+tecnia

revista de educação, ciência e tecnologia do IFG

v. 8 n. 2
jul./dez. | 2023
ISSN: 2526–2130

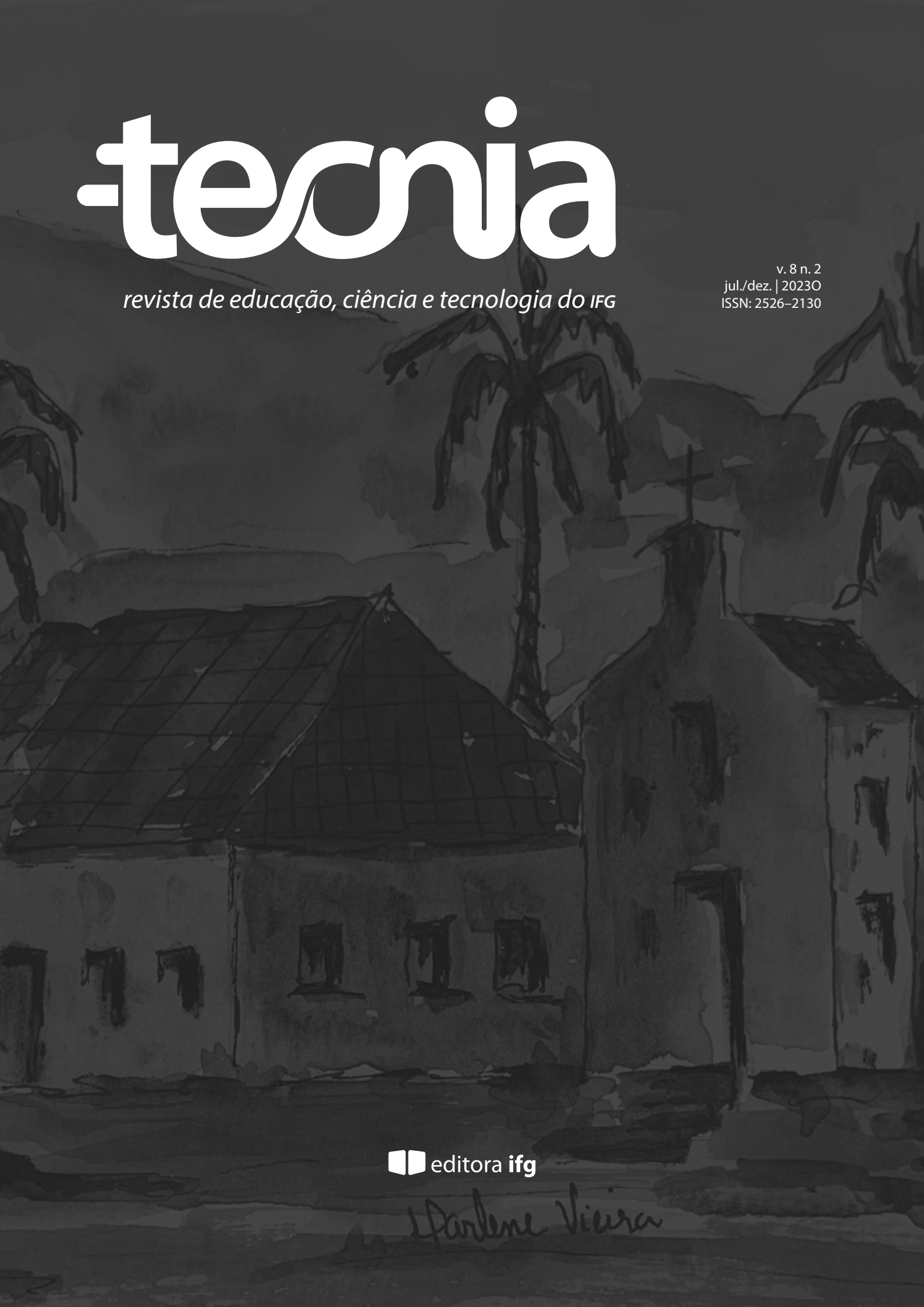


editora ifg

+tecnia

revista de educação, ciência e tecnologia do IFG

v. 8 n. 2
jul./dez. | 2023O
ISSN: 2526–2130



editora ifg

Expediente

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

Reitora
Oneida Cristina Gomes Barcelos Irigon

Pró-Reitora de Pesquisa
e Pós-Graduação
Lorena Pereira de Souza Rosa

Coordenadora da Editora
Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Editora-Chefe da Tecnia
Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Editores de Seção
Alessandro S. de Oliveira
Danielly Bandeira Lopes
Darlene Ana de Paula Vieira
Gustavo Louis Henrique Pinto
Lidiaine Maria dos Santos
Meire Lisboa Santos Gonçalves
Maria Aparecida Rodrigues de Souza
Maria de Jesus Gomides
Rita Rodrigues de Souza

Editor-Adjunto
Kepler Benchimol Ferreira

Projeto Gráfico e Diagramação e Capa
Pedro Henrique Pereira de Carvalho

Revisão e Normalização
Olliver Robson Mariano Rosa

Revisão de Língua Estrangeira
Angelita Duarte da Silva (inglês)
Rita Rodrigues de Souza (espanhol)

Imagens da Capa
Obra: “Memórias Aquareladas”.
Autora: Darlene Ana de Paula Vieira.
Técnica: Aquarela.
Dimensões originais: 15x20cm.

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

ALAN JOSÉ SALOMÃO GRAÇA (UERJ)

BRUNA FIORAMONTE SILVA (IFG)

BRUNO ELIAS DOS SANTOS COSTA (UFU)

CLEBER LINDINO (UNIOESTE)

CRISTIANE ALVARENGA ROCHA SANTOS (CEFET-MG)

DANIEL ALEJANDRO VALDERRAMA (UPTC)

