectivo da oitava da nota. Não eram acrescentados novos pares, totalizando sete pares, sendo os sete pares pertencentes a tessitura do Dó4 ao Si4.
- Tutorial 2 – Acréscimo dos números pequenos nas cartas, ou seja, cada carta só poderia ser combinada com outra se ambas tiverem o mesmo nome e número.
- Fase 5 – Acrescentados novos pares, totalizando sete pares, sendo seis pares pertencentes a oitava do Dó3 e um par pertencente a oitava do Dó4.
- Fase 6 – Acrescentados novos pares, totalizando sete pares, porém nesta fase os 07 pares pertencentes a tessitura do Dó4 ao Si4.
- Fase 7 – Acrescentadas mais duas cartas, relativas a mais um par, totalizando 8 pares, sendo cinco pares pertencentes a oitava do Dó3 e três pares pertencentes à oitava do Dó4.
- Fase 8 – Acrescentadas mais duas cartas, relativa a mais um par, totalizando nove pares, sendo quatro pares pertencentes a oitava do Dó3 e cinco pares pertencentes a oitava do Dó4.
- Fase 9 – Acrescentadas mais duas cartas, relativa a mais um par, totalizando dez pares, sendo cinco pares pertencentes a oitava do Dó3 e cinco pares pertencentes a oitava do Dó4.
- Fase 10 – Manterá o total de vinte cartas totalizando dez pares, sendo que, aleatoriamente, as cartas podem pertencer a duas oitavas (Dó3 a Si4).

Ainda foram desenvolvidos os níveis 2 e 3 do aplicativo. Um relatório completo está disponível *online*¹⁰, e o Aplicativo elaborado também está disponível para download¹¹ em sua versão avaliada neste estudo, por se tratar de uma ferramenta construída inicialmente com recursos públicos¹².

¹⁰ Download do relatório completo em Costa & Souza (2020).

¹¹ Download do Jogo de Memória Musical:

https://drive.google.com/file/d/1-mxqWMJM_qygOXOcd6mZtl5y_cZdjPII/view?usp=sharing

¹² Os estudantes desenvolveram a pesquisa recebendo bolsa da Capes (nos anos de 2019 e 2020).

Análise das respostas do questionário de avaliação

Por meio do questionário respondido anonimamente por dezenove docentes experientes na área da educação musical, viabilizado no google formulários pelo link próprio¹³, obtivemos respostas sobre os (1) Parâmetros Pedagógicos que se encontraram no App (Teorias e Concepções de Aprendizagem; Parâmetros da Experiência Musical, Objetivos Pedagógicos, Avaliação do Aprendizado, Adequação Sociocultural e Musical), sobre as (2) Interações Sociais e nuances que envolvem a (3) Informática e a Educação Musical.

A seguir, apresentamos no quadro um, uma síntese das principais respostas dos vinte professores de música sobre a testagem e avaliação do aplicativo, tendo por referencial as categorias já apresentadas e a seleção de três indicadores mais significativos presentes nas respostas dos professores. Optamos por fazer uma análise qualitativa das respostas, pois observamos que foram significativas as contribuições dos professores por meio de suas respostas enviadas por escrito e por áudio.

Quadro 1 - Síntese das respostas dos professores por categorias - principais indicadores

Categorias		Indicador 1	Indicador 2	Indicador 3
Parâmetros Pedagógicos	Teorias de Aprendizagem e Concepções	O App apresenta relações com o Behaviorismo, Cognitivismo e com o Construtivismo.	O App permite contato com o conteúdo musical e pouco com conhecimento da arquitetura de <i>software</i> .	Interface intuitiva, simples e direta. Faixa etária pode ir de 3 anos até adultos. Trabalha conhecimento musical intermediário.
	Experiência Musical	Voltado para percepção sonora e majoritariamente ligado a apreciação.	Os conteúdos pedagógico-musicais podem ser adaptados.	O App pode proporcionar um desenvolvimento musical mediano.
	Objetivos Pedagógicos	O App apresenta objetivos pedagógicos implícitos e explícitos.	Os objetivos são mais específicos do que abrangentes.	Os objetivos do App são relevantes na área específica (Música).
	Avaliação do Aprendizado	Há três formas de avaliar o aprendizado: Somativa, Formativa e Diagnóstica e todas foram observadas no App.	Além das formas de avaliação, existem <i>feedbacks</i> que o App proporciona: Tarefa Específica, Baseada na Instrução e Extra Instrucional.	Todos os respondentes identificaram que a avaliação possibilitada pelo App é eficaz.

¹³ Acesso ao questionário de avaliação: <<https://forms.gle/Ats2J5zDr2d2njOF6>>

	Adequação Sociocultural e musical	O App não trabalha com algum estilo musical específico.	O App não fornece aos usuários contato com estilos musicais diferentes dos estilos que usualmente escutam.	Não há necessidade de adequação sociocultural ou musical, exceto quando o professor julgar necessário, adequando-o em sala de aula.
	Interações Sociais	Há algum grau de independência que o App proporciona para os usuários.	Entre o App e o usuário há interações de Cooperação, Colaboração, Coação, Competição e Individualismo.	O professor possui liberdade para alterar as formas de interação no App, não em sua originalidade, mas em sala de aula.
	Informática e a Educação Musical	Há exatidão nos recursos sonoros, exceto em alguns aparelhos que apresentaram falhas.	A notação musical utilizada no App é a forma tradicional com o uso de partitura.	O <i>layout</i> e os elementos audiovisuais do App são adequados ao conteúdo pedagógico-musical que propõe.

Fonte - Elaborado pelos autores com base nas respostas ao questionário de avaliação do App

Principais problemas encontrados e sugestões

Por mais que a revisão proposta por Sousa (2016) tenha sido utilizada, houve a necessidade de adaptar boa parte de suas questões¹⁴, algumas para que fosse possível aproveitar as funcionalidades disponíveis no google formulários, e outras porque os docentes que participaram da avaliação nos contactaram, demonstrando dificuldades em responder algumas questões, inclusive pedindo que as questões fossem reelaboradas. Embora houvesse a possibilidade de reformular questões a qualquer momento, qualquer alteração poderia tornar obsoleta as respostas que já se encontravam no banco de dados. O terceiro problema encontrado foi referente a quantidade de questões e informações presentes no questionário. Foram notificadas reclamações como:

“Na verdade, sugiro um roteiro de avaliação menor. Gastei quase uma hora para ler todos os textos e responder. Sei que é um trabalho acadêmico, mas foi um pouco exagerado o formulário, a não ser que seja enviado somente para professores que realmente pretendem usar o *software*” (RESPONDENTE 3, Considerações Finais).

¹⁴ Anexo 3 do relatório final (versão completa) em Costa & Souza (2020).

Embora explicações sobre determinados tópicos fossem necessárias, elas tornaram a atividade avaliativa demorada. Por outro lado, a falta de explicações nas questões fazia com que algumas respostas não fizessem sentido em determinados casos.

No decorrer das respostas dos professores, podemos notar que as questões graduadas como péssimo e ruim, ou com respostas negativas eram em poucos casos, tendo em média uma porcentagem maior de questões positivas ou graduadas entre razoável e ótimo, sendo possível dizer que o App teve boa aceitação pelos professores de música. Vejamos uma das respostas sobre os parâmetros pedagógicos inerentes:

“Nota-se muito o processo cognitivo e educação progressista. Quando você joga, você busca meios para finalizar dentro do tempo o desafio, e isso implica no uso da memória (cognitivo) e da criatividade (progressista). Quanto a educação progressista, eu vejo como uma forma de sempre buscar um meio fora do sistema tradicional para incentivar o aluno a progredir, a se perguntar e a criar. Dando muito mais liberdade do que uma educação tradicional, onde considero uma visão muito quadrada” (RESPONDENTE 18, Questão 1, Parâmetros Pedagógicos).

Percebemos que algumas questões respondidas não se enquadravam no perfil do protótipo, como por exemplo sobre o App não permitir a importação/exportação de arquivos, ou como apresentado por um dos respondentes, “O *software* não está diretamente relacionado a nenhum estilo musical, e ter preferência por um estilo ao invés de outro é irrelevante” (RESPONDENTE 7, Questão 7, Adequação Sociocultural e Musical). De tal maneira, seria possível otimizar as informações e tempo gastos com um aperfeiçoamento do questionário.

Todavia, as questões discursivas¹⁵ foram as que proporcionaram aos professores, maior liberdade para trazer críticas e sugestões, e por meio dessas respostas foram abordadas diversas questões pertinentes. Sobre problemas encontrados, em alguns dispositivos (celulares mais antigos) foram apresentados falhas sonoras, atrasos, distorção do som das notas, e casos em que no nível um, após a sexta fase, não ser possível acesso nas

¹⁵ Disponíveis no anexo 5 do relatório final (versão completa) em Costa & Souza (2020).

demais fases. Os problemas com acesso às fases, desaparecer depois de outras tentativas por parte dos docentes.

Referente a narração das fases, foi sugerido “melhorar a dicção do narrador das atividades, diminuir a quantidade de palavras, ser mais imperativo e objetivo nos comandos” (RESPONDENTE 1, Considerações Finais).

Referente as sugestões do *layout*, “O *layout* é simples, mas na medida em que avançam os níveis, não fica clara a possibilidade de retornar, ou para conferir pontuação ou para conferir níveis que já passaram” (RESPONDENTE 8, Questão 12, Informática e Educação Musical).

Algumas sugestões foram direcionadas para a adição de funcionalidades no App, como por exemplo, utilização das figuras de silêncio (pausas), abordar cifras, construção de tríades e tétrades, como também a criação de fases com intervalos musicais:

“O aplicativo é útil se considerarmos como possibilidade de trabalho individual independente no que se refere ao desenvolvimento do ouvido. Sugeriria apenas que não sobrecarregassem os cartões com muitas informações de uma vez só: clave, nota na pauta, nome da nota e altura que se encontra. Uma coisa de cada vez seria mais adequada. E quem sabe avançar para cartões onde intervalos melódicos (tom e semitom) seriam explorados. Assim, leva-se em consideração relações intervalares e não notas soltas” (RESPONDENTE 8, Considerações Finais).

O App recebeu elogios, como por exemplo, o destaque para a relação com a percepção musical e possibilidade educacional:

“De fácil associação com outros jogos infantis, possibilitando o desenvolvimento da percepção musical e treinamento do ouvido absoluto quando se passa a diferenciar notas através de cores, levando assim à uma outra forma de diferenciar os sons. Narração feita de maneira elucidativa” (RESPONDENTE 16, Questão 11, Parâmetros Pedagógicos).

“Parabéns pelo trabalho. Vejo como um aplicativo de potencial altíssimo. Acredito que após as devidas melhorias com base no resultado das respostas do questionário de avaliação bem como banca de avaliação, o aplicativo terá uma aceitabilidade incrível para seu propósito. Espero muito que consigam chegar em uma versão totalmente acessível, isso será um feito de muito valor para a sociedade. Mais uma vez, parabéns pelo trabalho pessoal.” (RESPONDENTE 17, Questão 11, Parâmetros Pedagógicos).

Com base na avaliação dos docentes participantes, principalmente nas críticas e sugestões, consideramos que o aplicativo tem potencial para ser utilizado como ferramenta pedagógica, contudo, antes deve passar por um processo de reformulação. Verificamos que o conteúdo presente no App pode ser abordado com mais espaço entre as fases, dando tempo para que o aluno assimile as informações. Uma possibilidade seria a inserção de um tutorial interativo, de modo que as primeiras fases fossem como um guia de como jogar - contendo os nomes das notas musicais. Embora uma das sugestões é evitar representações visuais e focar na audição, achamos necessário que desde o princípio o jogador já tenha conhecimento dos nomes das notas.

Sobre a jogabilidade, as animações mostraram-se necessárias para tornar mais explícito o ganho e a perda dos pontos e do tempo, e que a utilização do tempo ocorresse em fases específicas, como em fases bônus, ou opcional para que o próprio jogador faça a escolha, inclusive definindo o tempo de cada fase. A adição de cartas com habilidades especiais a serem desbloqueadas traria maior dinamismo incentivando o avanço no jogo musical, e seus respectivos conteúdos.

Consideramos que a inclusão de intervalos musicais pode ser interessante, caso sejam adicionados como um novo nível ou novo modo de jogo, em que o jogador possa determinar quais notas ou intervalos gostaria de treinar, assim como estipular o tempo nas fases. Consideramos que uma reestruturação do aplicativo, seria a melhor opção, com a integração para dispositivos com sistemas IOS, inclusive.

Em vista disso, a reestruturação do aplicativo torna-se também um projeto futuro, com o objetivo de aperfeiçoar o jogo e apresentar um produto ampliado, levando em considerações as sugestões e inclusão de novas ideias. Referente a opção de construção de tríades e tétrades, presente nos comentários da avaliação do App, esta opção também foi pensada na primeira versão do App, porém, identificamos que seria melhor elaborar um outro aplicativo para este fim - com o foco em construção de acordes, para ser usado como ferramenta pedagógica e, desenvolvido com funções específicas tanto para os docentes, quanto para discentes.

Considerações finais

O objetivo deste trabalho envolveu a revisão de pesquisas acadêmicas na área de Educação Musical e Tecnologia, mais especificamente sobre os dispositivos móveis; pois estes são de significativa representação tecnológica para o campo educacional contemporâneo, que pode apresentar características favoráveis para os estudantes, como: (1) materiais visuais e auditivos motivadores, (2) interação direta com o conteúdo, e (3) atividades lúdicas que podem prender a atenção do estudante e possibilitar um desenvolvimento cognitivo específico. Enfim, há possibilidades pedagógicas que docentes podem encontrar nessas ferramentas de auxílio para o processo ensino-aprendizagem. Assim, nossa pesquisa, apesar de ser exploratória, contribui com a criação de mais aplicativos para a exploração de conteúdos musicais.

Assim, a elaboração e avaliação do aplicativo de 'Jogo de Memória Musical', com investigações sobre um breve percurso histórico da educação em interação com as formas tecnológicas, nos conduziu ao contexto dos dispositivos móveis a que hoje temos amplo acesso. A revisão de publicações acadêmicas presentes nesta última década (2010-2020) no campo da Educação e Tecnologia, possibilitou compreender as formas de abordagem dos *softwares* educacionais, *softwares* de música e educativos musicais e, sobre avaliações de aplicativos, o que nos proporcionou o alicerce para alcançarmos o objetivo deste trabalho.

Com base na avaliação dos docentes por meio do questionário, principalmente nas críticas e sugestões, consideramos que o aplicativo de jogo de memória musical tem considerável potencial para ser utilizado como ferramenta pedagógica já nessa primeira versão elaborada. Contudo, consideramos também, que este deve passar por um processo de reformulação. Assim, o jogo de memória musical é um projeto que prosseguirá em desenvolvimento.

Referências

ANDRÉ, M. E. D. A. de. Estudo de caso em pesquisas e avaliação educacional. Brasília: Líber Livro, 2005.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

COSTA, Raphael R. V. A. da; SOUZA, Renan C. F. de. Elaboração e avaliação do aplicativo musical: jogo de memória musical. Monografia de Licenciatura em Música. Instituto Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

DE OLIVEIRA, M. F. Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração. Catalão: UFG, 2011. 72 p. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf. Acesso em 08/10/2020.

DE SOUSA, P. G. et al. Aplicativo Caixa De Música: recurso para aprimoramento das concepções sobre diversidade na educação infantil. RENOTE, v. 16, n. 2, p.311-320, 2018. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/89291>. Acesso em 19/09/2020.

FEEDBACK: Entenda o que significa, qual a importância e exemplos. Blog Vaípe, 2019. Disponível em: <https://vaípe.com.br/blog/feedback/>. Acesso em: 7 de out. de 2020.

FREITAS, V.; MORAIS, A. Ensino De Música Apoiado Pelo Uso De Serious Games: Revisão Sistemática Sobre O Panorama De Publicações Nacionais E Internacionais. BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE). Anais...2019. p.833. Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/8811>. Acesso em: 21/06/2020.

HARMONIC VISION INC. Music Ace De Luxe. Software. Chicago, USA: Harmonic Vision, 2004.

IAZZETTA, F. O fonógrafo, o computador e a música na universidade brasileira. X ENCONTRO NACIONAL DA ANPPOM. Anais... Goiânia, 27 a 30 de agosto, 1997. p. 161-165.

JÚNIOR, G. S. V.; CASTRO-FILHO, J. A. Avaliação de Software para o Ensino de Música: reconhecendo a singularidade do discurso musical. In: WIE - XI WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA. AVALIAÇÃO DE SOFTWARE PARA O ENSINO DE MÚSICA: RECONHECENDO A SINGULARIDADE DO DISCURSO MUSICAL. Anais...2005. p. 2558. Disponível em: <https://br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/833/819>. Acesso em 29/08/2019.

JÚNIOR, L. F. do N.; DIAS U. M. Uma ferramenta de auxílio ao ensino de música. In: XXV CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP. Anais eletrônicos... Campinas, 2017. DOI: 10.19146/pibic-2017-79110

KRÜGER, S. E. Desenvolvimento, testagem e proposta de um roteiro para avaliação de software para educação musical. Mestrado em Educação Musical. Universidade Federal do Rio Grande do Sul-PPG Música, Mestrado e Doutorado. Porto Alegre, 2000.

MELO, R. S.; CARVALHO, M. J. S. Aplicativos Educacionais Livres Para Mobile Learning. In: ENCONTRO VIRTUAL DE DOCUMENTAÇÃO EM SOFTWARE LIVRE E CONGRESSO INTERNACIONAL DE LINGUAGEM E TECNOLOGIA ONLINE. Anais... 2014. Disponível em: http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/5809. Acesso em: 11/04/2020.

NICHELE, A.G; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. RENOTE, v. 12, n. 2, 2014. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/53497>. Acesso em: 28/08/2019;

PEREIRA, E. P. R. Música, Educação e Informática: gênese e construção de conceitos musicais na escola. Goiânia: Editora IFG, 2013.

RAZIŪNAITĖ, P. et al. Designing an educational music game for digital game-based learning: A Lithuanian case study. In: 41st International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO). IEEE, 2018. pp. 0800-0805. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8400148>. Acesso em 15/05/2020.

RODRIGUES, H. J. Musitec: Tutorial Multimídia No Ensino Da Música Contemporânea. In: XVI Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música (ANPPOM). Anais... Brasília. 2006. Disponível em: https://antigo.anppom.com.br/anais/anaiscongresso_anppom_2006/CDROM/COM/01_Com_EdMus/sessao01/01COM_EdMus_0105-136.pdf. Acesso em: 15/05/2020.

SACCOL, A. et al. M-learning e U-learning: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua. São Paulo: Perarson, v. 30, 2011.

SALEN, K.; TEKINBAŞ, K. S.; ZIMMERMAN, E. Rules of play: Game design fundamentals. MIT press, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology. 2004.

SANTOS, F. M. de V.; FREITAS, S. F. de. Avaliação Da Usabilidade De Ícones De Aplicativo De Dispositivo Móvel Utilizado Como Apoio Educacional Para Crianças Na Idade Pré-Escolar. Ação Ergonômica: Revista Brasileira de Ergonomia, v.11, n.1, 2017. Disponível em: <<http://abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/696/279>>. Acesso em: 08/10/2020.

SILVA, P. F.; SILVA, T. P.; SILVA, G. N. StudyLab: Construção e Avaliação de um aplicativo para auxiliar o Ensino de Química por professores da Educação Básica. Revista Tecnologias na Educação, v. 13, n. 7, p. 1-10, 2015. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/12/Art25-vol13-dez2015.pdf>. Acesso em: 08/10/2020

SONEGO, A. H. S.; BEHAR, P. A. M-learning: Reflexões E Perspectivas Com O Uso De Aplicativos Educacionais. In: NUEVAS IDEIAS EM INFORMATICA EDUCATIVA: MEMORIAS XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, TISE. Anais... Santiago: Universidade do Chile. 2015. p. 521-526. Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/521-526.pdf>. Acesso em 11/04/2020.

SOUSA, R. C. Um Estudo Sobre Avaliação de Software Para Educação Musical: Revisão do Roteiro Krüger Para Dispositivos Móveis. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciência da Computação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016 p. 52. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/17583>. Acesso em: 08/10/2020.

SUBOTNICK, M. (1999). Making Music. Software. São Paulo: Editora Moderna.

SWANWICK, Keith. Music, mind and education. Routledge, 2003.

TAROUCO, L. M. R. et al. Objetos de Aprendizagem para M-learning. 2004. Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/objetosdeaprendizagem_sucesu.pdf. Acesso em: 23/01/2020.