DANIELA MELO E SILVA (UFG)

DARLENE ANA DE PAULA VIEIRA (IFG)

DIVINO GABRIEL LIMA PINHEIRO (IFG)

FÁBINER DE MELO FUGALI (IFSC)

GUILHERME DE PAULA LISBOA (IFG)

JAQUELLINE FEITOSA (IFSP)

JOANA PEIXOTO (IFG)

JÚLIO CÉSAR DE SOUZA (IFMG)

KARLA MARIA SILVA DE FARIA (UFG)

LEONARDO RAMOS DA SILVEIRA (IFG)

LEONORA MALHEIRO FERREIRA (SECULT-APARECIDA DE GOIÂNIA)

LUANA ALVES LUTERMAN (UEG)

MADE JÚNIOR MIRANDA (UEG)

MARCELA FERREIRA MATOS (IFG)

MARIA DE JESUS GOMIDES (IFG)

MÔNICA MARIA EMERENCIANO BUENO (IFG)

OTÁVIA FEIO CASTRO (UFPA)

PAMMILA RODRIGUES JAPIASSU CORREA (IFG)

RAFAEL SOARES DE LIMA (IFG)

RENATO RESENDE ANGELIM (UFG)

RICARDO APARECIDO SANTOS (COTEC)

STEPHANE NASCIMENTO SEVERO (FACMAIS)

Sumário

Expediente 2

Apresentação da Capa 5
DARLENE ANA DE PAULA VIEIRA

Editorial 6
VANDERLEIDA ROSA DE FREITAS E QUEIROZ
KEPLER BENCHIMOL FERREIRA

Diálogos entre a formação omnilateral e a educação ambiental crítica com estudantes do nível básico 10
ALESSANDRO SILVA DE OLIVEIRA
GUSTAVO CARVALHO DA ROCHA LIMA MARTINS
GONZALO MARIN OVIEDO
LUCAS JOSÉ DE OLIVEIRA GOMES

Um estudo discursivo: análise da canção *Pra não dizer que não falei das flores* 25
LÍDIA AMORIM DA SILVA
THIAGO BARBOSA SOARES
ELIZANGELA ARAÚJO DOS SANTOS FERNANDES

Proposta de um sistema de informação de apoio na gestão integrada dos resíduos de construção civil 41
TOMÉ FRANCISCO CHICOMBO

***Softwares* educativos e a aprendizagem da leitura de estudante com deficiência intelectual no AEE** 58
EDILENE MANGABEIRA XAVIER
AMARALINA MIRANDA DE SOUZA