TRAXLER, J. Defining, Discussing and Evaluating Mobile Learning: The moving finger writes and having writ. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, v. 8, n. 2, 15 Jun. 2007.

Disponível em: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/346>.
Acesso em: 15/01/2020.

VALENTIM, H. Para uma Compreensão do Mobile Learning: Reflexão sobre a utilidade das tecnologias móveis na aprendizagem informal e para a construção de ambientes pessoais de aprendizagem. Lisboa. Dissertação de Mestrado. 2009. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/3123/1/Hugo_Valentim_M-learning.pdf. Acesso em: 05/04/2020.

Relatos de experiência

Ludicidade & ensino de ciências: oficinas pedagógicas enquanto ferramentas didáticas

Gabriel Jerônimo Silva Santos; Sabrina do Couto de Miranda;
Plauto Simão De-Carvalho

“Álcool e direção”: uma abordagem investigativa no estudo de oxirredução em aulas de Química

Alessandra Timóteo Cardoso; Nathalia Augusta Urbano
Caetano; Marlene Ribeiro da Silva Graciano; Luciano Alves
da Silva



Ludicidade & ensino de ciências: oficinas pedagógicas enquanto ferramentas didáticas

Ludicity & Science Teaching: Pedagogical Workshops as Teaching Tools

Ludicidad y Enseñanza de Ciencias: Talleres Pedagógicos como Herramientas de Enseñanza

Gabriel Jerônimo Silva Santos

Secretaria Municipal de Educação de Anápolis
ludicidadeciencias@gmail.com

Sabrina do Couto de Miranda

Universidade Estadual de Goiás
sabrinac.miranda@gmail.com

Plauto Simão De-Carvalho

Universidade Estadual de Goiás
plauto.carvalho@ueg.br

Resumo

O presente estudo teve o intuito de investigar como a ludicidade pode se tornar uma ferramenta didática capaz de melhorar a prática docente em especial com a utilização de oficinas pedagógicas. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de caráter bibliográfico e exploratório com observação e análise de questões semiestruturadas respondidas por professores participantes de um curso de formação continuada (oficina pedagógica) em Ensino de Ciências ofertado pelo Centro de Formação dos Profissionais em Educação (CEFOPE) de Anápolis-GO. Participaram da oficina 12 professores que atuam no Ensino Fundamental do município. Os resultados sinalizam a necessidade de investir em capacitações pedagógicas voltadas ao lúdico capazes de fomentar a troca de experiências, a ampliação do repertório didático e o desenvolvimento de diferentes estratégias de ensino com a finalidade de melhorar a prática docente em sala de aula. As considerações encaminham-se no sentido de oferecer novos direcionamentos didáticos para amenizar as dificuldades pedagógicas enfrentadas pelos professores com a abordagem do lúdico em Ciências. A abordagem instiga a imaginação, a curiosidade e a capacidade perceptiva, elementos essenciais na implementação de novas situações de aprendizagem.

Palavras-chave: Prática Docente. Formação Continuada. Lúdico. Aprendizagem.

Abstract

This study aimed to investigate how ludicity can become a didactic tool capable of improving teaching practice, especially with the use of pedagogical workshops. For this, a bibliographic and exploratory research was carried out with observation and analysis of semi-structured questions answered by teachers participating in a continuing education course (pedagogical workshop) in Science Teaching offered by the Center of Formation of Professionals in Education (CEFOPE) of Anápolis-GO. 12 teachers who work in the Elementary School of the city participated in the workshop. The results signal the need to invest in pedagogical capacitations directed to the ludic capable of fomenting the exchange of experiences, the expansion of the didactic repertoire and the development of different teaching strategies with the purpose of improving the teaching practice in the classroom. The considerations are directed towards offering new didactic directions to alleviate the pedagogical difficulties faced by teachers with the approach of the ludic in Sciences. The approach instils imagination, curiosity and perceptive capacity, essential elements in the implementation of new learning situations.

Keywords: Teaching practice. Continuing Education. Teaching. Ludic. Learning.

Resumen

El objetivo de este estudio fue investigar cómo el juego puede convertirse en una herramienta didáctica capaz de mejorar la práctica de la enseñanza, especialmente con el uso de talleres pedagógicos. Para ello, se realizó una investigación bibliográfica y exploratoria con la observación y el análisis de preguntas semiestructuradas a las que respondieron los profesores que participaban en un curso de formación continua (taller pedagógico) en Enseñanza de las Ciencias ofrecido por el Centro de Formación de Profesionales de la Educación (CEFOPE) en Anápolis-GO. El taller contó con la participación de 12 profesores que trabajan en la Enseñanza Fundamental de la ciudad. Los resultados señalan la necesidad de invertir en una formación pedagógica dirigida a los lúdicos capaces de promover el intercambio de experiencias, la ampliación del repertorio docente y el desarrollo de diferentes estrategias de enseñanza para mejorar la práctica docente en el aula. Las consideraciones están dirigidas a ofrecer nuevas orientaciones didácticas para aliviar las dificultades pedagógicas de los profesores con el enfoque de lo lúdico en las Ciencias. El enfoque inculca la imaginación, la curiosidad y la capacidad de percepción, elementos esenciales en la puesta en práctica de nuevas situaciones de aprendizaje.

Palabras clave: Práctica docente. Educación continua. Juego. Aprendizaje.

Introdução

A sociedade contemporânea enfrenta significativas mudanças advindas do processo de globalização e do crescente avanço científico. Esse novo cenário, exige um repensar contínuo sobre a atuação docente. Nesse sentido, Edgar Morin ressalta ainda que é preciso refletir de que maneira os professores podem construir uma nova sociedade e contribuir para a melhoria do ensino em todas as etapas da educação básica. Nas palavras do autor:

A resposta à pergunta de Karl Marx em suas teses sobre Feuerbach: “Quem educará os educadores?” consiste em pensar que, em diferentes lugares do planeta, sempre existe

uma minoria de educadores, animados pela fé na necessidade de reformar o pensamento e regenerar o ensino. São educadores que possuem um forte senso de sua missão” (MORIN, 2016, p.98).

Frente a isso, é de suma importância as instituições educativas propiciarem aos docentes condições para desempenharem sua função com qualidade. É preciso investir em políticas educacionais voltadas para a valorização do magistério a fim de torná-lo mais atrativo para que demais pessoas estejam dispostas a seguir a carreira docente.

O professor diante das inúmeras demandas pedagógicas que norteiam a ação docente precisa de forma gradual adquirir um vasto arcabouço de estratégias didáticas. Nesse caso, as metodologias ativas tornam-se importantes aliadas da atividade docente no processo de mediação da aprendizagem. Os apontamentos de Fontana (2000, p.16) reforçam tal ideia uma vez que “quando a mediação exercida pelo professor está, intencionalmente, vinculada a um objetivo bem definido, propicia uma aprendizagem significativa”. O processo pedagógico é capaz de desencadear a construção de novos conhecimentos e oportunizar o desenvolvimento integral das habilidades dos alunos diante de situações didáticas inovadoras.

Dessa maneira, não basta o emprego de novas estratégias de aprendizagem sem que o professor as relacione, de fato, com o conhecimento prático adquirido na escola. Essa falta de articulação pode acarretar prejuízos ao processo de aprendizagem. Exercitar a reflexão na contemporaneidade é defrontar-se com a provisoriabilidade do conhecimento em uma ação contínua, pautada na interpretação de fenômenos socioculturais uma vez que, o potencial reflexivo provém da capacidade inerente do docente de interpretar a realidade educativa na tentativa de transformá-la (FELDMANN, 2009). Merece ainda destacar que:

A formação continuada pode auxiliar a prática reflexiva sobre a atuação do docente. Espaços de formação, de pesquisa, de inovação, de imaginação devem ser incorporados aos momentos formativos e os formadores de professores devem saber criar tais espaços para passarem do ensinar ao aprender em uma troca contínua de saberes (IMBERNÓN, 2011, p.40)

Mediante tal contexto, vale ainda salientar que o homem, enquanto ser pensante, social e histórico, está sempre à procura de algo. Este é um processo permanente no qual faz e refaz constantemente o saber que deve acompanhar as mudanças socioculturais e, porventura, assumir uma postura crítica frente às transformações na sociedade (FREIRE, 2019).

Em um cenário de intensas modificações no campo educacional, a ludicidade vem conquistando papel de destaque ao subsidiar práticas escolares em diversas modalidades de ensino com maior enfoque na Educação Infantil. Assim, o referente estudo tem o intuito de investigar como a ludicidade pode se tornar uma ferramenta didática capaz de melhorar a prática docente em especial com a utilização de oficinas pedagógicas. Para tanto, faz-se uma contextualização teórica sobre a ludicidade, ensino de Ciências e formação docente e em boa medida, discutir a importância da capacitação pedagógica utilizando-se de conceitos balizadores referentes às metodologias ativas, formação docente e aprendizagem significativa.

Fundamentação teórica

Desafios do Ofício Docente no Século XXI

É inegável que a disseminação do conhecimento científico para além dos muros da escola é intensificada pelas diversas tendências pedagógicas na atualidade. Diante dessa realidade, os docentes, em especial o professor de Ciências, em sua árdua tarefa de ensinar precisa adotar artefatos didáticos para que o saber científico se converta em saberes pedagógicos. Para isso, é necessário que o docente acompanhe e compreenda novas concepções científicas e saiba articulá-las com as exigências pedagógicas da atualidade em um processo contínuo.

[...] Torna-se, então, necessária a criação de espaços mediadores de aprendizagem onde os alunos possam falar e, por meio da fala, tomar consciência de suas próprias ideias, além de aprenderem a se comunicar com base num novo gênero discursivo: o científico escolar [...] (CAPECCHI; CARVALHO, 2000, p.07).

Ao promover a aprendizagem científica esse novo profissional da educação imerso nessas inovações, precisa desenvolver múltiplas habilidades no intuito de compreender o panorama sociocultural do qual faz parte e garantir mecanismos para que seus alunos gostem de aprender. Além disso, compete ao professor manter a essência de seu ofício, ressignificar situações de aprendizagem em um processo de mediação ativo, capaz de atenuar possíveis lacunas metodológicas existentes, haja vista que o fazer pedagógico na contemporaneidade requer uma reflexão constante sobre a importância do papel mediador diante dos desafios na arte de ensinar. Damasceno e Santos (2004) defendem a troca de experiências como uma estratégia de grande relevância na formação continuada e na superação de desafios e dilemas para ensinar Ciências na educação básica.

Uma educação científica que almeje efeitos pedagógicos profícuos não pode se limitar somente a repassar informações de caráter meramente mnemônico, mas, contribuir para a construção de conhecimentos embasados em propostas lúdicas desafiadoras com o propósito de complementar o ensino verbalizado que muitas vezes corrobora na fragmentação de conceitos científicos. Deve incentivar a reflexão a partir de situações problematizadoras, instigar a curiosidade e o senso crítico. É cada vez mais perceptível a inserção de metodologias lúdicas no universo escolar, o que torna imprescindível a adoção de um “novo olhar” pedagógico pelos docentes em relação a temática, ainda pouco explorada na área de Ciências.

Destarte, Nóvoa (1995, p.45) defende que “conhecer novas teorias e novas metodologias faz parte do processo de construção da identidade profissional”, mas não bastam, se estas não possibilitarem ao professor relacioná-las com seu conhecimento prático, construído cotidianamente. A formação continuada deve, então, propor discussões que possam envolver os professores com novas metodologias de ensino de modo a contribuir para as mudanças que se fazem necessárias à melhoria da ação pedagógica na escola e, conseqüentemente, da educação. Contudo, isso não pode ser feito verticalmente, ou seja, a técnica não pode ser levada para a sala de aula em detrimento à sua realidade específica, daí a necessidade de a opinião do professor ser considerada e ouvida.

Neste contexto, Marinho et al. (2007, p.11) também avaliam que “a ludicidade não deve ser entendida apenas como um mero passatempo”. Nesse caso, sua função didática requer uma abordagem mais ampla, ou seja, auxiliar diretamente na construção de novas práticas pedagógicas e tentar trazer benefícios para o fazer pedagógico desenvolvido na sala de aula.

O papel do professor na contemporaneidade é mediar a construção dos saberes por meio de metodologias criativas e inovadoras. Freire (2019, p.43) descreve ainda que “o bom professor é o que consegue, em sua ação, trazer o aluno até a intimidade do movimento de seu pensamento em uma ação pedagógica permanente”. Enquanto facilitador da aprendizagem, o docente precisa atuar na construção do conhecimento do educando, tendo em vista a sua participação e cooperação em sala de aula, bem como, melhorias no ensino visto que:

Educar para a cidadania e a participação plena na sociedade pós-moderna é tarefa essencial para enaltecer valores e crenças condizentes com o papel crítico reflexivo desempenhado pelo professor, na formação de cidadãos emancipados, produtores de conhecimento, capazes de vislumbrar uma nova perspectiva de mundo (BEHERENS, 2013, p.18).

O professor não é um ser acabado, finalizado, mas sim um profissional que precisa renovar-se pedagogicamente sendo importante oferecer-lhe capacitações pedagógicas condizentes com os reais anseios dos docentes para que possam adotar novas metodologias (BERBEL, 2011). Quando embasados pedagogicamente, os professores desenvolvem aulas mais atrativas e dinâmicas. Isso ameniza o desinteresse dos alunos pelas aulas de Ciências sendo de suma importância elaborar novas estratégias didáticas que potencializem a criticidade e a capacidade de solucionar problemas.

O desafio de inovar a prática docente envolve, em boa medida, uma nova postura pedagógica, mas especialmente a habilidade de criar ambiência de aprendizagem. Neste cenário, o lúdico, pode representar uma importante ferramenta uma vez que “o lúdico é parte contribuinte do processo de aprendizagem, contudo, muitos professores sabem disso, mas outros ainda necessitam compreender melhor sobre como tornar sua prática mais eficiente e lúdica” (SAVENHAGO; TREVISOL, 2014, p.20).

Quando o professor consegue integrar elementos lúdicos à educação científica, pode explicitar novas concepções e renovar o fazer pedagógico. Nessa perspectiva, Souza (1996, p.03) alerta que é importante “[...] buscar a essência do lúdico e tentar redimensioná-lo além da produção, diversão e entretenimento [...]”. É indubitável que atividades lúdicas podem facilitar a apropriação de conceitos e contribuir para o surgimento de novas situações de aprendizagem.

O emprego da ludicidade no Ensino de Ciências é considerado uma estratégia didático-pedagógica interessante e desafiadora, visto que quando apropriada em sua essência, o docente pode fortalecer sua identidade autônoma e reflexiva sobre sua *práxis* ao longo de sua carreira do magistério. Diante dessa realidade, o lúdico, enquanto princípio didático básico, estético e cultural de humanização (SEDUCE – DC-GO, 2019), pode oportunizar momentos de desenvolvimento de múltiplas habilidades pela sua potencial capacidade de criar novas situações de aprendizagem (KRASILCHIK, 2008). Aqui reforçamos a concepção de que este processo envolve múltiplas abordagens, mas que podem efetivamente se sobrepor para o protagonismo do aluno por meio da técnica, ou em outras palavras, por meio de metodologias ativas.

As Metodologias Ativas e a Atuação do Professor

É evidente que os cenários educativos perpassam por mudanças tanto em sua estrutura curricular como pedagógica, o professor precisa explorar novas formas de ensinar e aprender. Novas teorias e práticas educacionais tendem a emergir com a finalidade de auxiliar os professores a reinventar seu modo de atuar em sala de aula. Essa nova metodologia vem sendo discutida desde meados do século XIX a partir do movimento escola novista tendo por expoente John Dewey.

Nesse contexto, Fernandes et al. (2005, p.447) ressalta que as metodologias ativas são como “[...] estratégias que levam em conta a realidade concreta e a necessidade de se trabalhar, além das questões técnicas, as emoções e as relações interpessoais”. Tais estratégias levam à desfragmentação da estrutura disciplinar, buscam uma melhor adequação dos alunos com sua atuação profissional/social e podem ser alavancadas pelo

desenvolvimento de senso crítico na tomada de decisões e avaliação de cenários diversos.

No tocante ao ensino essa reestruturação pedagógica deve se ancorar na possibilidade de produzir um processo didático que não esteja associado apenas a transmissão de informações, muitas vezes desconexas da realidade educacional. O uso de diferentes estratégias de ensino pode contribuir na implementação de novas propostas didático-pedagógicas nas quais o estudante participa ativamente como corresponsável no processo da aprendizagem e progressivamente atender as configurações de ensino desenvolvido pelas escolas.

Metodologia ativa não é nada novo, todavia, é preciso que o aluno experimente mais, que não fique tão passivo ouvindo orientações que possa caminhar por sua conta própria ou seja, o método acompanha os objetivos de aprendizagem pré-definidos, tirando o foco do conteúdo, o professor não precisa explicar tudo (BERGMANN; SAMS, 2016, p.11)

O professor nesse caso, passa a ser um facilitador e não mais um detentor absoluto do conhecimento, como nas metodologias passivas. O conteúdo tem sua relevância, mas o foco deve recair nos mais relevantes e como trabalhar isso dentro da vida para que seja significativo. O aprendiz acessa o conteúdo previamente para que em sala de aula receba um acompanhamento personalizado, aprofundado, ampliado, debatido e sintético, método conhecido como sala de aula invertida para o domínio (ALVES, 2016; BERGMANN; SAMS, 2016).

Mediante a tal contexto, o docente precisa superar algumas fragilidades didáticas, seu planejamento precisa ser mais flexível centrado no aluno e em suas necessidades. As aulas devem ser planejadas e focadas na escuta do aluno, o desenvolvimento de competências precisa estar articulado com os reais anseios do estudante. Assim, os métodos ativos funcionam como uma caixa de ferramentas para que os objetivos sejam alcançados (LEAL; MIRANDA; NOVA, 2017).

As metodologias ativas podem induzir os alunos a pensar e não apenas observar o professor, ouvir e anotar instruções. Na prática elas são consideradas atividades pedagógicas envolventes que trazem o aluno para o centro do processo de ensino. Induz o fazer e o pensar em um processo

reflexivo sem a necessidade de banir a aula expositiva que acaba adquirindo uma nova abordagem didática baseada na cooperação, na criatividade e na curiosidade (BERGMANN; SAMS, 2016).

A adoção de diferentes estratégias pedagógicas por meio de um planejamento que abarque diferentes aspectos como a realidade experienciada pelo aluno, seus reais anseios, a ampliação cognitiva perante os desafios de aprender conteúdos científicos tidos como irrelevantes pode trazer inúmeros benefícios é sem dúvida a ludicidade pode contribuir para que isso aconteça.

As metodologias ativas, ainda conforme as assertivas de Morán (2015), ganham cada vez mais destaque nas práticas docentes visto que potencializam a participação ativa do aluno. Tal fato quando parte de um planejamento com objetivos bem definidos, assegura uma maior autonomia no processo de aprendizagem com maior integração e dinamismo.

O Lúdico e o Ensino de Ciências

Práticas lúdicas, quando inseridas no planejamento escolar com finalidades específicas, podem colaborar para o desenvolvimento de múltiplas habilidades no educando, estreitar a construção de laços afetivos, melhorar as interações socioculturais e ampliar a capacidade psicocognitiva. Kishimoto (2011) reforça essa ideia ao afirmar que o brincar é uma necessidade humana inata, ela faz parte do universo infantil e garante a reformulação de conceitos, o estabelecimento de relações lógicas, o desenvolvimento da linguagem, da cognitividade e da expressão corporal.

O emprego da ludicidade nos espaços escolares visa reforçar habilidades sociointerativas diminuindo a agressividade e ampliando o contato do indivíduo com novos horizontes. A agressividade, a desatenção ou desinteresse podem ser resultado de conflito de linguagens, até mesmo, linguagens corporais e artísticas. Neste ponto, a ludicidade é reconhecida como componente específica associada com percepção, expressividade e imaginação (SEDUCE - DC-GO, 2019). As brincadeiras e jogos, componentes potencialmente lúdicos, possibilitam a diversão, o entendimento de regras, participação coletiva, obediência e respeito ao próximo (SEDUCE - DC-GO,

2019). Neste sentido, a ludicidade pode caracterizar múltiplas linguagens e potencialmente promover habilidades de inteligências múltiplas.

Fator indispensável na aproximação entre o real e o imaginário, o lúdico pode ser um grande aliado do professor no processo de aprendizagem, principalmente no ensino fundamental, fase em que as crianças estão mais propensas a desvelar o mundo que as cerca (D'AVILA, 2010). Nesse contexto, o lúdico enquanto estratégia facilitadora da aprendizagem pode possibilitar a apropriação significativa do conhecimento (LENON, 2011). Surge a necessidade de utilizar diferentes estratégias de ensino e diversificar as práticas.

Os professores enfrentam ainda dificuldades metodológicas ao apropriar-se do lúdico em Ciências, isso revela que a temática precisa ser debatida de forma reflexiva nos espaços escolares, visto a pouca ênfase dada a ela no Ensino de Ciências. Por que isso acontece? Uma análise minuciosa das considerações feitas pelos docentes participantes, a partir do questionário aplicado durante o estudo permitiram elencar dificuldades didático metodológicas. Mais adiante isso será minuciado.

No que tange à ação docente, o professor atua de modo a propiciar estratégias nas quais os alunos entendam e apliquem a ciência no cotidiano de maneira crítico e reflexiva (SOARES et al., 2014). É preciso, então, que o ensino de Ciências Naturais oportunize ao educando expressar seus modos de pensar, de questionar e de explicar o mundo.

A maioria dos docentes ainda concebe a ideia errônea de que é preciso utilizar brincadeira e jogos durante as aulas de forma desmedida, não planejada, como tentativa de ser um professor criativo aberto às inovações. A ludicidade em um viés formativo sem dúvida, é essencial para que o professor consiga aprimorar sua prática e coletivamente desenvolver recursos didáticos interessantes e desafiadores, aumentando o rol de atividades de natureza lúdica voltados para o Ensino de Ciências (SOUZA, 1996).

Esse tipo de metodologia oportuniza um clima de entusiasmo, é este aspecto de envolvimento que garante a ludicidade um forte teor motivacional; capaz de suscitar um estado de vibração e euforia. Kishimoto (2011, p. 34) diz: “[...] no contexto cultural e biológico as atividades são livres, alegres e envolvem uma significação. Possui um grande valor social, pois, favorece o desenvolvimento motor, estimula a vida psíquica e a

inteligência e contribui para a adaptação ao grupo preparando para viver em sociedade [...]”. Essa realidade ainda parece inalcançável nos espaços escolares, visto que muitos professores ainda não utilizam jogos e/ou brincadeiras de forma crítica e sistemática, com uma finalidade clara e um significado definido com o propósito de mensurar o que realmente foi aprendido, após sua aplicação em sala de aula. Perante tal situação:

O professor deve organizar suas atividades para que sejam significativas para o aluno. Deve criar condições para um trabalho em grupo ou individual, facilitando seu desenvolvimento. Pois, é no lúdico que a criança tem a oportunidade de vivenciar regras, normas, transformar, recriar, aprender de acordo com suas necessidades, desenvolver seu raciocínio e sua linguagem (PINTO; TAVARES, 2010, p. 21).

Apesar de parecer algo simples de fácil organização, a prática pode ser bem diferente se a atividade lúdica nas aulas de Ciências não for bem planejada. Pode passar a ideia de algo “simplista”, sem sentido pedagógico. Dentre os principais entraves enfrentados pelos professores em implementar o lúdico vale aqui destacar: A inexperiência, o receio de perder o controle da turma, a falta de embasamento teórico, a carência de materiais pedagógicos, o tempo reduzido das aulas e a infraestrutura escolar precisam ser debatidos para que sejam então superados nos espaços escolares (D’AVILA, 2010).

É cada vez mais recomendado o uso de atividades lúdicas nas aulas de Ciências e em outras disciplinas de maneira intimamente associada à aprendizagem ativa e significativa. A ludicidade é principalmente próxima à educação infantil, trata-se de traço cultural tipicamente infantil, mas não limitada à criança. Alinha-se ao princípio estético e cultural de humanização no mesmo grau de importância da criatividade, sensibilidade e liberdade de expressão. Quando se considera as mudanças biológicas e psicossociais inerentes ao desenvolvimento humano, a ludicidade é fator transformador (SEDUCE - DC-GO, 2019). Além disto, a ludicidade é reconhecida como um dos princípios didáticos básicos acompanhada da significatividade, outro princípio didático básico (SEDUCE - DC-GO, 2019). Portanto, a Teoria de Aprendizagem Significativa deve estar intimamente conectada pedagogicamente com a ludicidade. Neste contexto pedagógico do ensino de

ciências, ensinar não se restringe a transmitir informações ou apresentar apenas um caminho prevalecente na perspectiva do professor, mas sim elaborar ativamente situações de aprendizagem em que o aluno possa tomar consciência de si mesmo, dos outros e da sociedade (SOARES et al., 2014) com o propósito de experimentar novas situações de aprendizagem.

Destarte, aulas de cunho lúdico demandam de investimento pedagógico e de formação continuada pelo professor, que ao exercer o papel de mediador da aprendizagem, orienta a aula e guia o aprendizado. Preparar a aula com cuidado e compreender os objetivos que devem ser alcançados são fundamentais para que as atividades lúdicas tenham sucesso e não se transformem somente em momentos de descontração, sem nenhuma consequência pedagógica humanizadora, criativa, colaborativa, participativa e facilitadora para novas aprendizagens.

A ampliação de espaços dialógicos sobre novas formas de ensinar e aprender parece uma boa alternativa para fazer ciência. Novas propostas lúdicas voltadas para o Ensino de Ciências estimulam a curiosidade, a capacidade analítica e questionadora e podem ser casos de sucesso quando aplicadas com intencionalidade e se resultarem de um planejamento pedagógico coerente e preciso (D'AVILA, 2010). À vista disso, a ludicidade pode ser uma ferramenta pedagógica utilizada na de ressignificar a percepção pedagógica dos docentes envolvidos no estudo. Quando o professor utiliza o lúdico em uma vertente pedagógica gradativamente complexa, adquire uma predisposição a mudanças na ação docente como tentativa de romper com metodologias tradicionais e potencializar a criatividade e a capacidade crítico e reflexiva.

Jogos e Brincadeiras como Estratégias Significativas de Ensino

O cenário educativo passa por mudanças político pedagógicas que exigem do professor um empenho maior na busca por “novas estratégias” e ferramentas didáticas que auxiliem na execução do trabalho pedagógico. Ainda existe muita resistência no desapego ao ensino tradicional, amplamente utilizado pelos professores. É preciso perceber que os alunos de hoje não são os mesmos de décadas anteriores e, por essa razão, a adoção de diferentes metodologias pode ser considerada uma boa alternativa para que

ocorra uma aprendizagem significativa com fins didáticos mais envolventes, atrativos e interessantes.

O Ensino de Ciências precisa ser dinâmico, pois a gama de termos e conceitos apresentados no decorrer do ensino fundamental pode torná-lo “tedioso” e “cansativo”. Segundo Silva, Metrau e Barreto (2007) as atividades lúdicas favorecem o brincar, permitindo a expressão genuína dos anseios infantis. O “brincar” proporciona uma maior interação e estimula a socialização entre os alunos, importante ação para o desenvolvimento psicológico e escolar.

Assegurar estratégias que proporcionem a socialização na escola é indispensável, pois cria entre os alunos um ambiente de colaboração e interação que permanece por toda sua vida. Propostas lúdicas fortalecem as relações entre os indivíduos, criam situações de competição saudável e busca pela vitória. Os esforços para vencer em um jogo, por exemplo, favorece a busca por fatos interessantes e informações adquiridas ao longo das aulas.

O jogo pelo jogo, dentro da sala de aula, sem objetivo definido não é válido, pois não possibilita a construção, a associação, a organização de conhecimentos necessários para o estudante trabalhar e relacionar os conteúdos propostos à sua vivência. Santos (2011, p.13) reforça que “O jogo não tem valor educativo em si mesmo e sim o seu uso. Esse momento de descontração e relaxamento servirá de suporte para construção da identidade da criança”.

Nesse sentido, o professor deve mediar o desenvolvimento e a aprendizagem dos alunos. O lúdico, se aplicado com finalidade pedagógica, estimula o cognitivo, lembrando assuntos importantes abordados em sala de aula, o que faz com que os alunos demonstrem maior interesse sobre o conteúdo. Concomitantemente, torna o ensino mais prazeroso e desperta emoções e envolvimento entre os alunos. Além do mais é considerado um recurso valioso que estimula a construção de um ambiente crítico, a fim de não só reforçar conceitos de natureza científica, mas também construir novos conhecimentos (D’AVILA, 2010).

O uso de brincadeiras pedagógicas é um recurso pedagógico que pode auxiliar a ampliação de conhecimentos científicos que muitas vezes passam despercebidos e estão presentes no cotidiano. A contextualização nesse caso

é essencial para o fortalecimento das interações cognitivas para construção de novas situações de aprendizagem (MOREIRA; MASINI 2006).

É indiscutível que o conteúdo abordado em sala de aula deve fazer sentido para o indivíduo. Ele é um ser em formação que traz consigo experiências, dúvidas e anseios que merecem ser respeitados e valorizados pelo professor. Sem dúvida o docente precisa utilizar estratégias de ensino eficazes para que o educando consiga melhorar seu grau de assimilação e inter-relacionar conceitos de natureza científica na tentativa de compreender com mais precisão o mundo do qual ele faz parte.

A utilização de brincadeiras com fins pedagógicos parece ser uma estratégia instigante e desafiadora na aquisição de novos conceitos. D'Avila (2010, p.09) enfatiza que “o brincar está relacionado ao desenvolvimento afetivo e psicognitivo com maior impacto no desenvolvimento infantil”, esse processo também pode contribuir de modo significativo nas demais etapas da educação para que o adolescente também aprenda a respeitar regras e consiga interagir com os colegas. Atrelado a esse contexto, merece destacar as relações existentes entre desenvolvimento humano e educação. A ação didática docente em um viés lúdico está inserida em oito dimensões que balizam as atividades lúdicas e se relacionam mutuamente no fazer pedagógico:

O [...] social: diz respeito à importância das relações sociais que são estabelecidas entre os sujeitos envolvidos em uma atividade lúdica; cultural: está ligada ao fato de que a atividade lúdica é uma forma de recriar a realidade e de se conhecer os hábitos dos sujeitos envolvidos, em um dado momento histórico e local das sociedades; educacional: trata do potencial de aprendizagem intelectual, emocional e física presentes em uma atividade lúdica; imaginária: refere-se à situação imaginária vivenciada pelos participantes, que, simbolizando e criando personagens e ambientes, conseguem dar um sentido próprio à atividade lúdica; reguladora: está relacionada diretamente às regras, que podem ser implícitas ou explícitas, mas que regulam e determinam o que é ou não válido na atividade lúdica; livre/spontânea: permite que o participante tenha liberdade para escolher seu percurso dentro da atividade, inclusive se deseja ou não participar dela, pois ela deve ser prazerosa, e não obrigatória; temporal/espacial: relaciona-se aos espaços definidos para a atividade lúdica acontecer e o tempo previsto para que ela se desenvolva, determinada pelos praticantes ou por um observador externo; diversão/prazer: aspecto diretamente ligado ao lúdico em sua origem a partir dos sinônimos de divertimento e de alegria,

condição para que a atividade mantenha o seu caráter e não se torne uma tarefa (LOCATELLI, LIMA E ALTARUGIO, 2016, p.78).

Nesse sentido, vemos que a ludicidade em seu aspecto pedagógico, apresenta uma gama de possibilidades para que o professor desenvolva estratégias inovadoras condizentes com o grau de maturidade cognitiva dos alunos em uma frutífera mediação, haja vista que a aquisição de saberes estão fortemente ancorados ao modo como esse indivíduo percebe e lida com as situações cotidianas, por ele experienciadas de forma única e singular.

Oficinas Pedagógicas e suas Implicações Lúdicas

Oficina remete a ideia de espaço de produção de construção de múltiplos conhecimentos, adquiridos pela troca de experiências associadas ao arcabouço metodológico como possibilidade de aprofundar sobre as especificidades da educação, a escola e a prática que nela se efetiva. É marcada pelo exercício do pensar e do criar em uma constante reconstrução do saber. Esse tipo de metodologia facilita o aprendizado uma vez que ocorrem a apropriação, construção e produção de conhecimentos aproximando teoria e prática, de forma ativa e reflexiva. Além disso, permite um maior contato com o tema em questão ao fazer uso de estratégias pedagógicas desafiadoras, que enriquecem a prática pedagógica do docente e, conseqüentemente, aproxima o aluno do objeto de estudo e de questões da contemporaneidade (CANDAU, 1995).

São consideradas importantes ferramentas capazes de subsidiar o ofício docente, uma vez que, o professor pode criar um acervo manual teórico experimental de materiais pedagógicos para futuras eventuais consultas. Ademais, oportuniza a reflexão sobre propostas didáticas com a utilização de materiais simples e de baixo custo na tentativa de ressignificar e/ou ampliar conceitos de forma criativa.

Nesse sentido, merece destacar os apontamentos de Paviani (2005, p.23) ao conceber que a oficina é uma forma pela qual o conhecimento escolar pode ser elaborado, sendo uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas de maneira prática, colocando o aluno na condição de agente

ativo e reflexivo, no processo de aprendizagem ao professor incube apenas mediar as tarefas.

O caráter lúdico empregado em oficinas didáticas é de extrema relevância, posto que a ludicidade pode estreitar o elo de ligação entre alunos e professores, pois oferece infinitas possibilidades de aprendizagem ultrapassando a didática realizada a partir do ensino tradicional ainda amplamente difundido nas práticas desenvolvidas pelos docentes.

Diante dessa ótica pedagógica, o sucesso da aprendizagem em atividades práticas dependem muito da estratégia adotada pelo docente ao desenvolvê-la, pois para que o educando construa e aprimore conceitos é necessário que essa atividade seja atrativa, possua um caráter instigante, divertido, investigativo e questionador, capaz de valorizar os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

As oficinas pedagógicas são exemplos de atividades que garantem aprendizagens oriundas da integração entre teoria e prática. Nessa perspectiva, Candau (1995) ressalta ainda que uma oficina apresenta elementos lúdicos ao propor temáticas que, além de corroborar na resolução de problemas cotidianos.

Esse tipo de atividade quando bem planejada, possibilita aos alunos o desenvolvimento de habilidades afetivas, cognitivas, físicas e morais além de enaltecer a imaginação, fator importante na busca pela autonomia cognitiva, ainda pouco explorada nas aulas de Ciências no Ensino Fundamental.

Metodologia

De acordo com os preceitos de Libâneo (2009, p.27) “... [o método] decorre de uma concepção de sociedade, da natureza, da atividade prática humana no mundo, do processo de conhecimento e, particularmente, da compreensão da prática educativa numa determinada sociedade”. É concebido como uma resposta pedagógica às necessidades de apropriação sistematizada do conhecimento didático pedagógico.

Nesse sentido, foi empregado no desenvolvimento da pesquisa o caráter bibliográfico e exploratório com observação e análise de questões semiestruturadas respondidas pelos professores inscritos no Curso de

Formação (oficina pedagógica) intitulado “Práticas Lúdicas como Instrumento de Ressignificação Pedagógica no Ensino de Ciências”, no período de abril a junho de 2017. O questionário foi aplicado no mês de junho ao término da capacitação pedagógica. O grupo amostral escolhido é formado por docentes atuantes no Ensino Fundamental na cidade de Anápolis-Goiás, em sua maioria Pedagogos.

O referido questionário contém questões relativas à experiência docente, com enfoque principal na ludicidade, e sua importância na ressignificação das práticas utilizadas pelos docentes que, mesmo de forma subentendida, está permeada de intenções lúdicas. Foram analisados 12 questionários com a finalidade de perceber como os professores se apropriam e aplicam as metodologias lúdicas e como elas interferem na atividade docente, mantendo o anonimato dos envolvidos.

Após a aplicação do questionário realizou-se a análise dos dados. Percebe-se se que a formação continuada é um instrumento essencial capaz de alicerçar a prática docente, indicar novas diretrizes e por conseguinte, ampliar o aparato metodológico utilizado pelos docentes em sala de aula.

Diante desse contexto foi elaborado o quadro 1 com as principais questões balizadoras desse estudo, com a finalidade de demonstrar como foi estruturado o instrumento de coleta de dados utilizado no referido estudo.

Quadro 1 – Questões norteadoras utilizadas como instrumento de coleta de dados com enfoque em ludicidade aplicada aos professores do ensino fundamental do município de Anápolis, GO

QUESTÃO	ESPECIFICIDADES PEDAGÓGICAS ABORDADAS	INTENCIONALIDADE
01	Conceituar ludicidade embasado em conhecimentos prévios adquiridos ao longo do ofício docente.	Diagnóstica
02	Aferir a periodicidade com que o professor utiliza práticas lúdicas no decorrer das aulas.	Nível de Proatividade Docente
03	Verificar quais as principais metodologias de cunho lúdico são utilizadas pelo docente ao elaborar suas aulas.	Capacidade Criativa

04	Averiguar o grau de importância atribuída pelo docente à ludicidade inserida no Ensino de Ciências.	Inter-relacionar Teoria x Prática Aplicada
05	Desvelar as contribuições das atividades lúdicas para uma aprendizagem significativa.	Potencial de Inovação
06	Atrelar o processo de formação continuada ao aperfeiçoamento pedagógico.	Necessidade de Aprimoramento didático-metodológico
07	Relatar experiências e saberes adquiridos baseados nas oficinas realizadas durante o curso.	Capacidade de auto-conhecimento ao expor opiniões e ideias
08	Investigar se as metodologias propostas no decorrer da formação continuada oportunizaram a aquisição de novos saberes relativos ao Ensino de Ciências.	Diagnóstica

Diante do quadro síntese, percebe-se a importância de vincular a ludicidade à formação pedagógica docente a fim de que, progressivamente, os professores de Ciências consigam inovar as práticas e, por conseguinte, contribuir para melhoria da aprendizagem sob diversas perspectivas didático metodológicas.

Os dados coletados foram analisados embasados nos referenciais de Mizukami (2010) e Carvalho e Gil Pérez (1993) que retratam a importância do aperfeiçoamento docente “continuum” para a implementação de novas propostas metodológicas condizentes com os reais anseios de todos os envolvidos no processo educativo.

Merece salientar a importância de fomentar discussões que envolvam a ludicidade para delinear novos caminhos para a educação em Ciências. Utilizou-se da abordagem quali-quantitativa, ao tentar explicar fenômenos pedagógicos voltados ao aprender e ensinar Ciências na educação básica.

Pretende-se, desse modo, promover discussões a fim de desvelar os principais aspectos que norteiam as práticas pedagógicas utilizadas pelos docentes nas aulas de Ciências e encontrar alternativas didáticas capazes de desvelar a complexidade que envolve o processo de formação continuada por meio de debates e reflexões permanentes envolvendo a ludicidade em uma nuance didático reflexiva. Nessa linha de raciocínio Lima (2008, p.02)

salienta que práticas lúdicas em um contexto pedagógico são recursos formativos e de autodesenvolvimento, cruciais para uma atuação docente de qualidade para que o lúdico seja plenamente vivenciado nos espaços escolares e se torne peça estruturante de saberes científicos que porventura exigem do professor ousadia, dinamismo e criatividade.

Resultados e discussão

Conforme as habilidades pedagógicas que podem ser desenvolvidas com a utilização das oficinas foi possível analisar e discutir o caráter didático metodológico nela expressos. Considerando a perspectiva dos docentes participantes do estudo foi possível elencar duas categorias de análise descritas a seguir:

Aplicabilidade didática e enfoque formativo

A) Aplicabilidade didática: Essa categoria tem por finalidade investigar o papel das oficinas enquanto recurso facilitador da aprendizagem em Ciências

A concepção pedagógica que ainda prevalece na contemporaneidade entre muitos professores sobretudo de Licenciaturas Específicas principalmente aquelas voltadas para as Ciências Biológicas e exatas onde muitas vezes a experiência adquirida na prática não é valorizada no decorrer dos anos como profissional da educação (ASTOLFI; DEVELAY, 1994).

Diante da carência de aperfeiçoamento didático-pedagógico, Carvalho e Gil-Pérez (1993, p.36) reforçam necessidades prioritárias a serem adotadas pelos professores fortemente ancoradas em pressupostos de mediação da aprendizagem. Nesse sentido as oficinas pedagógicas quando empregada com a intencionalidade pode oferecer aos docentes uma série de alternativas metodológicas para que o aprendizado científico seja mais dinâmico e atrativo. Desvela-se a necessidade do professor saber o conteúdo a ser ensinado, a capacidade e habilidade de saber preparar propostas metodológicas variadas com a finalidade de oportunizar aos alunos a busca por uma aprendizagem significativa, maximizada pela

mediação ativa do docente durante o fazer pedagógico. Isso tende a ampliar a visão simplista do aluno em aprender e a fazer ciência.