Gestão dos Recursos Financeiros Aplicados na Educação Pública de Minas Gerais 76
ULISSES CAETANO PEREIRA
LUIZ CLAUDIO DE ALMEIDA TEODORO

A desvalorização e a renovação da educação 92
ELCIO ALCIONE CORDEIRO
ANGELO VANDINEY CORDEIRO

Análise da interação solo-estrutura de uma edificação unifamiliar assentada em diferentes perfis de solos 108
IURY COSTA BARROS
ARLAM CARNEIRO SILVA JUNIOR

Seleção de hiperparâmetros para uma rede neural Multi-Layer Perceptron aplicada na predição do preço da soja 125
LUIZ F. M. BRUNETTO
CARISE E. SCHMIDT
ALEXANDRE DALLA'ROSA

Análise exploratória (pca e hca) no monitoramento e rastreabilidade de fontes de água urbana 140
SABRINA ÂNGELA RIBOLI
CLEBER ANTONIO LINDINO

Estudo das outorgas deferidas na bacia hidrográfica do Rio Grande, vertente mineira 157
LUANA AUXILIADORA DE RESENDE
FLÁVIO APARECIDO GONÇALVES

Apresentação da Capa

OBRA: “MEMÓRIAS AQUARELADAS”
AUTORA: DARLENE ANA DE PAULA VIEIRA
TÉCNICA: AQUARELA
DIMENSÕES ORIGINAIS: ALTURA 15CM X LARGURA 20 CM

Darlene Ana de Paula Vieira
Professora de Biologia, servidora do IFG/Campus Inhumas
Aspirante a aquarelista
Instagram: @darleneapv

“As artes não são uma maneira de ganhar a vida. Elas são uma maneira muito humana de tornar a vida mais suportável. Praticar uma arte, não importa quão bem ou mal seja, é uma maneira de fazer sua alma crescer. ”
Kurt Vonnegut Jr.

Durante os desafios impostos pela pandemia, encontrei refúgio e uma forma de expressão na aprendizagem da aquarela. Essa “jornada artística” se tornou mais do que uma simples atividade; tornou-se uma ponte para revisitar as memórias mais queridas de minha infância na fazenda.

Entre pincéis e cores vibrantes, decidi retratar a sede da fazenda que moldou minha infância. Um lugar onde a simplicidade e a magia se entrelaçavam, criando um cenário inesquecível. No centro desse microcosmo, destacava-se uma pequena igreja de janelas de madeira, que, com sua aura serena, também desempenhava o papel de escola.

Nas minhas pinceladas, procurei capturar a essência daquelas paredes gastas pelo tempo, mas carregadas de histórias. Foi ali, naquele espaço modesto, que dei meus primeiros passos no mundo das letras. A pequena igreja não era apenas um local de devoção, mas também uma sala de aula onde aprendi as primeiras palavras e os primeiros números. A dualidade desse ambiente, que harmonizava espiritualidade e conhecimento, foi crucial para minha formação.

A pandemia, com suas limitações e isolamento, proporcionou-me a oportunidade de reconectar-me com minhas raízes e descobrir uma nova forma de expressar essas lembranças. Cada pincelada na aquarela era como uma viagem no tempo, uma reconstrução afetuosa de momentos que, muitas vezes, permaneciam adormecidos na memória.

Ao longo dessa “jornada artística”, descobri que a aquarela não apenas retrata imagens, mas também resgata emoções. A paleta de cores delicadas e as técnicas fluidas permitiram-me capturar a suavidade das árvores ao redor da sede e da igreja-escola, bem como as nuances da terra que sempre foi meu playground.

Assim, minha aprendizagem de aquarela durante a pandemia tornou-se mais do que um passatempo criativo. Foi uma viagem nostálgica, uma forma de homenagear e preservar as raízes que moldaram quem sou.