As considerações docentes no desenrolar do curso, revelam que cerca de 90% perceberam que a ludicidade é um elemento importante para dinamizar a prática em sala de aula, porém não souberam definir quais estratégias pedagógicas empregariam para ressignificar e melhorar suas aulas. Ao utilizarmos o lúdico no processo de aprendizagem é possível ensinar os conteúdos de uma maneira mais dinâmica e prazerosa, buscando, dessa forma, cada vez mais, o interesse em aprender coisas novas



Gráfico 1 – Propostas lúdicas utilizadas por professores para dinamizar as aulas de Ciências no Ensino Fundamental em Anápolis Go

Fonte: Própria

Ao analisar o gráfico nota-se que grande parte dos docentes ainda concebem a exibição de vídeos como a principal metodologia empregada para dinamizar as aulas. Isso aponta a necessidade de propor novas capacitações pedagógicas e, por conseguinte, disseminar a importância de educar cientificamente em um viés lúdico no município de Anápolis com a utilização

de diferentes metodologias sem deixar de considerar as especificidades locais de cada instituição de ensino.

B) Enfoque formativo: Assim como na categoria referente a temática anterior, nessa encaixam-se as respostas dos cursistas que alegam que as capacitações pedagógicas são essenciais para que os professores consigam aumentar seu arcabouço metodológico ao trabalhar oficinas voltadas para o ensino de Ciências.

Ainda temos um longo caminho a percorrer uma vez que para Trivelato (2003, p.11) “as formações pedagógicas são ainda incipientes na perspectiva de acarretar mudanças na prática docente”. É fundamental oferecer cursos em que professores possam compreender os aspectos teóricos e metodológicos inerentes à prática vivenciada por ele na sala de aula. Uma formação reflexiva e abrangente que vá além da reprodução mnemônica de conceitos científicos, capaz de promover debates, trocas de experiências e assegurar um aperfeiçoamento contínuo. Nesse contexto, vale mencionar algumas concepções dos docentes (letra P representa cada um dos professores) a respeito de ludicidade:

P1 - É uma forma de trabalhar com jogos e brincadeiras com objetivo didático e pedagógico.

P2 - Ensinar e aprender de forma divertida.

P5 - Realizar as atividades didáticas com práticas lúdicas e com isso ampliar e favorecer o aprendizado em sala de aula.

P8 - Forma criativa de desenvolver conhecimentos

P11 - A arte de ensinar através de atividades ou práticas que dão prazer aos alunos.

A análise das assertivas indicam a necessidade de ampliar discussões embasadas na utilização de estratégias metodológicas de cunho lúdico próximas da realidade vivenciada pelo professor “in loco” como tentativa de ampliar seu nível intelectual e, conseqüentemente, trazer melhorias em sua atuação, uma vez que todos os envolvidos no processo educativo tendem a ser beneficiados em razão de ações formativas coerentes e planejadas com a intencionalidade de ressignificar as práticas pedagógicas adotadas nas unidades escolares.

As falas dos docentes exploram bem a natureza construtivista que uma oficina apresenta mesmo que de forma implícita. Essa atividade proporciona valiosos momentos de construção e reconstrução do conhecimento, fato relevante na contextualização do ensino de ciências. Nesse sentido é primordial que as capacitações pedagógicas estejam alinhadas a inserção gradativa de novas metodologias. Isso só será possível com o desenvolvimento de novos recursos didáticos e as oficinas pedagógicas são essenciais na viabilização desse processo.

O professor diante dessa ótica deve explorar sua criatividade e ser capaz de promover diversas situações de aprendizagem. Na medida em que consegue avanços metodológicos, estimulam seus alunos, os conduzam a pensar, criticar, pesquisar e descobrir conhecimentos em sala de aula, sempre com a maior identidade possível com o cotidiano do aluno (SANTOS, 2011).

A apropriação do conhecimento e a assimilação de conceitos científicos caracterizam importantes ferramentas no processo de aprendizagem. A relação entre diferentes conceitos, ou seja, sua inter-relação proporcionam momentos valiosos capazes de gerar uma aprendizagem mais significativa

Para ensinar Ciências é necessário por parte do docente muito mais do que o conhecimento da matéria específica, ele necessita ter um maior embasamento científico, pedagógico e sociocultural com a finalidade de promover um ensino mais contextualizado, dinâmico e envolvente. É notória a necessidade de o município “investir em novas práticas didáticas que fomentem a troca de experiências, os debates coletivos e a ampliação dos conhecimentos pedagógicos e científicos no decorrer do ensino fundamental” (CARVALHO; GIL PÉREZ, 2011).

Considerações finais

São notáveis ainda as dificuldades metodológicas dos docentes em se apropriar do lúdico nas mais diversas áreas inclusive no Ensino de Ciências. Tal fato indica que a temática tem relevância para ser analisada, debatida e atualizada de forma crítica e reflexiva nos espaços escolares com a finalidade de potencializar e/ou ampliar discussões para que os professores aprimorem suas práticas pedagógicas e desenvolvam meios propícios à contextualização. Essa

estratégia em boa medida, muda o foco tradicional da aprendizagem muitas vezes voltada para a mera “cognição”, e passa a incorporar a ação-reflexão.

Consideramos ser indispensável, nessa nova dinâmica pedagógica, promover capacitações que possibilitem ampliar o rol didático pelo professor e ampliar a realização de discussões e debates como alternativa de encontrar mecanismos eficientes que promovam a implementação de novas habilidades metodológicas, baseadas nas vivências adquiridas ao longo da carreira do magistério na Educação Básica.

O processo formativo é contínuo sendo importante oportunizar aos docentes a aquisição gradativa de diferentes estratégias de ensino capazes de atender as exigências pedagógicas da contemporaneidade, particularmente na abordagem lúdica. Contudo, perceber no lúdico um recurso didático, que está além de ser apenas jogos e brincadeiras, de propor divertimento ainda é um desafio para muitos professores. O lúdico pode oportunizar o desenvolvimento de habilidades psicognitivas, sociais, a aquisição de conteúdos de forma mais prazerosa permitindo assim ao educando construir sua própria forma de aprender sob diversas situações de aprendizagem.

Quando o professor reconhece a importância de implementar novas práticas pedagógicas ele desenvolve habilidades que possibilitem perceberem na ludicidade infinitas possibilidades de (re)construção do conhecimento científico para o ensino de Ciências. Vale destacar ainda que as aulas lúdicas necessitam de grande dedicação e habilidades metodológicas por parte do docente. Ele deve mediar e guiar o aprendizado rumo a melhoria da qualidade do ensino. Preparar a aula com cuidado e compreender os objetivos que devem ser alcançados são cruciais para que a aprendizagem tenha o êxito desejado e traga novos subsídios metodológicos ao fazer pedagógico, atenuando as dificuldades enfrentadas pelos docentes na árdua tarefa de ensinar nos espaços escolares.

Referências

ALVES, F. Design de Aprendizagem com Uso de Canvas. São Paulo: DVS, 2016.

- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ASTOLFI, J.; DEVELAY, M. A Didática das Ciências. São Paulo: Papirus, 1994.
- BEHERENS, M. Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, v. 32, n. 1, p. 25–40, 2011.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- CANDAU, V. M. et al. *Oficinas Pedagógicas de Direitos Humanos*. 2ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P, *Interações Discursivas na Construção de Explicações para Fenômenos Físicos em Sala de Aula*. VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências, Florianópolis 2000.
- CARVALHO, A. P. C.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências: Tendências e Inovações*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993.
- DAMASCENO, A. R.; SANTOS, L. L. P. Da Formação no Corredor ao Corredor de Formação. *Revista Presença Pedagógica*, v. 10, n. 55, p. 19-29, 2004.
- D’AVILA, C. M. Eclipse do Lúdico. *Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*. Salvador, v. 19, n. 25, jan./jun., 2010.
- FELDMANN, M. G. *Formação de Professores e Escola na Contemporaneidade*. São Paulo: Senac, 2009.
- FERNANDES, J. D. et al. Diretrizes curriculares e estratégias para implantação de uma nova proposta pedagógica. *Revista da Escola de Enfermagem*, São Paulo, v.39, n.4, p.443-449, dez. 2005.
- FONTANA, R. *Mediação Pedagógica na Sala de Aula*. Campinas: Autores Associados, 2000.
- FREIRE P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. 58. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

IMBERNÓN, F. Formação Docente e Profissional: Formar-se para a Mudança e a Incerteza. 9 ed. São Paulo: Cortez, 2011

KISHIMOTO, T. M. Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação. 8.ed. São Paulo: Cortez; 2011.

KRASILCHIK, M. Prática de ensino de biologia. 4ª ed., São Paulo: Editora Edusp, 2008.

LEAL, A. E; MIRANDA, G. J; NOVA, S. P. C. C. Revolucionando a sala de aula: como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem. São Paulo: Atlas 2017.

LENON, A. D. Reafirmando o Lúdico como Estratégia de Superação das Dificuldades de Aprendizagem. In: In: Revista Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Anais. SL, vol. 50, no 56/3, p. 1-15, Out., 2011.

LIBÂNIO, J. C. Didática 3ªed. São Paulo Cortez, 2009.

LIMA, J.M. O jogo como Recurso Pedagógico no Contexto Educacional. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2008.

LOCATELLI, S. W.; LIMA, E. C. C. & ALTARUGIO, M. H. Saberes de Futuras Pedagogas sobre a Ludicidade na Educação Infantil. Rev. Cienc. Educ., Americana, ano XVIII, n.36, p.73-95, 2016.

MARINHO, H. R. B. [et al.]. Pedagogia do Movimento: Universo lúdico e psicomotricidade. 2.ed. – Curitiba: Ipbex, 2007.

MIZUKAMI, M. G. N. et al. Escola e Aprendizagem da Docência: Processos de Investigação e Formação. São Carlos: UFSC 2010.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (orgs.). Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.A.F.S. Aprendizagem significativa: A Teoria de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

MORIN, E. Sete Saberes Necessários a Educação do Futuro. 5ª ed., Rio de Janeiro: Cortez 2016.

NÓVOA, A. Os Professores e a sua Formação. Lisboa: 2 ed. Dom Quixote, 1995.

PAVIANI, J. Interdisciplinaridade: Conceito e Distinções. Caxias do Sul: Educ; Porto Alegre: Pyr, 2005.

PINTO, C. L.; TAVARES, H. M. O lúdico na aprendizagem: apreender e aprender. Revista da Católica, Uberlândia, v. 2, n. 3, p. 226-235, 2010.

SAVENHAGO, S. D; TREVISOL, M. T. C. A contribuição da Ludicidade na Aprendizagem e no Desenvolvimento da Criança na Educação Infantil. Unoesc & Ciência – ACHS, Joaçaba, v. 5, n. 1, p. 17-22, jan./jun. 2014.

SILVA, A, M, T, B; METRAU, M, B; BARRETO, M, S, L. O Lúdico no Processo Ensino Aprendizagem das Ciências. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos-RBEP, Brasília, v. 88, n. 220, p. 445-448, set./dez. 2007.

SANTOS, E. C. Dimensão lúdica e arquitetura: O exemplo de uma escola de educação infantil na cidade de Uberlândia. 2011. 363 f. Tese (Doutorado em Ciências da Informação) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP São Paulo, São Paulo.

SEDUCE (DC-GO) - SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO, C. E E. Documento Curricular para Goiás (DC-GO). Goiânia: [Ensino Fundamental - Anos Iniciais, Volume II], 2019.

SOARES, M. et al. O Ensino de Ciências por meio da Ludicidade: alternativas pedagógicas para uma prática interdisciplinar. Revista Ciências & Ideias VOL. 5, N.1. JAN/AB- 2014.

SOUZA, E. R. O Lúdico como Possibilidade de Inclusão no Ensino Fundamental. Motrivivência, O jogo e o brinquedo na Educação Física, Florianópolis, n. 9, p.339-347, dez. 1996.

TRIVELATO, S. L. F. Um programa de Ciências para Educação continuada. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Formação Continuada de Professores: Uma releitura das áreas de conteúdo. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

“Álcool e direção”: uma abordagem investigativa no estudo de oxirredução em aulas de Química

“Alcohol and driving”: an investigative approach in the study of oxirreduction in Chemistry classes

“Alcohol y dirección”: un enfoque de investigación en estudio de oxirreducción en clases de Química

Alessandra Timóteo Cardoso

Universidade Federal de Goiás
alessandracardoso22k@gmail.com

Nathalia Augusta Urbano Caetano

Instituto Federal de Goiás
nathaliaaugustauc@gmail.com

Marlene Ribeiro da Silva Graciano

Instituto Federal de Goiás
marlene.graciano@ifg.edu.br

Luciano Alves da Silva

Instituto Federal de Goiás
luciano_tj@yahoo.com.br

Resumo

O presente estudo consiste em um relato de experiência investigativa com base na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, usando o tema gerador “Álcool e direção” em aulas de Química. O público-alvo foram os alunos do 4º período do Programa de Fortalecimento do Ensino Noturno (PROFEN) de uma escola Estadual de Itumbiara-GO. Objetivou-se analisar as vantagens da abordagem investigativa no estudo de oxirredução em aulas de Química. Tratou-se de uma pesquisa-ação desenvolvida na perspectiva qualitativa, a fim de analisar a construção do conhecimento dos estudantes acerca do tema gerador, bem como o papel do aluno como principal sujeito no processo de aprendizagem, refletindo investigando o conteúdo proposto. Mediante análise dos dados, pode-se concluir que os alunos relacionaram os conhecimentos prévios deles aos conteúdos trabalhados e, além disso, posicionaram-se criticamente acerca do tema álcool e direção. A abordagem investigativa dos Três Momentos

Pedagógicos mostrou-se relevante nesse estudo, pois os alunos tornaram-se os principais sujeitos na construção do conhecimento, pois se envolveram em todas as atividades propostas.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Ensino de Química. Três Momentos Pedagógicos. Tema gerador. “Álcool e direção”.

Abstract

This study consists of an investigative experience report based on the Three Pedagogical Moments approach, using the generating theme “Alcohol and Driving” in Chemistry classes. The target audience was the students of the 4th period of the Program for the Strengthening of Evening Education (PROFEN) of a State school in Itumbiara-GO. The objective was to analyze the advantages of the investigative approach in the study of oxirreduction in chemistry classes. It was an action-research developed in the qualitative perspective, in order to analyze the construction of the students' knowledge about the generating theme, as well as the role of the student as the main subject in the learning process, reflecting the proposed content. By analyzing the data, it can be concluded that the students related their previous knowledge to the contents worked and, in addition, positioned themselves critically about the theme of alcohol and direction. The investigative approach of the Three Pedagogical Moments proved to be relevant in this study, since the students became the main subjects in the construction of their knowledge, generating a great involvement in all the proposed activities.

Keywords: Research teaching. Chemistry teaching. Three Pedagogical Moments. Generator theme. “Alcohol and driving”.

Resumen

El presente estudio consiste en un relato de experiencia investigativa basado en el abordaje de los Tres Momentos Pedagógicos usando el tema generador “Alcohol y dirección” en clases de Química. El público objetivo fueron los estudiantes del 4º período del Programa de Fortalecimiento de la Enseñanza Nocturna (PROFEN) de una escuela Estadual de Itumbiara-GO. Se objetó analizar las ventajas del enfoque investigativo en el estudio de oxirreducción en la enseñanza de Química. Fue una investigación de acción desarrollada en una perspectiva cualitativa, con el fin de verificar la construcción del conocimiento de los estudiantes sobre el tema generador, así como el papel del estudiante como sujeto principal en el proceso de aprendizaje, reflexionando y analizando el contenido propuesto. Mediante análisis de los datos se puede concluir que los alumnos relacionaron sus conocimientos previos a los contenidos trabajados y además se posicionaron críticamente sobre el tema alcohol y dirección. El enfoque investigativo de los Tres Momentos Pedagógicos resultó relevante en ese estudio, pues los alumnos se convirtieron en los principales sujetos en la construcción de su conocimiento, generando una gran participación en todas las actividades propuestas.

Palabras clave: Enseñanza por investigación. Enseñanza de Química. Tres Momentos Pedagógicos. Tema generador. “Alcohol y dirección”.

Introdução

Há vários anos, o tema bebida e direção vem estampando várias revistas publicitárias de modo a alertar a população brasileira quanto aos perigos de dirigir sob os efeitos do álcool. A última Pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico - Vigitel, foi realizada pelo Ministério da Saúde no ano de 2019, com aproximadamente duas mil pessoas, entre homens e mulheres, em cada capital do país, incluindo o Distrito Federal. Dados dessa pesquisa revelaram que na soma das 27 cidades, 5,6% das pessoas entrevistadas afirmaram dirigir após consumo de bebidas alcoólicas, sendo que, a grande maioria (9,7%) dos indivíduos são homens e 2,1% são mulheres (BRASIL, 2020). A pesquisa também mostrou que, a prática de dirigir sob efeito de álcool diminui a partir dos 35 anos de idade em mulheres, e dos 45 anos em homens, sendo que a ocorrência de embriaguez no trânsito aumenta conforme a elevação no nível de escolaridade de ambos os sexos.

Com o passar do tempo leis foram implementadas, com o objetivo de minimizar o número de mortes no trânsito, como é o caso da Lei Seca - 11.705/2008 que surgiu há doze anos atrás, reduzindo a tolerância no nível de álcool no sangue a 0%, estabelecendo alcoolemia zero e penalidades mais severas para o condutor que dirigir sob a influência do álcool (BRASIL, 2008).

Diante dessa realidade, torna-se necessário levar esse tema para a comunidade escolar, visto que o número de vítimas de acidentes, cuja causa principal, a direção sob os efeitos de álcool, cresce significativamente. Também se faz necessário defender a perspectiva sociointeracionista no processo de ensino-aprendizagem, uma vez é na escola que os conhecimentos são apresentados de forma crítica, na interrelação com a comunidade escolar.

Segundo Carvalho (2013), a visão sociointeracionista, fundamentada em Vygotsky, destaca a importância da interação professor-aluno em sala de aula e entre esses e o mundo físico, a interação social, mediada por ferramentas ou artefatos sociais culturalmente construídos. A linguagem é um dos artefatos mais importantes na teoria vigotskiana, visto que ela não só facilita a interação professor-aluno, mas também, e principalmente por sua função transformadora do funcionamento da mente humana. Ela permite transformar os processos mentais já existentes e por meio das interações, da

zona de desenvolvimento proximal (ZPD), a expansão desses conhecimentos prévios em novos conhecimentos.

Na construção de novos conhecimentos, Vygotsky (apud CARVALHO, 2013) destaca o valor e o papel do professor como elaborador de questões que orientarão os alunos na construção de novos conhecimentos, e no processo de aprendizagem de uso de ferramentas intelectuais que propiciam o desenvolvimento. O papel do professor nessa visão é organizar e conduzir atividades de ensino que representem problemas, assuntos, busca de informações e valores culturais dos conteúdos em estudo na relação com a vida, para que, assim, o aluno tenha condições de construir, de forma individual e social, o conhecimento necessário à formação humana. Afirma a autora que:

A interação social não se define pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação ocorre, de modo que o aprendiz interage também com os problemas, os assuntos, a informação e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais estamos trabalhando em sala de aula (CARVALHO, 2013, p. 4).

Damascena, Carvalho e Silva (2018) afirmam que, para que essa interação do aluno com o ambiente social ocorra, o docente precisa buscar métodos de ensino, que sejam capazes de provocar o interesse dos alunos, e conseqüentemente aumentar as chances de um processo de ensino-aprendizagem favorável. No ensino de Química, propiciar um processo de ensino-aprendizagem prazeroso é um desafio para os professores, visto que vários estudantes consideram a disciplina entediante quando não há nenhuma contextualização com o cotidiano em que eles estão inseridos (CARDOSO et al., 2018). Com o conteúdo de oxirredução não é diferente. Estudos apontam que este conteúdo é considerado complexo pelos alunos, pois a aprendizagem desse tema requer principalmente o entendimento do conceito de oxidação, e muitas vezes, a linguagem utilizada pelo professor, é imprecisa ou inadequada (NOGUEIRA; GOES; FERNANDEZ, 2017).

Sasseron e Carvalho (2011), retratam que um dos maiores obstáculos ao desenvolvimento do conhecimento humano advém da imprecisão dos termos utilizados na constituição dos saberes. Esta dificuldade gera confusões e inadequações. Trabalha-se nas ciências, frequentemente, com

termos análogos sem que se dê conta de que são motivos de desentendimentos e dificuldades de toda ordem. Esse obstáculo e outras dificuldades vivenciadas no processo ensino-aprendizagem podem ser trabalhadas buscando-se a alfabetização científica, processo de formação que visa levar os alunos da linguagem cotidiana à linguagem científica, e à argumentação científica dos fenômenos estudados em sala.

Nesse aspecto, o ensino por investigação é definido como uma abordagem didática em que o professor como mediador, oriente os alunos para que eles consigam não só resolver problemas, mas também que eles desenvolvam o senso crítico sobre determinado fenômeno, havendo mudanças no conceito e comportamento dos indivíduos. Dessa forma, o ensino por investigação rompe as fronteiras de metodologia de ensino “rotulada” para determinadas séries, e caminha para diversas aulas, disciplinas e conteúdos (SASSERON, 2015).

Sob esta ótica, este estudo teve como objetivo analisar as vantagens da abordagem investigativa aliando o tema gerador “álcool e direção” e o conteúdo de oxirredução no ensino de Química. Buscou-se verificar como se deu a construção do conhecimento dos estudantes, bem como, o papel do aluno como principal sujeito no processo de aprendizagem, refletindo e analisando o tema proposto.

Para atender esses objetivos, foram levantadas três questões que nortearam o desenvolvimento desse trabalho: Como relacionar o tema gerador ao estudo da Química? Como a Química permite explicar e compreender os efeitos do álcool no organismo? Como associar o estudo da Química à formação humana, ao desenvolvimento do pensamento crítico e da responsabilidade social? Essas questões serão tratadas nas seções seguintes, que apresentam e discutem os dados produzidos nesse estudo.

Referencial teórico

A investigação no ensino de Química

Leite, Rodrigues e Magalhães Júnior (2019), ressaltam que se faz necessário conciliar metodologias pedagógicas com as modificações

recorrentes da educação brasileira, desse modo, o ensino por investigação tem sido bastante comentado por pesquisadores da área. As atividades investigativas no ensino de ciências podem proporcionar aos estudantes, espaço e momento para a pesquisa, a manipulação de materiais e ferramentas para a realização de atividades práticas, a observação de dados e a utilização de diferentes linguagens que visam comunicar suas hipóteses, organizar as ideias, conhecimentos investigados ou construídos, e elaborar sínteses (SASSERON; CARVALHO, 2011).

O ensino por investigação vai muito além de uma simples aula experimental, em que o aluno é um mero observador, que só precisa desenvolver o que está escrito em um procedimento pré-estipulado. As atividades experimentais com perspectivas investigativas mostram que é possível esclarecer diferenças entre conceitos que, em sala de aula, muitas vezes, são considerados maçantes (VIDRIK; MELLO, 2016). No decorrer das aulas investigativas, o professor deve instigar uma cooperação dos alunos, para que busquem hipóteses para resolução de problemas e as coloquem em prática (ROCHA; ALTARUGIO, MALHEIRO, 2018).

Carvalho (2013) destaca que a atividade de investigação oferece condições para que os alunos pensem e trabalhem com variáveis relevantes do fenômeno científico em estudo, façam a sistematização do conhecimento construído, sua contextualização e a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Dessa maneira, as aulas experimentais ganharam um certo destaque nas aulas de ciências, pois promove a relação da teoria que é estudada em sala de aula com a realidade vivenciada pelos estudantes, promovendo uma atividade investigativa (Guerra et al., 2018).

Freire (2004), afirmava que os experimentos, por seu caráter investigativo, são instrumentos que podem melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem dos conteúdos, visto que o ambiente da sala de aula se torna dinâmico, com uma probabilidade maior de participação de todos os alunos nas atividades propostas, além de possibilitar aos docentes uma prática reflexiva, transformando qualitativamente o processo educativo. Além disso, proporcionam ao aluno conhecimentos necessários para a compreensão do mundo ao qual está inserido e também da sua própria realidade, por meio da

participação ativa no processo educativo, com questionamentos, busca e confronto de informações, realizando atividades para o desenvolvimento do senso crítico, e das capacidades de analisar e de argumentar.

Outro conceito freireano importante à perspectiva sociointeracionista e à utilização metodológica do ensino por investigação é o tema gerador, que só pode ser compreendido na relação homem-mundo. Ele é ressaltado por Freire (1987) como importante no processo ensino-aprendizagem, por propiciar a tomada de consciência dos indivíduos em torno destes temas, investigar o “seu pensamento-linguagem referido à realidade, verificar os níveis de sua percepção desta realidade, e a sua visão de mundo” (FREIRE, 1987, p.122).

Trata-se de uma investigação dialógica que se realiza por meio de uma metodologia conscientizadora que insere as pessoas em uma forma crítica de pensar seu mundo, visto que “investigar o tema gerador, o pensar dos homens referido à realidade é investigar seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis”, diz Freire (1987, p.122). Nessa investigação, quanto mais sejam ativos os alunos, mais conscientes se tornam e se apropriam de forma significativa da temática e da realidade.

A problemática “Álcool e direção” como tema gerador

Visando contextualizar conteúdos científicos com acontecimentos sociais, os professores da área de ciências e matemática vêm desenvolvendo atividades com os alunos por meio de temas específicos, conhecidos como “Temas Geradores” que visam trabalhar na perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). O conceito de CTSA surgiu de acordo com Moreira, Aires e Lorenzetti (2017), a partir da constante piora de problemas ambientais em países desenvolvidos, gerados pela mudança tecnológica. Este movimento, tem o intuito de provocar reflexões acerca do impacto da ciência e tecnologia na vida humana e no meio ambiente.

O ensino por “Temas Geradores”, tem seus fundamentos baseados na pedagogia freiriana, o qual foi inicialmente usado para a alfabetização de jovens e adultos, pois o processo de ensino-aprendizagem era facilitado quando os objetos de aprendizagem eram contextualizados com o meio em que viviam. Ao passar do tempo, o uso dos temas geradores foi concretizado em diversos conteúdos e níveis de ensino. No ensino de ciências, como a

Química, essa metodologia busca aproximar os conteúdos estudados com o cotidiano dos alunos (SANTOS; MACHADO; SOBRAL, 2016). Nesta perspectiva, a abordagem CTSA quando aliada ao ensino de Química, pode promover a contextualização da ciência e tecnologia com os conhecimentos a serem desenvolvidos pelos estudantes, que reforcem habilidades como a percepção crítica destes temas com questões presentes na sociedade como um todo (MOREIRA, AIRES; LORENZZETI, 2017).

A bebida alcoólica faz parte da sociedade como um todo e é comum fazer a associação da ingestão de álcool aos diversos acontecimentos diários. Observa-se que cada vez mais jovens consomem bebidas alcoólicas, muitas vezes de forma indiscriminada e em excesso, colocando em risco suas próprias vidas e por consequência a de terceiros. O álcool é uma droga lícita, encontrada com facilidade e tem seu consumo incentivado por propagandas veiculadas nos mais diversos meios de comunicação (WIPPEL, 2014). Segundo Czerwonka (2016), o álcool se concentra no sangue ao ser ingerido. Desta forma, manter o estômago cheio enquanto bebe, tomar banhos gelados ou até mesmo ingerir cafeína configuram mitos populares, pois os reflexos normais só são reestabelecidos a longo prazo, mais precisamente depois que a molécula de etanol é quebrada e excretada pelo organismo.

Silva (2018) afirma que, pesquisas apontam que a maioria de acidentes de trânsito no Brasil são causados por embriaguez de pelo menos um dos envolvidos, ao conduzir um veículo. Isso acontece, pois ao fazer a ingestão de álcool a pessoa perde os reflexos, ficando desatenta ao trânsito. Outros efeitos de álcool que interferem na capacidade de uma pessoa dirigir são: sono, visão distorcida e agressividade ao volante.

Como medida preventiva para o controle dos acidentes de trânsito, em 19 de junho de 2008, o Brasil sancionou a Lei 11.705, a Lei Seca, que alterou o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) ao proibir o consumo de álcool por condutor de veículo automotor, sujeitando-o a penalidades como prisão, multa, suspensão do direito de dirigir e apreensão do veículo, se flagrado dirigindo alcoolizado (JOMAR; RAMOS; ABREU, 2016).

Com vista a reduzir o número de mortes e acidentes no trânsito, causados por embriaguez ao volante, acontecem uma série de fiscalizações em estradas e ruas, na qual órgãos como a polícia, fazem a medição do álcool presente no

organismo dos indivíduos. A forma mais comum de realizar essa medição é por meio do instrumento etilômetro, popularmente chamado de “bafômetro”, no qual a pessoa sopra em um canudo descartável e as células demonstram o teor de álcool presente no organismo (BRAATHEN, 1997). Ferreira, Mól e Silva (1997), propuseram uma simulação do “bafômetro demonstrativo”, visando mostrar as reações de oxirredução que acontecem em seu funcionamento bem como determinar qualitativamente os teores de álcool em bebidas alcólicas. Esta experimentação pode ser utilizada no ensino de diversos conteúdos químicos tais como: reações Químicas, Química inorgânica e oxirredução em aulas do ensino médio, e foi adotada nesta pesquisa por sua praticidade, simplicidade e por ser um experimento bastante didático.

A Química explica: o álcool no organismo e o funcionamento dos bafômetros pela oxirredução

A principal molécula contida nas bebidas alcoólicas como vinhos, cervejas e cachaças é o álcool etílico, conhecido como etanol. No corpo humano, apesar dos efeitos estimulantes, essa substância é considerada depressora do sistema nervoso central. O metabolismo do etanol no corpo humano acontece da seguinte forma: no estômago, cerca de 20% da substância é absorvida, e no intestino delgado cerca de 80%, sendo esse órgão, o maior responsável pela absorção. O álcool chega no sangue de 30 a 90 minutos após a sua ingestão, e é rapidamente distribuído por todos os tecidos e líquidos corporais entre eles o cérebro. A metabolização da molécula de etanol ocorre então no fígado, pela enzima álcool desidrogenase (ADH) formando o acetaldeído. Após algumas etapas metabólicas, o composto final divide-se em água (que é excretada pela urina) e gás carbônico (pelos pulmões) (GONÇALVES, 2020).

Quando os condutores embriagados expelam o ar para dentro do etilômetro, as moléculas de oxigênio e álcool entram em contato com uma “célula combustível”, que geralmente é composta de platina. A célula combustível ganha esse nome porque a reação entre a platina e o álcool gera uma combustão incompleta. Essa reação gera ácido acético, íons de hidrogênio e elétrons (o principal para o bafômetro eletrônico). Quanto mais

álcool estiver presente no ar, maior a quantidade de elétrons gerados. Esses elétrons saem da célula combustível e geram uma corrente elétrica em um fio condutor bastante sensível. Logo em seguida, a corrente elétrica é identificada por um microchip, que desempenha o papel de traduzir a “quantidade de energia” em “concentração de álcool”. O resultado já convertido é mostrado no visor do bafômetro (HAMANN, 2012).

As seções a seguir abordarão a descrição e análise das vantagens da abordagem investigativa dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) no estudo de oxirredução em aulas de Química, utilizando como tema gerador a problemática “álcool e direção”.

Metodologia

A metodologia adotada nessa pesquisa foi a pesquisa-ação que, de acordo com Prodanov e Freitas (2013):

Nesse tipo de pesquisa, os pesquisadores e os participantes envolvem-se no trabalho de forma cooperativa. A pesquisa-ação não se refere a um simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados. Com a pesquisa-ação, os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 66).

Nesse contexto, diante de várias perspectivas de ensino por investigação, encontra-se a dinâmica denominada de Três Momentos Pedagógicos, a qual foi proposta por Delizoicov e Angotti (1990) e investigada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), durante o processo de formação de professores na região de Guiné-Bissau. Originada da concepção de Paulo Freire (1987), transposta para um contexto de educação formal, essa dinâmica enfatiza uma educação dialógica, na qual o professor deve mediar uma conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula e a realidade de seu cotidiano. Os Três Momentos são definidos como:

1º. Problematização Inicial: é nessa etapa que se apresentam questões e situações para discussão com os alunos, visando relacionar o estudo de um conteúdo com situações reais que eles conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar

completa ou corretamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. Ou seja, é na problematização que se deseja aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expresso, quando este é cotejado com o conhecimento científico que já foi selecionado para ser abordado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Portanto, esse primeiro momento é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema. É desejável ainda, que a postura do professor se volte mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto do que para responder e fornecer explicações.

2º. Organização do Conhecimento: Os alunos começam a desenvolver uma compreensão a respeito da problematização ou situação inicial. Entretanto, para que isso ocorra, materiais devem ser consultados e atividades devem ser sugeridas para complementar as discussões, no sentido de incentivar e melhorar a sistematização dos conhecimentos. Momento também defendido por Albuquerque, Santos e Ferreira (2015) como salutar, em que o conhecimento científico é incorporado nas discussões.

3º. Aplicação do Conhecimento: essa última etapa aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estavam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Utilizando a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, o conteúdo de oxirredução foi associado à problemática “direção e álcool” em aulas de Química de um colégio estadual localizado no município de Itumbiara Goiás, por duas licenciadas em Química do Instituto Federal de Goiás, como requisito da disciplina de Estágio Curricular Supervisionado, Etapa II. A turma escolhida, contava com 14 alunos do 4º período do PROFEN (Programa de Fortalecimento do Ensino Noturno), com idades que variavam de 18 a 22 anos.

Assim, as aulas foram planejadas e desenvolvidas em encontros, de 2 horas/aula cada, conforme disposto no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas de aplicação dos Três Momentos Pedagógicos no estudo de oxirredução

MOMENTO	ENCONTRO	ATIVIDADE EXECUTADA
Problematização inicial	1º Encontro – 2 h/a	<ul style="list-style-type: none">- Levantamento sobre a questão motivadora inicial: “Alguém conhece casos de pessoas que dirigem após terem ingerido bebidas alcoólicas?”;- Apresentação de um vídeo sobre as consequências de se dirigir embriagado;- Apresentação das questões problema que nortearam os estudos investigativos sobre as reações de oxirredução que acontecem quando o álcool é ingerido no corpo humano.
Organização do conhecimento	2º Encontro – 2 h/a	<ul style="list-style-type: none">- Explicação do instrumento utilizado pela polícia para medição do teor de álcool no sangue;- Abordagem da legislação sobre dirigir alcoolizado, bem como as penas cabíveis a essa prática.- Construção de um bafômetro alternativo e investigação do funcionamento por meio da reação de dicromato de potássio e etanol.
Aplicação do conhecimento	3º Encontro – 2 h/a	<ul style="list-style-type: none">- Revisão dos conceitos sobre oxirredução vistos anteriormente, por meio de slides, mostrando inclusive os bafômetros que os alunos construíram.- Elaboração de uma paródia referente ao tema “prevenção a prática de embriaguez no trânsito”.

Em todos os encontros, os alunos foram observados quanto à construção de seus conhecimentos, relacionados aos temas apresentados. Os dados compõem-se de relatos, fotografias e respostas às questões problema. A avaliação deu-se a fim de verificar se os estudantes conseguiram relacionar o conteúdo sobre oxirredução com as reações que acontecem no corpo humano, quando se ingere álcool, bem como nos instrumentos de medida de teor de álcool no sangue. Além da compreensão dos conceitos químicos

relacionados ao tema “álcool e direção”, a avaliação buscou identificar se os estudantes conseguiram refletir sobre a importância da prevenção dos perigos de dirigir alcoolizado, possibilitando torná-los, assim, sujeitos críticos capazes de avaliar as situações do seu cotidiano.

Segundo Solino, Ferraz e Sasseron (2015), a investigação se dá quando os processos por meio de novos conhecimentos são construídos apoiando-se em resultados teóricos, dados empíricos, análise e confronto, como apontado pelas atividades propostas no quadro anterior. É importante salientar que a abordagem qualitativa foi utilizada para análise dos dados. Assim sendo, os alunos foram sistematicamente observados em todos os momentos das atividades propostas e os registros feitos em diário de campo, por meio de fotografias e respostas às questões propostas. Aires (2015) afirma que, no campo da observação qualitativa, os pesquisadores não estão limitados a categorias de medida ou resposta, mas são livres para pesquisar os conceitos que se aproximam dos sujeitos. Assim, os resultados deste trabalho apresentam imagens e citações realizadas pelos alunos a fim de evidenciar as observações realizadas.

Relato de experiência

Primeiro momento: Problematização Inicial

O primeiro encontro iniciou-se com um levantamento sobre conhecimento prévio dos alunos por meio de questionamentos sobre casos e experiências já vividas por eles ou por terceiros, envolvendo a ingestão de bebidas alcoólicas e direção. Nesse momento, os estudantes interagiram na discussão e alguns relataram situações vivenciadas por eles no passado, inclusive, relatando que depois de beber sofreram algum tipo de acidente, principalmente com motocicletas.

Uma observação importante feita nessa parte é que alguns estudantes admitiram que ainda antes de completarem maior idade, fizeram ingestão de bebidas alcoólicas em festas, e sem Carteira Nacional de Habilitação (CNH), dirigiram seus veículos, o que segundo afirmação deles, é contra a lei. Conforme Leite, Rodrigues e Magalhães Júnior (2019), o professor em sua

função de mediador da aprendizagem, deve valorizar as vivências e experiências dos estudantes, pois assim, há uma junção dos conhecimentos prévios dos alunos com o que se está sendo investigado e estudado, facilitando a construção do conhecimento.

Logo depois, aproveitando esse momento de discussão sobre a problemática apresentada, com o objetivo de mostrar alguns casos reais de acidentes que aconteceram com pessoas que ingeriram bebidas alcoólicas e dirigiram, foi apresentado um vídeo sobre a gravidade da mistura desses fatores e suas consequências. O vídeo intitulado: *Reflections from inside*¹ conta a breve história de um homem que foi condenado a quinze anos de reclusão após dirigir embriagado e matar uma pessoa atropelada por acidente de carro. O homem aparece de dentro de um presídio, em imagens de câmeras instaladas no espelho de uma boate para alertar jovens que lá frequentavam quanto aos perigos de se dirigir embriagado. Esse momento chamou bastante atenção dos estudantes porque eles reconheceram o perigo e ficaram impactados com as cenas. A partir desses relatos e do vídeo apresentado, as estagiárias começaram a indagar aos estudantes algumas questões problema, como:

- O que vocês acham que acontece com nosso corpo quando ingerimos álcool?
- “Por que nossos sentidos ficam comprometidos ao beber?”

Como orientam Freire (1987) e Sasseron e Carvalho (2011), a investigação das questões problemas relativos ao tema gerador é o ponto de partida do processo educativo, criam o espaço de zona de desenvolvimento proximal (ZPD), a oportunidade de aprender com a troca de ideias entre seus pares e professor, num processo dialógico e dialético. Capecchi (2013) também afirma que é necessário criar condições favoráveis para que o cotidiano seja problematizado em sala de aula, para que novos questionamentos e estratégias surjam para respondê-los e sejam

¹ Este vídeo faz parte da campanha *Reflections From Inside* comandada pela organização *We Save lives*, que visa alertar as pessoas quanto ao ato de dirigir embriagado. O vídeo está disponível no canal do YouTube da organização desde 30 de março de 2016. Disponível em: www.youtube.com/watch?v=mAFpkKL6c6w. Acesso em: 30 mai. 2019.

apresentadas, analisadas e experimentadas. Dessa forma, uma aluna mostrou conhecimento empírico sobre o assunto, dizendo que:

A1: Já vi em reportagens que quando o álcool é ingerido, em poucos segundos passa para o sistema nervoso, atingindo os reflexos e sentidos, mas ainda tenho interesse em saber mais especificamente sobre o assunto.

Usando a resposta dessa aluna como base para o conhecimento científico, houve uma explicação sobre o processo de eliminação do álcool pelo corpo humano. Em referência ao artigo de Braathen (1997), foi demonstrado a eles, por meio de *slides* expositivos, como o álcool age no organismo, afetando o fígado e as funções cognitivas. Explicou-se também como as moléculas de etanol percorrem o corpo até serem eliminadas por uma reação de oxidação (a metabolização de etanol) que acontece no fígado. Assim, os alunos foram orientados por meio de perguntas orais a fazer a relação com o conteúdo químico (conceitos de oxidação e redução) com a problemática em discussão.

Foi possível observar durante o primeiro encontro, que em todos os momentos percebeu-se a participação ativa dos alunos, desde a apresentação e discussão da problemática até explicação do conteúdo de Química. Sedano e Carvalho (2017), afirmam que na abordagem investigativa, quando o estudante já tem um conhecimento prévio formado sobre o assunto que está sendo estudado, eles colocam em prática esse conhecimento com questionamentos, argumentações sendo ativos em todo o processo e registram suas conquistas durante a aula.