Editorial

Passados quase quatro anos da Pandemia pela Covid-19 em nosso país, seus efeitos reverberam em fluxos contraditórios. De um lado, o vírus se tornou existência ativa que ameaça vidas aqui e acolá, com certa frequência, desestabilizando nossas rotinas no trabalho e as práticas sociais diversas, como as festividades com alta concentração de pessoas. Mesmo o vírus se mostrando letal, ainda lidamos com o negacionismo da doença e dos tratamentos eficazes, entre eles o mais importante, a vacina. A ciência continua sendo descredibilizada por parcela da sociedade que insiste em negar sua validade pondo-a em confronto com a fé. Fé e ciência, conhecimentos de naturezas diferentes, tornaram-se antagônicos, inimigos. De outro lado, a luta pela preservação da vida em face da doença forjou a emergência de resistências que se manifestaram na arte, na cultura e na produção do conhecimento científico. A ciência, de fundamental importância para desvendar os mistérios da vida que produz morte; a arte, de fundamental importância para manter viva a memória de nossa cultura e nos interpelar acerca de nossa humanidade.

A experiência de Darlene, ao aventurar-se na aprendizagem da aquarela no período de isolamento, comprova a vocação humana para a vida, para o mover-se contra a corrente. O que fazer enquanto tudo se mantinha parado? O que fazer diante do horror da morte avassaladora? A arte foi seu escape. Com ela, descobriu uma nova (para ela) maneira de expressar lembranças e reconectar-se com suas raízes. Na sua arte e na sua memória, fé e ciência são encontradas em pacífica convivência. A aquarela que compõe a capa deste número da Tecnia evoca a necessidade de acolhermos com respeito a diversidade da experiência humana traduzida na arte e no conhecimento científico. Por essa razão, a Tecnia tem buscado estabelecer um diálogo entre esses campos do saber na editoração de seus números, desde a elaboração de suas capas, nas quais são apresentadas produções artísticas de nosso patrimônio cultural, à seleção do conteúdo, do qual se requer relevância científica e social.

Em que pesem os efeitos negativos da Pandemia, a vida seguiu seu curso. E isso foi possível devido aos avanços da ciência. Neste número da Tecnia, apresentamos dez artigos distribuídos em quatro seções, os quais constituem uma pequena amostra do conhecimento produzido por pesquisadores comprometidos não apenas com a explicação do mundo, mas com a transformação dele em prol da vida digna. Os autores representam dez instituições de educação do país: Instituto Federal de Goiás (IFG); Instituto Federal Goiano (IFGoiano); Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste); Universidade Federal de Alfenas (UFAL); Instituto Federal Santa Catarina (IFSC); Universidade de Brasília (UnB); Universidade Federal do Tocantins (UFT); Universidade de Passo Fundo (UPF); Escola Técnica do Vale do Itajaí (ETEVI); Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG); e uma instituição de Moçambique, país na África Oriental: Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG).

Os três primeiros artigos da edição compõem a primeira seção, referente à área de Ciências Humanas e Sociais, Letras e Artes. No primeiro artigo, intitulado “Diálogos entre a formação omnilateral e a educação ambiental crítica com estudantes do nível básico”, Alessandro Silva de Oliveira e Gonzalo Marin Oviedo relatam a experiência de formação de estudantes do Ensino Fundamental a partir das perspectivas omnilateral e ambiental crítica, com foco nos problemas decorrentes do uso e do consumo de agrotóxicos nos alimentos. Adotando uma abordagem dialética,

a experiência foi desenvolvida no espaço da horta comunitária do IFG – Câmpus Anápolis, por meio de visitações periódicas, oficinas e encontros para discussões. Para os autores, a opção pela Educação Ambiental Crítica demonstra ser significativa ao desvelar os sentidos latentes por trás da alimentação de um mercado de agronegócio baseado no uso desenfreado dos venenos. Desse modo, acreditam promover uma prática direcionada aos intentos da Formação Omnilateral.

No segundo artigo, "Um estudo discursivo: análise da canção pra não dizer que não falei das flores", Lídia Amorim da Silva, Thiago Barbosa Soares e Elizangela Araújo dos Santos Fernandes empreendem uma análise sobre a canção "Pra não dizer que não falei das flores", composta por Geraldo Vandré e popularizada na época da Ditadura Militar no Brasil. Buscam compreender o processo de constituição do sujeito no discurso de resistência político-social durante o regime autoritário, tomando como base o aparato teórico-metodológico da Análise do Discurso francesa (doravante AD) através do batimento de descrição/interpretação. Para a realização da análise, fazem um estudo de recortes da canção de modo a entender como o sujeito, então inscrito em um determinado lugar sócio-histórico-ideológico, é marcado pelas formações discursivas que lhe são constituintes.