Essa afirmação vai ao encontro do que ocorreu na problematização inicial, quando houve relação do saber que os alunos já possuíam (o conhecimento empírico sobre as reações do álcool), bem como as experiências trazidas (no caso da embriaguez no trânsito) para a aprendizagem do conteúdo que se desejava, nesse caso a oxirredução.

Segundo Momento: Organização do Conhecimento

Dando continuidade à discussão sobre o tema “álcool e direção” foi explicado sobre alguns métodos capazes de medir o teor de álcool no sangue

usado pelos órgãos de fiscalização, como a polícia, dando foco especial para o bafômetro.

Após apresentar alguns modelos, mais simples e mais sofisticados, a sala foi dividida em dois grupos de sete alunos e, seguindo o roteiro elaborado com base no trabalho de Ferreira, Mól e Silva (1997), os estudantes construíram um bafômetro alternativo.

Ao todo, os grupos construíram três bafômetros e, depois dos instrumentos prontos, os alunos puderam realizar as experimentações com a ausência e a presença de álcool. Assim como na experiência de Ferreira, Mól e Silva (1997), na ausência das substâncias alcoólicas, a coloração no interior do instrumento era amarelada e, após a adição de alguns mililitros de álcool comercial, observou-se a rápida mudança da coloração amarelada para verde azulada. Escolheu-se o álcool comercial, pois é uma substância de baixo custo e mais simples para utilizar em sala de aula, além de que a concentração de álcool é bem alta e assim, pode-se observar mais rapidamente a mudança de cor conforme a Figura 1.



Figura 1: Bafômetros construídos pelos alunos

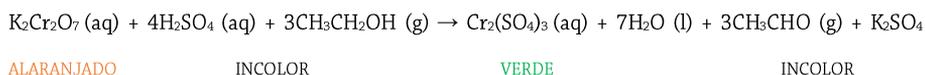
Os bafômetros apresentados na Figura 1 apontam, ao centro, o instrumento sem a presença de álcool, e nas extremidades, após entrarem em contato com o álcool, ocorrendo a mudança de cor. Após os alunos constatarem a mudança de cor no giz presente no interior do bafômetro, iniciou-se a compreensão e reflexão de forma dialogada, acerca dos acontecimentos químicos presentes no experimento e suas relações com a

vida. Freire (1987) e Sasseron e Carvalho (2011) corroboram com essa situação ressaltando a importância das interações dialógicas entre professor e alunos no processo ensino-aprendizagem.

Dessa forma, as reações de oxirredução foram registradas na lousa, explicando que houve a oxidação de álcool a aldeído e a redução do dicromato a cromo III, ou mesmo, a cromo II. Sendo assim, foi proposta a seguinte questão aos alunos:

- Por que o giz muda de cor na presença do álcool?

Inicialmente, os estudantes afirmaram que poderia ser devido à transferência de elétrons entre os compostos, mas não sabiam explicar o fenômeno químico ocorrido. Sendo assim, os alunos foram levados à reflexão pela seguinte explicação: A coloração inicial dos reagentes, era amarelo-alaranjado, devido à solução de dicromato de potássio. Ao final da reação o cromo (III) foi reduzido a cromo (II), o que muda a coloração dos produtos para verde-azulado, conforme exemplificado pela reação a seguir:



Os alunos conseguiram compreender o porquê de cada mudança de cor e identificar as reações Químicas que aconteceram. Uma observação importante feita nesse momento foi que os alunos perceberam que os balões contidos no experimento, simbolizavam a função dos pulmões, quando expelido o ar para dentro do tubo.

As questões investigativas propostas permitiram aos alunos compreenderem o conteúdo estudado, bem como a relação álcool e direção, simulando a experiência que ilustra a presença do álcool no organismo de um indivíduo. Por meio da construção desse teste do bafômetro e as discussões abordadas, o conteúdo químico oxirredução foi apresentado de uma forma contextualizada e crítica, como orientam a base teórica que fundamenta este relato. Como defende Guerra et al. (2019), as atividades experimentais podem ser consideradas investigativas quando o aluno é o sujeito durante a execução da atividade, elaborando hipóteses explicativas acerca do experimento e discutindo ideias. Isso proporciona uma construção ativa do

conhecimento dos estudantes. Assim, a experimentação como parte de um processo de investigação torna-se uma necessidade.

Terceiro Momento: Aplicação do Conhecimento

Neste último momento, a aula iniciou-se com uma breve revisão em slides sobre todo conteúdo visto desde a primeira aula. Os slides apresentados continham as imagens do momento de construção dos bafômetros alternativos, feitos por eles e algumas reações de oxirredução apresentadas ao longo dos dois encontros. Esse momento foi usado também para que houvesse uma discussão dialogada acerca do conteúdo de oxirredução.

Percebeu-se que, ao observarem as reações, os alunos identificaram as transferências de elétrons que ocorreram entre os compostos e que justificavam cada mudança ocorrida, mostrando assim que, de fato, o conhecimento científico sobre o conteúdo foi construído ao longo das aulas. Após a revisão, os alunos foram então desafiados a compor uma paródia de alguma música da atualidade sobre o tema “embriaguez no trânsito”, baseando-se nas discussões acerca dessa problemática, estudadas no primeiro e segundo encontro.

De início os estudantes ficaram um pouco desanimados, pois acreditavam que a realização dessa atividade seria difícil devido à criação de versos e uso de palavras que se encaixavam para compor o ritmo da música. Oliveira, Silva e Ferreira (2010) ressaltam que é natural a princípio os estudantes demonstrarem certo estranhamento com qualquer metodologia trazida pelo professor que se diferencia dos parâmetros tradicionais. Para tanto, foi nesse momento que houve a mediação das estagiárias, auxiliando na realização desta atividade. De acordo com Limberger, Brandolt e Bertoglio (2016), o papel do professor é extremamente decisivo, pois ele é quem não permite que a atividade seja trabalhada de forma superficial, e por meio da sua mediação, se faz com que os alunos se tornem mais participativos, aprofundando os temas estudados.

Outro fato que evidencia a compreensão e reflexão do tema abordado foi que os alunos decidiram alertar os ouvintes de forma que a paródia ficasse clara e objetiva o suficiente para ser entendida por todos os públicos. Conforme estudos de Silva Júnior e Parreira (2016), é a partir de questionamentos e

hipóteses acerca do objeto que se está sendo estudado, que o aluno adquira o equilíbrio e permite que sua aprendizagem aconteça. Nessa linha de raciocínio, Sasseron (2015) afirma que no ensino por investigação, o comprometimento do aluno com as propostas apresentadas pelo professor, ainda que pareçam complexas, pode se tornar uma tarefa que promove o aprendizado, a liberdade e autonomia intelectual dos estudantes. Ou seja, ele é que vai delimitar a melhor estratégia para a construção de seu conhecimento.

Ao construir os versos para a paródia, os estudantes não envolveram diretamente nenhum conhecimento químico acerca da matéria oxirredução nos versos, no entanto, colocaram algumas frases que evidenciaram o estado em que a pessoa fica após a ingestão de álcool. Após as discussões sobre a letra e as frases, os alunos chegaram à seguinte composição que foi apresentada para a professora da turma:

“Abre o jogo, acabou. Pra que beber e dirigir meu amor?

Eu confiei, me enganei. Pro hospital agora eu retornei

Noites em claro, fiquei aqui me embriagando

Mas como dirigir nesse estado de horror?

Um conselho pra você, que pensa em beber,

Com a minha vida eu acabei!

Cuidado! Não dirija embriagado.”

Analisando a composição da letra, a participação e envolvimento dos alunos para elaborar essa atividade, pode-se observar que os estudantes contaram uma história em que possivelmente o sujeito bebeu e dirigiu, terminando com algumas consequências ruins. Nas frases *“Noites em claro fiquei aqui me embriagando/ mas como dirigir nesse estado de horror”* pode-se observar que os alunos relacionaram o que acontece como corpo humano quando se ingere álcool, como foi discutido no primeiro encontro, em que eles viram que os reflexos e sentidos do corpo humano ficam comprometidos.

De acordo com Bonfim, Costa e Nascimento (2018), como evidenciado no terceiro momento, é importante que os alunos encontrem relações entre os temas abordados, não apenas por meio dos conceitos, mas também de

fenômenos que possam ter alguma conexão com as informações apresentadas. Nota-se também a importância que os estudantes dão para alertar os ouvintes acerca dos perigos dessa prática nas frases *“Um conselho pra você”* e *“Cuidado! Não dirija embriagado”*.

Pela letra da paródia percebe-se indícios de que os encontros promoveram um alerta dos estudantes em relação ao tema gerador Álcool e direção. Além disso, os alunos mostraram-se reflexivos, analisando os perigos de dirigir após a ingestão de bebida alcoólica que, na maioria das vezes, acabam em consequências gravíssimas, cumprindo uma importante função social.

Considerações finais

Apesar de a Química estar inserida há vários anos nos currículos escolares como disciplina obrigatória, ainda há certa resistência, tanto de professores quanto de alunos quanto o ensino e aprendizagem de seus conteúdos. Entretanto, para que o aprendizado não seja mera fixação de conceitos, é preciso que os educadores utilizem metodologias capazes de tornar o aluno como protagonista de seu desenvolvimento.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo analisar as vantagens do ensino por investigação aliando o tema gerador “álcool e direção” com vista a trabalhar os conceitos que envolvem oxirredução. Além disso, objetivou avaliar como se deu a construção do conhecimento dos estudantes, analisando o papel do aluno como principal sujeito no processo de aprendizagem, refletindo acerca do tema proposto.

Trabalhar a investigação nas aulas proporcionou aos alunos, maior autonomia para argumentar, levantar hipóteses e refletir acerca do tema gerador e do conteúdo estudado, além de que demonstraram participação efetiva em todas as aulas. A partir da contextualização do conteúdo com o tema, os alunos foram incentivados a participar das aulas, pois segundo eles, o assunto “embriaguez no trânsito” está presente na realidade em que vivem. Assim, com esse engajamento, eles puderam entender completamente que as transformações que ocorrem no processo são justificadas pelo o conteúdo

químico. Importante salientar que com uma abordagem tradicional do tema oxirredução seria muito mais difícil conseguir resultados semelhantes.

Este estudo mostrou também que, ao considerar os conhecimentos que o aluno já carrega em sua bagagem de vida, o aprendizado de conceitos científicos é facilitado. Pode se observar que a dialogia, a troca de experiências entre educador e estudantes é de extrema notoriedade, visto que os alunos podem se sentir mais seguros quanto aos conteúdos, gerando uma consecutiva melhora na aprendizagem dos conceitos propostos.

A problematização do tema "álcool e direção" em sua função social, despertou nos estudantes, uma reflexão de suas próprias ações, tornando-os mais conscientes do mundo a sua volta e mostrando que, com a mudança de algumas atitudes de cada sujeito, é possível que haja prevenção de fatalidades, como acidentes e mortes, melhorando a qualidade de vida em sociedade.

Outra vantagem do ensino investigativo nesse contexto, foi o uso da experimentação, que mostrou ser uma alternativa eficaz visto que propiciou ao aluno assumir o seu papel como sujeito de seu processo de aprendizagem. Notou-se que com a utilização de recursos simples, de baixo custo e de fácil aquisição, os estudantes puderam manusear os materiais e visualizar, na prática, alguns conceitos teóricos, compreendendo-os de forma mais significativa.

Verificou-se ainda que, desde o planejamento das aulas, na escolha da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos para nortear o desenvolvimento do conteúdo proposto, até a realização delas, criou-se também um rico espaço de aprendizado para as licenciandas em Química, que puderam relacionar a teoria, vista na sala de aula, com a prática realizada em campo. Por fim, espera-se que esse trabalho seja o piloto para outras pesquisas no campo da educação, e que os docentes utilizem esse tema para contextualização do ensino de Química em aulas do ensino médio.

Referências

AIRES, L. *Paradigma Qualitativo e Práticas de Investigação Educacional*. Universidade Aberta, 2015. Disponível em:
<https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2028/4/Paradigma_Qualitativo%20%281%c2%aa%20edi%c3%a7%c3%a3o_atualizada%29.pdf>.
Acesso em: 18 jun. 2020.

- ALBUQUERQUE, K. B.; SANTOS, P. J. S. E.; FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32 n. 2, p. 461-482, 2015.
- BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. *Experiências em Ensino de Ciências*. v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.
- BRAATHEN, C. Hálito Culpado: O Princípio Químico do Bafômetro. *Química Nova Na Escola*, n. 5, p. 3-5, 1997.
- BRASIL. Lei nº 11.705, de 19 de junho 2008. Inibe o consumo de bebida alcoólica por condutor de veículo automotor, e dá outras providências. *Diário Oficial de União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jun. 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. In: *Secretaria de Vigilância em Saúde*. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://is.gd/FkhDaG>>. Acesso em: 18 jun. 2020.
- CAPECCHI, M. C. C. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cenage Learning, 2013, p. 21-40.
- CARDOSO, A. T.; BERNARDES, G. C.; SANT'ANA, G. D. F.; GOULART, S. M. Jogo lúdico como ferramenta em aulas de Química. In: SOUZA, R. A.; GRACIANO, M. R. S.; FIELD'S, K. A. P. *Ensino por investigação, alfabetização científica e tecnológica: pesquisas, reflexões e experiências*. Goiânia: Kelps, 2018, p. 185-193.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cenage Learning, 2013, p. 1-20.
- CZERWONKA, M. *Atenção: bebida e direção não combinam*. Disponível em <https://www.portaldotransito.com.br/noticias/atencao-bebida-e-direcao-nao-combinam.2016/>. Acesso em: 30 mai. 2019.
- DAMASCENA, P. H.; CARVALHO, C. V. M. E.; SILVA, L. A. S. Estratégias didáticas no ensino de Química: em foco o uso de paródias. *Multi-Science Journal*, v. 1, n. 13 p. 30-38, 2018.

- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. *Física*. São Paulo: Cortez, 1990.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.
- FERREIRA, G. A. L.; MÓL, G. de S.; SILVA, R. R. Bafômetro: um modelo demonstrativo. *Química Nova Na Escola*. n. 5, p. 32-33, 1997.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2004.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GONÇALVES, M. Afinal, o que realmente é o álcool? Como ele age no organismo? *Psychiatry on line Brasil*. v.25, n.2, 2020. Disponível em: <<https://is.gd/UGSPw8>>. Acesso em: 17 jun. 2020.
- GUERRA, M. H. F. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; FIRMINO, E. DA. S.; NOJOSA, A. C. A. B.; SALDANHA, G. C. B.; SAMPAIO, C. DE G. Uma Abordagem das Atividades Experimentais no Ensino de Química: Uso da Flor *Ixorachinensi* como Indicador Ácido-Base. *Thema*, v. 15, n. 3 p. 834-847, 2018.
- HAMANN, R. Como funciona o bafômetro? 2012. Disponível em <<https://is.gd/3IsTly>>. Acesso em: 05 jun., 2019.
- JOMAR, R.T.; RAMOS, D.E.; ABREU, A. M. M. Teste do bafômetro: resultados e recusas de motoristas interceptados pela Operação Lei Seca no Rio de Janeiro. *Ciência & Saúde Coletiva*. v. 21, n.12, p. 3787-3792, 2016.
- LEITE, J. DE. C.; RODRIGUES, M. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. DE. O. Ensino investigativo: análise de sequências didáticas produzidas por professores(as) de ciências em um contexto de formação continuada. *Insignare Scientia*. v. 2, n. 4. p. 43-60, 2019.
- LIMBERGER, K. M.; BRANDOLT, T. D. D.; BERTOGLIO, D. S. As funções da experimentação no ensino de ciências e matemática. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*. V. 6, n. 2, p. 54-64, 2016.
- MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A.; LORENZETTI, L. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. *ACTIO*, v. 2, n. 2, p. 193-210, 2017.

NOGUEIRA, K. S. C.; GOES, L. F. DE.; FERNANDEZ, C. O estado da arte sobre o ensino de reações redox nos principais eventos na área de educação no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 16, n. 3, p. 410-434, 2017.

OLIVEIRA, L, M, S.; SILVA, O. G. da.; FERREIRA, U. V. da. S. Desenvolvendo jogos didáticos para o ensino de Química. *HOLOS*, v. 5 p. 166-175, 2010.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E, C. *Metodologia do trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROCHA, C. J. T. DA.; ALTARUGIO, M, H.; MALHEIRO, J. M. DA. S. Formação de professores e o ensino investigativo na química: reflexões e estratégias. *Research, Society and Development*. v. 7, n. 5, p. 01-18, 2018.

SANTOS, A. H. DOS.; MACHADO, S. M. F.; SOBRAL, M. N. TEMAS GERADORES NO ENSINO DE QUÍMICA: Concepções de educadores e educandos de duas escolas da rede estadual de ensino básico de Sergipe. *Revista Teias*. v. 17, n. 47, 2016.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio*. v. 17, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*. v.17, n.1, p. 97-114, 2011.

SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. de. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. *Alexandria*, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017.

SILVA JÚNIOR, E. A. da.; PARREIRA, G. G. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino da Química no ensino médio. *Tecnia*, v. 1, n. 1, p.67-82, 2016.

SILVA, D.G. Álcool e direção: combinação perigosa. 2018. Disponível em <<https://is.gd/EWwkZu>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas

escolares. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 11, Uberlândia, Anais. Uberlândia: UFU, 2015. p. 1-6.

VIDRIK, E. C. F.; MELLO, I.C. Ensino de Química por investigação em um centro de educação de jovens e adultos. *Polyphonia*. v. 27, n.1, p. 555-571, 2016.

WIPPEL, R.F.S.; TIEPOLO, L. M. Álcool: Ações e reações no organismo humano – Informação Como Forma De Prevenção In. TULLIO, M. I. *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE*. Irati: Recontos, 2014. p. 2-24.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Goiás – *campus* Itumbiara, ao Núcleo de Pesquisa em Processos Educacionais (NuPEPE) e ao Núcleo de Pesquisa e Estudos em Química de Goiás (NUPEQUI).



resenha

Desvendando a inteligência das plantas

Sabrina do Couto de Miranda



Desvendando a inteligência das plantas

Unveiling plant intelligence

Desviando la inteligencia de las plantas

Sabrina do Couto de Miranda

Universidade Estadual de Goiás

sabrinac.miranda@gmail.com

MANCUSO, S. *Revolução das plantas: um novo modelo para o futuro*. São Paulo: Ubu Editora, 2019.

O livro a voltada à divulgação científica. Publicado pela primeira vez em 2017 (Giunti Editore S.p.A., Firenze-Milano), a obra foi traduzida para o português e publicada pela Ubu Editora em 2019. Mancuso é professor na Universidade de Florença-Itália vinculado ao Departamento de Agricultura, Alimento, Ambiente e Floresta. É criador da “Neurobiologia Vegetal” e diretor do Laboratório Internacional de Neurobiologia Vegetal (LINV) onde desenvolve estudos voltados à fisiologia, comportamento, biologia molecular e inteligência das Plantas.

O livro, dividido em nove capítulos, é recheado de dados científicos e exemplos bastante ilustrativos que visam mostrar que nossa vida, assim como a de qualquer outra forma animal neste planeta, depende das plantas. Apesar dessa importância, e de nossa economia em grande parte depender das plantas, ainda sabemos pouco sobre elas.

A história evolutiva das plantas é marcada pela fixação ao solo (substrato) e obtenção do Sol de toda a energia necessária para sobrevivência. Assim, as plantas adaptaram o próprio corpo às restrições decorrentes do fato de estarem enraizadas. Neste contexto, soluções foram selecionadas ao

longo de milhões de anos possibilitando às plantas a colonização das mais diversas regiões do planeta.

Do ponto de vista evolutivo é antiga (cerca de 600 milhões de anos) a separação das plantas da linhagem que originou os animais. De tal modo, muitas antinomias separam plantas e animais (Quadro 01). As plantas possuem composição modular, arquitetura cooperativa, não possuem centros de comando, a inteligência é distribuída e, geralmente, comportam-se como colônias. Qualquer que seja o problema os animais resolvem fugindo. Portanto, não solucionam, mas evitam dificuldades. Por outro lado, por estarem enraizadas, as plantas buscam encontrar soluções eficazes, e geralmente inovadoras, para os problemas.

Quadro 1: Antinomias entre plantas e animais

Animais	Plantas
Se movem	Ficam paradas
São rápidos	Lentas
Consumidores	Produtoras
Geram gás carbônico (CO₂)	Fixam CO ₂
Concentração de funções	Difusão

Para Mancuso, o ser humano sempre tentou reproduzir os fundamentos da organização animal em seus constructos. Tal organização é baseada em um cérebro central que governa e órgãos periféricos que executam comandos. Esta configuração traz uma única vantagem: respostas rápidas, porém nem sempre corretas.