No terceiro artigo, "Proposta de um sistema de informação de apoio na gestão integrada dos resíduos de construção civil", Tomé Francisco Chicombo apresenta um modelo de sistema de informação para a gestão integrada dos resíduos sólidos de construção civil. A elaboração do modelo teve como base metodológica realização de entrevistas, leitura bibliográfica e observação e modelagem do sistema. Como resultado do estudo, obteve-se um modelo de sistema de informação para gestão de resíduos de construção civil que facilitará a tomada de decisões ambientalmente recomendadas, criando um ambiente de responsabilidades, atitudes e responsabilização em sua gestão. O autor justifica o estudo no fato de que o aumento do padrão de vida, demandas de projetos de infraestruturas, mudanças de hábitos de consumo e o aumento populacional tem seu efeito no crescimento da indústria de construção civil. Em decorrência das atividades dessa indústria, registram-se vários tipos de danos ao meio ambiente, devido ao elevado consumo de recursos naturais e pela geração excessiva de resíduos. Nesse contexto, surge a necessidade de a atividade de construção civil ser realizada de forma sustentável, por meio de reuso e reciclagem dos resíduos descartados, o que reduz a exploração dos recursos naturais para estarem disponíveis às gerações futuras.

Os três artigos seguintes compõem a segunda seção, referente à área de Educação e Ensino. O quarto artigo, "Softwares educativos e a aprendizagem da leitura de estudante com deficiência intelectual no AEE", de Edilene Mangabeira Xavier e Amaralina Miranda de Souza, apresenta pesquisa sobre o uso de softwares educativos como recurso de apoio à aprendizagem da leitura de estudantes com deficiência intelectual em fase de alfabetização. Essa pesquisa, do tipo estudo de caso, foi realizada no âmbito do Atendimento Educacional Especializado (AEE), em uma Sala de Recursos Generalista de uma escola da rede pública de ensino do Distrito Federal. A estratégia utilizada foi a observação participante, tendo como base o plano de aplicação. Os softwares educativos escolhidos para o estudo foram o GraphoGame e o EduEdu. Como resultado, as autoras constataram que os softwares educativos favorecem os aspectos de assimilação e consolidação dos grafemas e fonemas; a formação e a leitura de sílabas, bem como de palavras simples; a inferência e a contextualização na leitura do estudante, validando, assim, seu uso como recurso de apoio à aprendizagem da leitura aos estudantes com deficiência intelectual no atendimento educacional especializado.

O quinto artigo é intitulado "Gestão dos recursos financeiros aplicados na educação pública de Minas Gerais", de autoria de Ulisses Caetano Pereira e Luiz Claudio De Almeida Teodoro. Os autores, por meio de revisão bibliográfica e análise da

legislação pertinente, buscam identificar e compreender o modelo pelo qual o governo do estado de Minas Gerais aloca os recursos financeiros para a área da educação, além de examinar como ocorre a execução financeira desses recursos e, consequentemente, a maneira pela qual a prestação de contas ao poder público é realizada. O estudo revela ser complexo e dinâmico o contexto da gestão dos recursos financeiros para a educação, demonstrando que essa gestão tem um papel fundamental para a transparência da utilização desses recursos, bem como para a garantia de um ambiente educativo de qualidade e para a realização dos objetivos pedagógicos.

No sexto artigo, "A desvalorização e a renovação da educação", Elcio Alcione Cordeiro e Angelo Vandiney Cordeiro se propõem a problematizar e a entender o processo histórico que desencadeou transformações significativas dos principais sujeitos-agentes do campo educacional. O objetivo da investigação, de caráter bibliográfico, foi compreender como historicamente ocorreu o movimento que transformou a identidade do professor e da escola, levando-a a uma crise, e, a partir disso, pensar sua possível reestruturação. Os referenciais estudados para fundamentar a análise propõem uma discussão voltada para a compreensão da historicidade da educação escolar formal, bem como o entendimento da escola e da figura do professor no que se refere às profundas transformações sofridas por ambos e à crise em que se encontram. O professor surge com a própria escola, caracterizado, a princípio, como fonte do conhecimento, do saber e da disciplina, mas, ao longo da história, viu desmoronar esses pilares, o que deu espaço à incerteza e à desvalorização da própria profissão perante si mesmo e a sociedade. Dada essa realidade, os autores apontam as possíveis saídas de tal situação e demonstram a necessidade de uma renovação-reinvenção da área educacional, em específico da escola, da universidade e da formação docente.