As plantas, sem ter qualquer órgão semelhante a um cérebro central, possuem sensibilidade para perceber o ambiente que as rodeiam; competem ativamente pelos limitados recursos do meio (nutrientes minerais, água, luz, gases); avaliam com precisão o ambiente; realizam sofisticadas análises de custo-benefício (*trade-off*); definem e realizam ações em resposta aos estímulos.

As plantas são capazes de aprender com a experiência. Para tanto, possuem memória, ou seja, capacidade de armazenar informações. Conforme

Mancuso, “memória é algo diferente da inteligência em si. Sem a primeira, não é possível aprender, e a aprendizagem é um dos requisitos da própria inteligência” (MANCUSO, 2019, p. 13). Mas, onde as plantas armazenam a memória? Esta não é uma questão muito fácil de responder e intrigou (ainda intriga) muitos naturalistas e cientistas.

René Desfontaines, Lamarck e De Candolle são alguns dos naturalistas que ficaram interessados em descrever e entender as respostas rápidas de fechamento dos folíolos da *Mimosa pudica* L. (Fabaceae). Em resposta a um estímulo, potencialmente perigoso, esta planta muda a posição dos seus folíolos, fechando-o rapidamente. Contudo, após certo tempo de repetição, a planta deixa de realizar a resposta.

Experimentos mais recentes realizados no LINV mostraram que mudas de *M. pudica* são capazes, após certo número de repetições, de identificar um estímulo como não perigoso e, portanto, deixam seus folíolos abertos. A duração da lembrança não é efêmera, podem perdurar por 40 dias. A Epigenética, hereditariedade de variações que não são atribuídas a mudanças na sequência do DNA, é fundamental na formação desse tipo de memória. Neste sentido, é provável que alterações que mudam a expressão de genes, mas não suas sequências sejam lembradas pelas células. Tais alterações podem ocorrer nas histonas (proteínas associadas ao DNA) ou na metilação do material genético.

Cada ser vivo troca com o mundo que o cerca os elementos que lhe permitem sobreviver. Essa é a razão pela qual a comunicação é uma característica essencial da vida. De acordo com Mancuso, as plantas possuem formas sofisticadas de comunicação. Na mimese um ser vivo emite um sinal de qualquer tipo para outro, a fim de influenciar o comportamento a seu favor. Nesta forma de interação tem-se um modelo (organismo emissor da mensagem autêntica), mímico (aquele que reproduz o sinal) e o destinatário (quem reage à mensagem).

Descobertas recentes mostraram que a *Boquila trifoliolata* (DC.) Decne (Lardizabalaceae), uma trepadeira encontrada em florestas temperadas do Chile e Argentina, é capaz de imitar as folhas de cada arbusto ou árvore sobre o qual cresce. Esta planta imita as características morfológicas das folhas de espécies completamente diferentes, e ainda pode alternar a forma, tamanho e cor das folhas várias vezes dependendo de qual espécie está mais próxima.

Assim, *B. trifoliolata* consegue regular com flexibilidade as características das folhas, o que significa modular a expressão de genes de maneira única. Provavelmente, as vantagens dessa proeza seriam proteção contra insetos nocivos e menor probabilidade de predação.

Mas a questão que intrigou o Mancuso foi: Como a planta faz para saber o que precisa imitar? De forma inesperada, a resposta é: provavelmente a planta tem alguma capacidade de visão! Neste contexto, apresenta-se as contribuições de Haberlandt que em 1905 discutiu que as células epidérmicas das plantas são convexas como lentes, podendo funcionar como ocelos (olhos primitivos) presentes em muitos invertebrados, e ainda Francis Darwin (filho do famoso naturalista Charles Darwin) que se debruçou a fundamentar cientificamente sobre as habilidades de percepção das plantas.

Devido à impossibilidade de se deslocar, as plantas muitas vezes precisam da colaboração dos animais visando espalhar seus diásporos, garantir polinização eficiente ou ainda se defender. Neste contexto, o homem é o melhor vetor neste planeta. Em troca de comida, beleza e outras vantagens, dispersa as plantas de que necessita. Apesar de sua aparente placidez, as plantas são capazes de manipular o comportamento dos animais utilizando, para tanto, um complexo arsenal químico. Na mirmecofilia espécies vegetais utilizam os nectários extraflorais para atrair formigas obtendo em troca defesa ativa contra outros insetos ou predadores em geral. O néctar produzido nestas estruturas possui uma composição complexa que inclui alcaloides não proteicos e aminoácidos. As plantas são capazes de modificar a concentração de tais constituintes de modo a afetar (manipular) o comportamento das formigas.

Mancuso ressalta que o homem é um importante recurso para as plantas. Tal afirmação corrobora Yuval Harari que afirma (HARARI, 2015, p. 1419) “As plantas domesticaram o *Homo sapiens*, e não o contrário”. Apesar da alta biodiversidade, apenas três espécies de plantas (trigo, milho e arroz) fornecem cerca de 60% das calorias consumidas pela humanidade. Por meio do ser humano estas espécies colonizaram enormes áreas em todos os continentes.

Diante do exposto, é recorrente no livro questionar sobre: Como as plantas sobrevivem sem cérebro? Que sistemas usam no lugar dele? Segundo Mancuso o sistema radicular é, sem dúvida, a parte mais importante da

planta. Com refinamento percebem uma multiplicidade de parâmetros químicos e físicos (luz, gravidade, elementos minerais disponíveis, umidade, temperatura, estímulos mecânicos, estrutura do solo) que são discriminados separadamente pela força, direção, duração, intensidade e características específicas. Contudo, ainda há falta de técnicas ou ferramentas capazes de registrar os movimentos das raízes, sendo este um dos maiores obstáculos ao progresso da pesquisa sobre comportamento vegetal.

Mancuso considera as raízes como um “organismo coletivo”, assemelhando-se a um bando de pássaros ou colônia de formigas. Princípios gerais que governam a organização de grupos possibilitam o surgimento de uma inteligência coletiva superior à dos indivíduos que os compõem. Na natureza tomar decisões compartilhadas é a melhor garantia para resolver corretamente problemas complexos. Portanto, a ideia de que a democracia é uma instituição contrária à natureza, é uma das mentiras inventadas pelo homem para justificar a sua antinatural sede de poder individual.

Por suas habilidades, as plantas devem ser objetos de estudos na abordagem bioinspirada visando, por exemplo, a materialização de projetos arquitetônicos mais sustentáveis. Além disso, é essencial que as pesquisas com foco na exploração espacial envolvam as plantas, tanto pelo efeito positivo que exercem sobre o equilíbrio psíquico dos seres humanos, pela necessidade humana por alimento e oxigênio, quanto pela abordagem bioinspirada. Os plantoides, idealizados e projetados por Mancuso materializam algumas dessas possibilidades.

Mancuso enfatiza que o cenário do futuro próximo (até 2050) se mostra bastante desafiador. Com expectativa de uma população mundial de 10 bilhões de pessoas no planeta, questões relacionadas à segurança alimentar e fornecimento de água doce ganharão ainda mais relevância. Tal aumento populacional deve ser acompanhado de mudanças drásticas nos padrões de produção e consumo, visando sustentabilidade. Qualquer política que proponha resolver o problema de produção de alimentos com desmatamento e abertura de novas áreas agrícolas trará consequências catastróficas para o planeta. Mancuso propõe mover parte da capacidade produtiva para os oceanos. Visionário, o autor apresenta a estufa flutuante “*Jellyfish Barge*” já testada e funcional.

Por fim, enfatizamos que as plantas não são um mero artefato na paisagem, representam seres vivos inteligentes que trazem uma história evolutiva com eficientes soluções para sobrevivência e permanência neste planeta. Portanto, é inexplicável ainda sofremos de uma persistente *plant blindness* [cegueira para plantas].

Referências

HARARI, Y. N. *Sapiens: uma breve história da humanidade*. L&PM Editora (versão para Kindle), 2015.

MANCUSO, S. *Revolução das plantas: um novo modelo para o futuro*. São Paulo: Ubu Editora (versão para Kindle), 2019.



nota científica

Florada de plantas melíferas no Cerrado

Karoline Nascimento Siqueira; Quezia Cavalcante Oliveira;
Sarah de Souza Oliveira; Carla Afonso da Silva Bitencourt Braga;
Carlos de Melo e Silva Neto



Florada de plantas melíferas no Cerrado

Blossom of meliferous plants in the Brazilian Cerrado

Floración de plantas melíferas en el Cerrado

Karoline Nascimento Siqueira

Universidade Federal de Goiás

karolflorestal@gmail.com

Quezia Cavalcante Oliveira

Universidade Federal de Goiás

queziaflorestal@gmail.com

Sarah de Souza Oliveira

Universidade Federal de Goiás

sarahflorestal@gmail.com

Carla Afonso da Silva Bitencourt Braga

Universidade Federal de Goiás

carlaafonsoufg@gmail.com

Carlos de Melo e Silva Neto

Instituto Federal de Goiás - campus Cidade de Goiás

carlos.neto@ifg.edu.br

Resumo

*O conhecimento da flora apícola é necessário para que ocorra a preservação e a multiplicação dessas plantas. Diante da importância do monitoramento da flora apícola, objetivou-se realizar o levantamento da flora melífera do Cerrado e o período de sua floração. O presente estudo foi realizado durante o período de agosto de 2015 a julho de 2016. O levantamento foi feito por meio de parcelas amostrais, divididas em quadrantes, a uma distância de 2 km de raio do ponto central (Apiário UFG). Cada quadrante foi percorrido uma vez por semana durante o período do levantamento. Foram observadas 44 espécies vegetais, pertencentes a 42 gêneros e 15 famílias botânicas sendo visitadas por *Apis mellifera* na região do Apiário. Dentre as famílias botânicas que foram observadas, a que mais se destacou foi à família Fabaceae. O recurso mais abundante foi o pólen (51%), seguido de néctar (44%) e resina (5%). Observou-se que existem espécies florescendo ao longo de todo o ano, porém, durante o período seco, a abundância de recursos florais é superior aos meses de maior intensidade das chuvas.*

Palavras-chave: Abelhas. Recurso floral. Forrageamento. Apicultura. Fenologia.

Abstract

Knowledge of the bee flora is necessary for the preservation and multiplication of these plants. In view of the importance of monitoring the bee flora, the objective of this work is to carry out a survey of the Cerrado meliferous flora and the period of its blossom. The study was carried out from August 2015 to July 2016. The study was carried out using sample plots, divided into quadrants, at 2 km in radius from the central point (apiary UFG). Each quadrant was scanned once a week during the survey period. 44 plant species were observed, belonging to 42 genera and 15 botanical families being visited by *Apis mellifera*. Among the botanical families that were observed, the one that stood out the most was the Fabaceae family. The most abundant resource was pollen (51%), followed by nectar (44%) and resin (5%). It was observed that there are species blooming throughout the year, however, during the dry period, the abundance of floral resources is superior to the months of greatest rainfall.

Keywords: Bees. Floral Research features. Foraging. Beekeeping. Phenology.

Resumen

El conocimiento de la flora de las abejas es necesario para que se produzca la conservación y multiplicación de estas plantas. Dada la importancia del monitoreo de la flora apícola, el objetivo de este trabajo es relevar la flora melífera del Cerrado y el período de su floración. El estudio se realizó entre agosto de 2015 y julio de 2016. El estudio se llevó a cabo mediante parcelas muestrales, divididas en cuadrantes, a una distancia de 2 km de radio del punto central (Apiario UFG). Cada cuadrante se escaneó una vez a la semana durante el período de la encuesta. Se observaron 44 especies de plantas pertenecientes a 42 géneros y 15 familias botánicas visitadas por *Apis mellifera* en la región Apiario. Entre las familias botánicas que se observaron, la que más se destacó fue la familia Fabaceae. El recurso más abundante fue el polen (51%), seguido del néctar (44%) y la resina (5%). Se observó que hay especies que florecen durante todo el año, sin embargo, durante el período seco, la abundancia de los recursos florales son superiores a los meses de mayor precipitación.

Palabras clave: Abejas. Características florales. Búsqueda de comida. Apicultura. Fenología.

Introdução

As abelhas requerem em sua alimentação proteína, carboidratos, minerais, lipídios, vitaminas e água que são essenciais para o seu desenvolvimento. Estas necessidades normalmente são supridas pela coleta de néctar, pólen e água (TURCATTO et al., 2013). A flora melífera, ou flora apícola, são aquelas que têm as flores visitadas pelas abelhas e apresentam características muito variadas, frequentemente são aromáticas, oferecem estruturas para pouso das abelhas e fornecem néctar (FDR, 2013). As plantas atrativas para as abelhas, na maioria das vezes, apresentam flores de cor amarela, branca, creme, verde e azul ou alguma outra cor que imite o espectro ultravioleta, além de possuírem odor aromático agradável, néctar com altas

concentrações de açúcar e pólen proteico (SILBERBAUER-GOTTSBERGE, 1988; OLIVEIRA et al., 2000; SORREQUE, 2016).

A pastagem apícola pode ser nativa ou primária quando formada pela mata virgem constituída de plantas nativas, das quais existem mais de 30.000 espécies diferentes no Brasil, sendo algumas altamente melíferas e outras sem valor significativo para as abelhas; vegetação secundária ou terciária, que corresponde à mata natural derrubada e queimada que é posteriormente abandonada, dando oportunidade para o surgimento de uma nova vegetação; áreas reflorestadas, onde a principal espécie é o eucalipto que oferece alto volume de néctar com elevado teor de açúcar, além da floração que ocorre em diversas épocas do ano, e pode ser considerada uma das melhores plantas para a apicultura (WIESE, 2000).

O conhecimento da flora apícola também é necessário para a preservação e a multiplicação destas plantas de potencial melífero, auxiliando o estabelecimento de uma apicultura sustentável (SODRÉ et al., 2008). O conhecimento das plantas de uma região, bem como sua época de florescimento e as características do pólen, auxiliam na determinação das espécies vegetais que contribuem para composição do mel e é importante para desencadear procedimentos de manejo da colmeia que poderão maximizar a exploração do fluxo de néctar e pólen (SALOMÉ; ORTH, 2003).

Nesse sentido, objetivou-se identificar plantas melíferas e o período de sua floração para construção de um calendário apícola capaz de orientar o manejo alimentar das abelhas dos apiários no Cerrado.

Materiais e método

O levantamento da flora apícola foi realizado nos arredores do apiário da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ/UFG), localizado no município de Goiânia-GO, durante o período de agosto de 2015 a julho de 2016, por meio de parcelas amostrais, divididas em quatro quadrantes, a uma distância de 2 km de raio do ponto central do Apiário. Cada quadrante foi percorrido uma vez por semana durante o período de execução do levantamento (ARAÚJO et al., 2004).

Todos os hábitos vegetais foram considerados, dentre eles árvores, arbustos, lianas e herbáceas, porém as arbóreas foram as mais abundantes

na região. Também foram considerados espécies de todas as origens, como exótica ao Brasil, exótica ao bioma Cerrado e nativas do bioma.

A coleta dos dados foi realizada predominantemente durante o período matutino. Ao longo do percurso na trilha, todas as plantas em florescimento de até três metros de altura foram avaliadas quanto à visita/presença de abelhas *Apis mellifera*. A duração da observação em cada planta em florescimento foi de cinco minutos. As plantas visitadas por até três abelhas foram consideradas pouco visitada e acima de três, muito visitada. Quando constatada a presença de abelhas nas flores, estas foram fotografadas, coletadas e preparadas por meio de exsicatas para posterior identificação.

A identificação foi realizada de acordo com sua família botânica e demais informações taxonômicas com nome científico e nome comum para a região, conforme chaves de identificação de espécies fanerógamas baseadas *Angiosperm Phylogeny Group IV* (APG, 2016) e nas bibliografias especializadas de Souza e Lorenzi (2005), além de consultas no Herbário da Universidade Federal de Goiás. Cada espécie teve o seu período de floração definido de acordo com a observação em campo, além do registro da duração de floração de cada planta, o tipo de alimento fornecido por ela, se pólen, néctar e/ou resina e outras características morfológicas como coloração ou estruturas botânicas.

O número de espécies em florescimento foi anotado por mês do ano e comparado com informação de precipitação da região de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) e comparados em gráfico de barras e linha para sobreposição das duas variáveis. Os percentuais de cada família botânica, tipo de recurso floral também foram definidos.

Resultados e discussões

Foram observadas 44 plantas com valor melífero no perímetro analisado. As espécies encontradas estão descritas na tabela 1, bem como o nome científico de cada planta e o período de floração ao longo dos meses.

A identificação da flora apícola do presente estudo foi realizada no período chuvoso e seco, a fim de se verificar quais as espécies tiveram uma maior contribuição durante todos os períodos. Os dados de precipitação pluviométrica obtidos durante a realização do trabalho estão apresentados na figura 1.

Tabela 1- Espécies arbóreas visitadas por abelhas *Apis mellifera* e seus respectivos meses de floração (as cores dos meses representam a coloração da flor)

ESPÉCIE		MESES DE FLORAÇÃO											
Nome comum	Nome científico	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Acácia Rosa	<i>Cassia grandis</i>								X	X	X	X	
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>		X	X	X								
Glirícidia	<i>Gliricidia sepium</i>										X	X	
Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>								X	X	X		
Aroeira vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i>	X									X	X	X
Cagaita	<i>Eugenia uniflora</i>								X	X	X		
Cajú	<i>Anacardium occidentale</i>						X	X	X				
Capitão	<i>Terminalia glabrescens</i>							X	X				
Carvoeiro	<i>Tachigali paniculata</i>									X	X	X	
Cássia Imperial	<i>Cassia fistula</i>									X	X	X	X
Cipó Cuspidária	<i>Cuspidaria convoluta</i>							X	X	X			
Cipó uva	<i>Serjania reticulata</i>	X	X	X									X
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>											X	X
Eucalipto	<i>Eucalyptus citriodora</i>				X	X						X	X
Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>									X	X	X	
Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>								X	X			
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>								X	X			
Hirtella	<i>Hirtella gracilipes</i>								X	X	X		
Ingá	<i>Inga edulis</i>								X	X	X		
Ipê Branco	<i>Tabebuia roseoalba</i>								X	X			
Ipê Rosa	<i>Handroanthus pentaphyllus</i>							X	X	X			
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>					X	X	X					
Lanterneiro	<i>Lophanthera lactescens</i>			X	X	X	X	X	X				
Mangaba	<i>Hancornia speciososa</i>									X	X	X	
Maria pobre	<i>Dilodendrom bipinatum</i>					X	X						
Flor do mel	<i>Tithonia diversifolia</i>	X	X	X	X	X	X						
Mulungu	<i>Erythrina mulungu</i>										X	X	
Muntingia	<i>Muntingia calabura</i>									X	X	X	X
Murici	<i>Byrsonima crassifolia</i>							X	X	X	X	X	X
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>				X	X	X						

Pata-de-vaca	<i>Bauhinia</i> sp.				X	X	X	X	X										
Pau jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>						X	X	X										
Pau Brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>												X	X					
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i>											X	X						
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>											X	X						
Breu	<i>Protium heptaphyllum</i>										X	X							
Quaresmeira	<i>Tibouchina</i> sp.				X	X	X	X	X										
Saboneteira	<i>Sapindus saponaria</i>									X	X	X							
Sangra d'água	<i>Croton floribundus</i>	X	X																
Sibipiruna	<i>Cenostigma pluviosum</i>										X	X	X						
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>															X	X		
Sucupira	<i>Bowdichia virgilioides</i>									X	X	X							
Vigna	<i>Vigna</i> sp.							X	X										
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>												X	X					

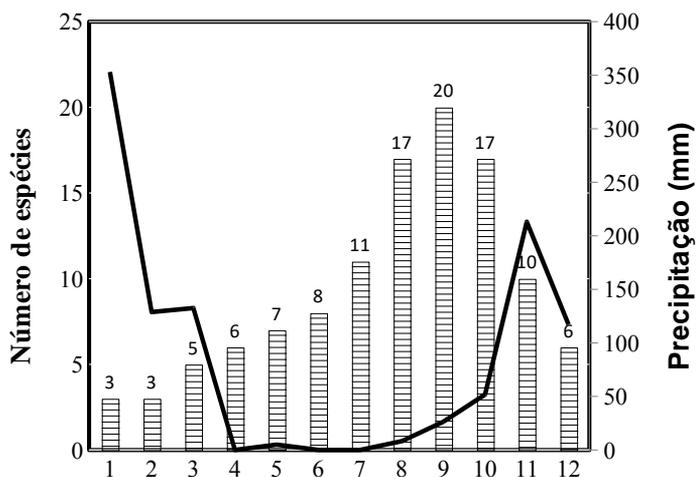


Figura 1 – Relação do número de espécies em florescimento com as médias de precipitação pluviométrica de Goiânia, no período de agosto de 2015 a julho de 2016 obtidos através da Estação meteorológica da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (mês 1 referente a janeiro até mês 12 referente a dezembro)

Como observado na figura 1, existem espécies florescendo ao longo de todo o ano, porém, durante o período seco, a abundância de recursos florais é superior aos meses de maior intensidade das chuvas, sendo o período de janeiro a março crítico com relação à disponibilidade no de pasto apícola. Após a identificação das plantas com valor apícola, foi possível verificar qual o tipo de alimento disponibilizado às abelhas, conforme demonstrado na tabela 2.