Os artigos sétimo e oitavo compõem a terceira seção, referente à área de Ciências Exatas e da Terra. O artigo sétimo, "Análise da interação solo-estrutura de uma edificação unifamiliar assentada em diferentes perfis de solos", de autoria de Iury Costa Barros e Arlam Carneiro Silva Junior, aborda a Interação Solo-Estrutura (ISE), que trata da relação de interdependência entre a superestrutura, a estrutura de fundação e o maciço de solo. No trabalho, considerando a ISE no desenvolvimento de um projeto residencial unifamiliar, em alvenaria de blocos cerâmicos e estrutura em concreto armado sobre fundação rasa em sapata isolada, são avaliados três diferentes perfis de solos. Observa-se a redistribuição dos esforços nos pilares após a ISE, dos centrais para os periféricos, porém de forma sutil devido à baixa carga da edificação e da sua tipologia sem simetria perfeita. Constata-se, assim, que, para os solos com boa capacidade de carga (A e B), há economia no consumo de concreto e forma, ao passo que, para o solo C, com baixa capacidade de carga, há aumento na dimensão de grande parte das sapatas de fundação. Nesse caso, verifica-se um maior consumo de concreto e forma, não apresentando economia, mas favorecendo a segurança, que é o aspecto de maior importância.

No artigo oitavo, "Seleção de hiperparâmetros para uma rede neural Multi-Layer Perceptron aplicada na predição do preço da soja", Luiz F. M. Brunetto, Carise E. Schmidt e Alexandre Dalla'Rosa, considerando a importância do agronegócio – como um setor de produção essencial por garantir o fornecimento de alimentos para a população – e da avaliação de ferramentas que possam auxiliar na tomada de decisão, com foco no aumento da rentabilidade do setor, procedem à análise de um conjunto de hiperparâmetros para uma Rede Neural Multi-Layer Perceptron (MLP), por meio da análise do Erro Médio Quadrático (EMQ), visando à sua utilização na predição do preço da soja. Para isso, um histórico de dados de preço do grão e da taxa de câmbio do dólar (2006-2023) foi utilizado como entrada do modelo matemático. Fazendo uso de simulações computacionais, o preço predito da soja foi avaliado, objetivando identificar o conjunto de hiperparâmetros que gerasse o menor EMQ. Entre as

configurações avaliadas, o menor EMQ encontrado quando o modelo é testado na série histórica (2006-2021) tem valor igual a 1,2936. Em um período de validação superior a 21 meses, o erro absoluto máximo observado é de US$ 0,83, o que representa cerca de 2% do valor real da saca de soja. Esse resultado mostra que a configuração de hiperparâmetros selecionada é capaz de realizar a previsão do preço futuro da soja, acompanhando a tendência de preços do grão, no período em que ele foi avaliado.

A terceira seção, referente à área de Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde, é composta pelo nono artigo: “Análise exploratória (pca e hca) no monitoramento e rastreabilidade de fontes de água urbana”. Os autores Sabrina Ângela Riboli e Cleber Antonio Lindino apresentam o resultado da análise de sete fontes de água situadas em área urbana de uma cidade média do Paraná, monitoradas pelo período de dez meses, determinando parâmetros de pH, de condutividade, de turbidez, de sólidos totais, de concentração de matéria orgânica, de concentração de nitrato e de coliformes termotolerantes e totais. As amostras foram analisadas por espectrometria de plasma induzido por laser (LIBS) para definir linhas espectrais relevantes, e as metodologias Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Grupos Hierárquicos (HCA) foram utilizadas como ferramentas quimiométricas. Os resultados denotaram que é possível avaliar o perfil de cada fonte de água e discriminá-las, podendo-se rastrear a origem geográfica de cada uma e que a quantidade de parâmetros utilizados se mostra suficiente para a análise quimiométrica, diminuindo o tempo e os custos de análise, bem como que o entorno geográfico influencia o perfil da água do local. A principal contaminação físico química observada no caso estudado, ainda que abaixo do Valor Máximo Permitido pela legislação brasileira, foi por nitrato, havendo também contaminação microbiológica com coliformes totais e Escherichia coli, tornando estas águas impróprias para o consumo.

Na quarta e última seção, referente à área de Engenharias, é apresentado o décimo artigo que encerra esta edição: “Estudo das outorgas deferidas na bacia hidrográfica do Rio Grande, vertente mineira”. Luana Auxiliadora de Resende e Flávio Aparecido Gonçalves apresentaram o resultado de um estudo temporal e quantitativo das outorgas emitidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) na parte mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BFRG), situada na região hidrográfica do Paraná, no sudeste do Brasil, que desempenha um papel estratégico na Gestão dos Recursos Hídricos nacional devido à sua abundância de rios e à sua localização. A análise das outorgas deferidas é destacada como uma ferramenta essencial para regulamentar o uso da água. Os dados relevantes para este estudo, retirados da plataforma da ANA, foram submetidos a uma análise detalhada e interpretados. Em seguida, passaram por um processo de tratamento, no qual foram selecionadas 2.050 outorgas com base no período desejado e na abrangência geográfica definida. Por fim, foram elaborados os gráficos e mapas em referência às outorgas emitidas durante os anos de 2013 a 2022 na BHRG no estado de Minas Gerais.

Com estes textos fechamos esta edição, gratos aos(às) autores(as) pelas relevantes contribuições. Esperamos que vocês, leitores(as), se beneficiem das leituras e os(as) convidamos a compartilhar e a divulgar esta publicação.

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz
Editora-Chefe

Kepler Benchimol Ferreira
Editor-Adjunto

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do IFG

Volume 8, Número 2, 2023

Diálogos entre a formação omnilateral e a educação ambiental crítica com estudantes do nível básico

DIALOGUES BETWEEN OMNILATERAL FORMATION AND CRITICAL ENVIRONMENTAL EDUCATION WITH BASIC LEVEL STUDENTS

DIÁLOGOS ENTRE FORMACIÓN OMNILATERAL Y EDUCACIÓN AMBIENTAL CRÍTICA CON ESTUDIANTES DE NIVEL BÁSICO

Alessandro Silva de Oliveira
Instituto Federal de Goiás
alessandro.oliveira@ifg.edu.br

Gustavo Carvalho da Rocha Lima Martins
Instituto Federal de Goiano
gustavo.martins@ifgoiano.edu.br

Gonzalo Marin Oviedo
Instituto Federal de Goiás
gonzalomarinoviedo123@gmail.com

Lucas José de Oliveira Gomes
Instituto Federal de Goiás
lucas.jose@estudantes.ifg.edu.br

Resumo

O presente artigo relata a experiência de formação de estudantes do Ensino Fundamental por meio das perspectivas omnilateral e ambiental crítica. Trata-se de um processo de formação acerca dos problemas decorrentes do uso e do consumo de agrotóxicos nos alimentos. A experiência foi desenvolvida no espaço da horta comunitária do IFG – Câmpus Anápolis por meio de visitações periódicas, oficinas e encontros para discussões. Assumimos a abordagem dialética e desveladora das relações, buscando promover um entendimento para além das práticas de cultivo. A opção pela Educação Ambiental Crítica demonstra ser significativa ao desvelar os sentidos latentes por trás da alimentação de um mercado de agronegócio baseado no uso desenfreado dos venenos. Desse modo, acreditamos promover uma prática direcionada aos intentos da Formação Omnilateral.

Palavras-chave: *Formação Omnilateral; educação ambiental; Ensino Fundamental; agrotóxicos.*

Abstract

This article reports the training experience of elementary school students through Omnilateral and Critical Environmental Perspectives. It is a process of formation arised from problems resulting from the use and consumption of pesticides in food. We developed the experience in the community garden of IFG – Campus Anápolis through periodic visits, workshops, and meetings for discussions. We assumed a dialectical and unveiling approach to relationships, seeking to promote an understanding beyond cultivation practices. The option for Critical Environmental Education proves to be significant in revealing the latent meanings behind feeding of an agribusiness market based on the unrestricted use of poisons. Thus, we believe to promote a practice directed towards the intentions of Omnilateral Education.