Tabela 2-Relação entre as espécies melíferas e os diferentes tipos de recursos ofertados

FAMÍLIA/ESPÉCIES	NOME COMUM	ÉPOCA DA FLORAÇÃO	RECURSO
ANACARDIACEAE			
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	Jun-ago	Néctar
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira-pimenteira	Out-jan	Néctar e Pólen
APOCYNACEAE			
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangaba	Set-nov	Néctar
ASTERACEAE			
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Flor-do-mel	Jan-jun	Néctar e Pólen
BIGNONIACEAE			
<i>Cuspidaria convoluta</i> (Vell.) A.H.Gentry	Cipó-cuspidária	Jul-set	Néctar e Pólen
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	Ago-set	Néctar e Pólen
<i>Handroanthus pentaphyllus</i> (L.) Mattos	Ipê-rosa	Jul-set	Néctar e Pólen
BURSERACEAE			
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Amescla	Ago-set	Resina
CARYOCARACEAE			
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi	Set-out	Néctar e Pólen
CHRYSOBALANACEAE			
<i>Hirtella gracilipes</i> (Hook.f.) Prance	Vermelhão	Ago-out	Pólen
COMBRETACEAE			
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Capitão	Jul-ago	Pólen
EUPHORBIACEAE			
<i>Erythrina mulungu</i> Mart.	Mulungu	Out-nov	Pólen
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Sangra D'água	Jan-fev	Néctar e Pólen
FABACEAE			
<i>Cassia grandis</i> L.f.	Acácia-rosa	Ago-nov	Pólen

<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Gliricídia	Nov-dez	Néctar e Pólen
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenna	Angico	Ago-out	Néctar e Pólen
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	Carvoeiro	Set-nov	
<i>Cassia fistula</i> L.	Cassia imperial	Set-nov	
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	Nov-dez	Néctar e Resina
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Garapa	Set-nov	Pólen
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	Ago-out	Néctar e Pólen
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	Jul-set	Resina
<i>Bauhinia</i> sp.	Pata-de-vaca	Mar-jul	Néctar e Pólen
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Pau-jacaré	Mai-jul	Néctar e Pólen
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Pau-Brasil	Out-nov	Néctar e Pólen
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) E. Gagnon & G.P. Lewis	Sibipiruna	Ago-out	Néctar e Pólen
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Sombreiro	Nov-dez	Néctar
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira-preta	Jun-ago	Néctar
<i>Vigna</i> sp.	Vigna	Mai-jun	Néctar
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	Set-out	Néctar e Pólen
MALPIGHIACEAE			
<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	Lanterneiro	Mar-ago	Néctar e Pólen
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Murici	Jul-dez	Pólen
MALVACEAE			
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Açoita-cavalo	Fev-abr	Pólen
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Paineira	Abr-jun	Néctar e Pólen
MELASTOMATACEAE			
<i>Tibouchina</i> sp.	Quaresmeira	Mar-jul	Pólen
MUNTINGIACEAE			
<i>Muntingia calabura</i> L.	Calabura	Set-dez	Néctar e Pólen
MYRTACEAE			
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Ago-out	Néctar e Pólen
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	Eucalipto	Abr-mai	Néctar
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Gabirola	Ago-set	Néctar e Pólen

SAPINDACEAE			
<i>Serjania reticulata</i> Cambess.	Cipó-uva	Jan-mar	Néctar
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Maria-pobre	Mai-jun	Pólen
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Saboneteira	Jul-set	Pólen

Entre os recursos disponibilizados pelas flores, o mais abundante foi o pólen (51%), seguido de néctar (44%) e resina (5%), com apenas três espécies representantes, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea courbaril* e *Protium heptaphyllum*. De acordo com a tabela 2, foram observadas 44 espécies vegetais pertencentes a 42 gêneros e 15 famílias botânicas sendo visitadas por *A. mellifera* na região do Apiário da EVZ/UFG. Dentre as famílias botânicas que foram observadas durante o monitoramento, destacou-se a família Fabaceae (43%), seguido por Myrtaceae com 9,09%, Bignoniaceae e Sapindaceae ambas com 6,82%, Malpighiaceae, Anacardiaceae, Asteraceae e Malvaceae com 4,55%. As outras famílias apresentaram percentual menor que 3% de representação.

No presente monitoramento, a família Asteraceae foi representada por apenas uma espécie, *Tithonia diversifolia* (Flor-do-mel), no entanto foi visto a importância desta espécie no pasto apícola, pois a oferta tanto de néctar quanto de pólen favorece o aumento da disponibilidade de alimento para a *A. mellifera*. A família Asteraceae também é uma grande família botânica de grande relevância para o Cerrado, mas grande parte de suas espécies são arbustivas ou herbáceas, assim não sendo monitorada neste trabalho.

Durante o período de estudo, verificou-se que as abelhas *A. mellifera* apresentaram um comportamento generalista ao visitar flores de características florais distintas, com diferentes características morfológicas. Apesar deste comportamento, pode-se observar uma maior preferência por espécies com flores de coloração amarela, como por exemplo *Tachigali paniculata*, *Cenostigma pluviosum*, *Cassia fistula*, *Tithonia diversifolia*, *Paubrasilia echinata* (Figura 2).

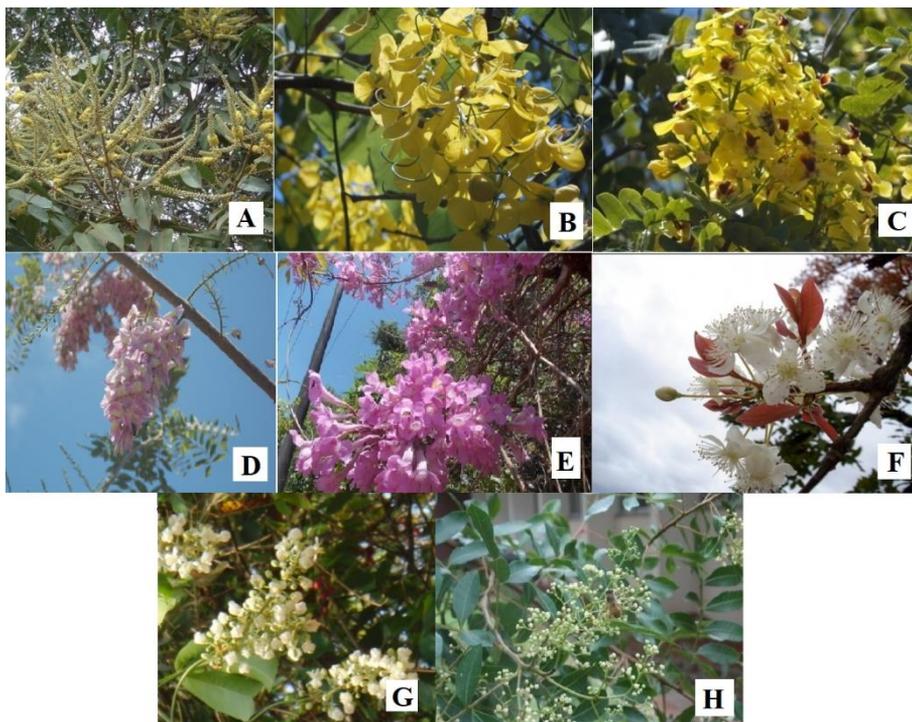


Figura 2 – Flores de características distintas: A - Carvoeiro (*Tachigali paniculata*), dialipétalas, actinomorfas, inflorescências agrupadas em panículas racemosas terminais. B- Cassia imperial (*Cassia fistula*), diclamídeas, zigomorfas, inflorescências reunidas em panículas terminais. C- Pau-brasil (*Pau-brasil echinata*), diclamídeas, zigomorfas, inflorescência do tipo racemo terminal. D- Glirícidia (*Glirícidia sepium*), diclamídeas, zigomorfas, inflorescências em panículas terminais. E- Cipó cuspidária (*Cuspidaria convoluta*), diclamídeas, hermafroditas, pentâmeras, zigomorfas, inflorescências reunidas em panículas cimosas. F- Cagaita (*Eugenia uniflora*), diclamídeas, polistêmones, inflorescências agrupadas em fascículos axilares. G- Cipó-uva (*Serjania reticulata*), unissexuais, hermafroditas, inflorescências agrupadas em racemos axilares. H- Aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius*), pentâmeras, unissexuais, inflorescências reunidas em panículas terminais.

Fonte: Autores (2020).

Foi possível observar também grande visitação entre as plantas com flores de cores menos comuns, rosa e vermelha, como *Ceiba speciosa*, *Bauhinia* sp., *Tabebuia pentaphylla*, *Clitoria fairchildiana*, *Vigna* sp., *Tibouchina* sp., *Erythrina mulungu*, *Glirícidia sepium*, *Cuspidaria convoluta*, e cores brancas, como *Eugenia uniflora*, *Serjania reticulata* e *Schinus terebinthifolius* (Figura 2).

A família Fabaceae apresentou a maior diversidade de espécies presentes na área do presente estudo. O mesmo resultado foi constatado em um estudo realizado por Machado e Lopes (2006), no qual observaram que, entre as espécies melitófilas, é frequente a presença de espécies representantes da família Fabaceae. A predominância de visitação se deve ao fato que estas são

espécies zigomorfas e que não são muito restritivas quanto à disponibilização dos seus recursos, ofertando assim néctar e/ou pólen durante todos os períodos do ano, sejam eles caracterizados pela chuva ou pela estiagem. Segundo Bosch et al. (1997), as características morfológicas das flores estão relacionadas com o tipo de recurso que é ofertado por esta e o tipo de polinizador da mesma.

Em um inventário da flora apícola realizado por Mendonça et al. (2008), em uma área remanescente de Cerrado, as famílias Fabaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Malphigiaceae e Myrtaceae foram as mais representativas, sendo que destas três também foram observadas no presente estudo.

Os padrões fenológicos permitem assegurar que a interação que ocorre entre planta/polinizador depende da compatibilidade morfológica e fisiológica do tipo de polinizador com as flores, assim como a compatibilidade entre o período de floração das plantas e o período de atividade dos seus respectivos polinizadores (BOSCH et al., 1997). Segundo Pinheiro e Candido (2009), existem fatores que controlam o comportamento dos indivíduos antes e durante a floração, os quais são denominados de fatores externos ou fatores do meio, como temperatura, umidade relativa do ar e disponibilidade de chuvas.

De acordo com Cardoso et al. (2014), o período de chuvas no estado de Goiás ocorre durante os meses de dezembro a março e o de estiagem inicia-se em abril e se estende até novembro. Durante o período avaliado neste estudo, o índice pluviométrico mais alto foi registrado entre os meses de novembro de 2015 a março de 2016, semelhante ao observado pelos autores supracitados.

De acordo com Singh e Kushwaha (2005), a fenologia da floração além de ser afetada pelo período das chuvas, também é afetada pela disponibilidade de água no solo, ou seja, diante regimes pluviométricos semelhantes, a aridez ou saturação do solo pode proporcionar uma redução no período de florescimento ou paralisar totalmente esse processo (SEGHIERI et al., 1995).

O período de atividade dos primórdios florais e foliares controla as atividades de muitos polinizadores (JUSTINIANO; FREDERICKSEN, 2000), sendo assim o tempo de floração é fundamental para atração dos polinizadores. Frequentemente o período da floração tem início após a formação das folhas, isso porque esses órgãos competem por água, nutrientes e metabólitos, resultando assim em um compartilhamento entre

o período de produção foliar e floral (SINGH; KUSHWAHA, 2005). No presente estudo, pode-se perceber que a partir do 3º trimestre (junho à setembro), houve uma redução das taxas pluviométricas, o que favoreceu a floração, principalmente das espécies endêmicas do bioma cerrado, como por exemplo, *Bowdichia virgilioides*, *Caryocar brasiliense*, *Byrsonima crassifolia*, *Harconia speciosa*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Tachigali paniculata*, *Eugenia uniflora*, *Anacardium occidentale* e *Anadenanthera macrocarpa*, aumentando a oferta de alimento para a *A. mellifera*.

Segundo Mantovani e Martins (1988), as espécies do Cerrado podem apresentar diferentes períodos de floração, assim como foi verificado por meio do levantamento, proporcionando assim recursos para a *A. mellifera* durante todo o ano, apesar de poucas plantas florescerem no período de entre janeiro e março. O acompanhamento dos fatores que ocorrem antes e durante a floração, além dos que afetam a quantidade e a qualidade do produto que é obtido da flora apícola, permite uma melhor escolha das espécies que irão compor o pasto apícola.

Com relação ao tipo de flor mais visitada, a de cor amarela teve destaque neste estudo. A mesma frequência por espécies com flores amarelas foi constatada por Machado e Lopes (2006), os quais observaram também que as flores que possuem cores vistosas ou amarelas são comuns em flores melitófilas. No entanto, quanto à variedade entre a coloração das flores, é importante ressaltar a quantidade de espécies com flores de cor branca que foram visitadas por esse polinizador, tais como, *Harconia speciosa*, *Tabebuia roseoalba*, *Luehea divaricata*, *Serjania reticulata*, *Caryocar brasiliense*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Eugenia uniflora*. Para Machado e Lopes (2006), apesar de não se ter especificamente uma determinada cor associada a uma síndrome de polinização, não se pode negar que alguns polinizadores visitem preferencialmente flores com determinadas cores.

Apesar que foram avaliadas neste trabalho apenas espécies a partir da visitação da abelha *Apis mellifera*, uma abelha exótica, mas a mais importante para a apicultura, foram observadas em diversas plantas a presença também de abelhas nativas do Cerrado, em especial as espécies de abelhas sem ferrão. Freitas et al. (2020) observaram na abelha tíuba (*Melipona fasciculata*) uma atividade diretamente ligada a sazonalidade e a fenologia das plantas do Cerrado. Essas relações encontradas reforçam a importância de se conhecer

a fenologia das plantas do Cerrado e o recursos florais que elas disponibilizam para as abelhas, incluindo os recursos que fornecem para as abelhas nativas.

Assim, destacamos aqui que o conhecimento dos padrões fenológicos das plantas no perímetro estudado foi de fundamental importância, pois permitiu estabelecer um calendário com as espécies e suas respectivas épocas de produção, bem como avaliar a distribuição e oferta dos recursos disponíveis. Com estas informações será possível estabelecer o momento certo de se proceder a alimentação das abelhas nos períodos de escassez de alimento, além de fornecer auxílio no momento da escolha de novas espécies de plantas a ser introduzidas no perímetro estudado, o que irá proporcionar o fortalecimento da produção do apiário da EVZ/UFG.

Considerações finais

O período de maior abundância de pasto apícola/plantas melíferas em florescimento se concentrou entre os meses de julho a novembro, já a menor abundância de janeiro a março. O período de maior concentração de pasto apícola coincidiu com os períodos de baixos índices pluviométricos, como ocorre também para a vegetação arbórea nativa do Cerrado. Sendo assim, nos períodos definidos como baixa produção de pasto apícola, é indicado a introdução de espécies que floresçam nesse período pra complementar a alimentação ou até mesmo alimentação artificial para as abelhas. As flores amarelas se destacaram com relação ao pastejo apícola pelas abelhas *Apis mellifera*, sendo considerado um atributo floral de preferência das abelhas.

Sabendo-se dos benefícios promovidos pelas abelhas em relação a polinização e essencialidade a qualidade e desenvolvimento de frutos, é importante ressaltar que a abundância e a riqueza da comunidade de polinizadores são influenciadas pela composição do pasto apícola. Nesse sentido, a conservação das áreas de vegetação próximas a apiários se faz necessário, pois estas ofertam recursos para a alimentação e desenvolvimento das abelhas.

O conhecimento dos padrões fenológicos das plantas é fundamental para o desenvolvimento da apicultura, pois orienta o apicultor nas tomadas de decisão sobre o período em que há uma menor oferta de recursos no pasto

apícola, direcionando quando introduzir a alimentação artificial para as abelhas e quais plantas devem ser introduzidas nas proximidades para diminuir, ao máximo, o período de escassez de pasto apícola.

Referências

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

ARAÚJO, E. D. et al. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, n. 3B, p. 563-568, 2004.

BOSCH, J.; RETANA, J.; CERDÁ, X. Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in an herbaceous mediterranean plant community. *Oecologia*, v. 109, p. 583-591, 1997. doi: 10.1007/s004420050120.

CARDOSO, Murilo Raphael Dias; MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; BARROS, Juliana Ramalho. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta geográfica*, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2015.

FDR. Fundação Demócrito Rocha. *Plantas melíferas*. 2013. Disponível em: <http://fdr.com.br/formacao/2013/apicultura/plantas-meliferas/>.

FREITAS, P. V. D. X.; FAQUINELLO, P.; SILVA, I. E.; ZANATA, R. A.; ARNHOLD, E.; SILVA-NETO, C. M. External activity of the stingless bee *Melipona fasciculata* (Smith) kept in the Brazilian Cerrado. *Journal of Apicultural Research*, p. 1-6, 2020.

JUSTINIANO, M. J.; FREDERICKSEN, T. S. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica*, v. 32, p. 276-281, 2000. doi: 10.5902/1980509828608

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Melitofilia em espécies de Caatinga em Pernambuco e estudos relacionados existentes no ecossistema. In: GIULIETTII, A. M. *Apium Plantae*. Recife: IMSEAR, 2006, p. 33-60.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Florística do cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu, São Paulo. *Acta Botânica Brasileira*, v. 7, n. 1, p. 33-60, 1988. doi: 10.1590/S0102-33061993000100003.

MENDONÇA, K.; MARCHINI, L. C.; SOUZA, B. A.; ANACLETO, D. A.; MORETI, A. C. C. C. Plantas apícolas de importância para *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em fragmento de Cerrado em Itirapina, SP. *Neotropical Entomology*, v. 37, n. 5, p. 513-521, 2008. doi: 10.1590/S1519-566X2008000500003.

OLIVEIRA, Paulo Eugênio; GIBBS, Peter Edward. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. *Flora*, v. 195, n. 4, p. 311-329, 2000.

PINHEIRO, A. L.; CÂNDIDO, J. F. *As árvores e a apicultura*. Viçosa: Arka Editora, 2009.

SALOMÉ, J. A.; ORTH, A. I. *A flora apícola catarinense e sua ação sobre as colmeias*. APACAME. 2003. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/71/artigo3.htm> acesso em 30 de maio de 2018.

SEGHIERI, J.; FLORET, C.H.; PONTANIER, R. Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, v. 11, p. 237-254, 1995.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. L. S. E.; GOTTSBERGER, G. A. polinização de plantas do cerrado. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 48, n. 4, p. 651-663, 1988.

SINGH, K. P.; KUSHWAHA, C. P. Emerging paradigms of tree phenology in dry tropics. *Current Science*, v. 89, p. 964-975, 2005.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C.C.C.; CARVALHO, C.A.L. Caracterização físico-química de amostras de méis de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. *Ciência Rural*. v. 37, n. 4, 2008. doi: 10.1590/S0103-84782007000400036. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/cr/v38n3/a43v38n3.pdf>

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática. *Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira*, baseado em APG II. Nova Odessa: Plantarum, 2005.

SORREQUE, M. H. C. *Interação entre abelhas e flora em remanescentes de cerrado nos municípios de Campo Mourão e Tuneiras do Oeste-Paraná*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

TURCATTO, A. P. *Desenvolvimento e análise do efeito de dietas protéicas como suplementação nutricional para abelhas Apis mellifera*. 2013. Disponível em: http://www.ffclrp.usp.br/imagens_defesas/02_05_2013_15_36_22_45.pdf

WIESE, H. *Apicultura novos tempos*. Guaíba: Agropecuária, 2000; 424.