Keywords: *omnilateral education; environmental education; elementary school; pesticides.*

Resumen
Este artículo relata la experiencia de formación de estudiantes de enseñanza primaria utilizando las Perspectivas Ambiental-Crítica y Omnilateral. Se trata de un proceso de educación situado en los problemas resultantes del uso y consumo de pesticidas en la alimentación. Desarrollamos la experiencia en la huerta comunitaria del IFG - Anápolis a través de visitas periódicas, talleres y encuentros de discusión. Asumimos el abordaje dialéctico y develador de relaciones, buscando promover una comprensión más allá de las prácticas de cultivo. La opción por la Educación Ambiental Crítica resultó importante. Porque develó los significados latentes detrás de la alimentación de un mercado agroindustrial basado en el empleo irrestricto de venenos. Así, creemos haber promovido una práctica dirigida a las intenciones de la Educación Omnilateral.

Palabras clave: *Educación Omnilateral. Educación Ambiental. Enseñanza primaria. Pesticidas.*

Introdução

Sem dúvida alguma, hoje, estamos vivendo uma crise ambiental produto, principalmente, da grande desigualdade socioeconômica e do modelo de desenvolvimento consumista e perdulário adotado pela sociedade moderna nos últimos séculos. Reflexo da evolução histórica da distribuição de terras no Brasil, com início na divisão do território nacional em capitanias hereditárias e ápice na Lei de Terras de 1850, institui-se o modelo latifundiário, barrando o acesso à terra pelas camadas mais pobres da população[1].

O resultado dessa concentração fundiária é que muitas famílias não têm oportunidade para trabalhar na terra dignamente. Aliado a isso, o modelo capitalista visa a acumulação de bens, o que implica maior produtividade. Todavia, a terra não pode produzir na velocidade que este modelo exige, por isso o homem passa a lançar mão de fertilizantes, agrotóxicos e sementes transgênicas para cumprir a demanda (Machado, 2014).

Esses aspectos demostram a insustentabilidade socioambiental na qual estamos vivendo, mas, segundo Guimarães (2011), essa crise é uma construção histórica, desta forma pode ser historicamente desconstruída. Neste sentido, dois enfrentamentos são evidentes: a rápida degradação do meio ambiente, ou seja, dos recursos naturais, e, consequentemente, os impactos na qualidade de vida promovidos pelo sistema capitalista, por exemplo, o desemprego e a desigualdade social (Tayra, 2002).

Este modelo de desenvolvimento econômico mantém uma lógica linear de suposto progresso em função do tempo. Torna-se evidente que a constante de proporcionalidade são nossos recursos naturais, pois a matéria prima é necessária para cumprir tal lógica. É possível afirmar, portanto, uma ferramenta para o enfrentamento é a uma mudança de paradigma frente ao que conhecemos como meio-ambiente e novos modos de, responsavelmente, atuar sobre a natureza.

Um novo modelo de desenvolvimento implica superar condutas humanas, como o consumo excessivo e o afã de acumulação de bens com base em especulação financeira. Todavia, este desenvolvimento também deve garantir a subsistência de vida das futuras gerações, de forma digna e justa. Em outras palavras, advogamos por um modelo de desenvolvimento sustentável e não ilusório.

1 De acordo com matéria publicada na Agência Brasil (Villela, 2016), tem-se em termos comparativos: “estabelecimentos rurais a partir de mil hectares (0,91%) concentram 45% de toda a área de produção agrícola, de gado e plantação florestal.” Ademais, “[...] estabelecimentos com menos de 10 hectares representam cerca de 47% do total das propriedades do país, mas ocupam menos de 2,3% da área rural total.”

O modelo de produção agrícola contemporâneo tem sido um grande problema para o meio ambiente, pois o interesse por vender os seus produtos para, supostamente, aumentar a produção de alimentos, desgastam rapidamente a terra com o uso de fertilizantes. Além disso, os agrotóxicos, usados nas sementes e plantas para combater as pragas, se dispersam pelo ar, solo e água, afetando a fauna, flora e a saúde dos agricultores e das pessoas que consomem os alimentos produzidos – na medida em que causam intoxicação e envenenamento e estão relacionados ao aparecimento de doenças como câncer, neoplasia, cegueira e algumas doenças neurológicas.

Entretanto, as multinacionais não só possibilitam a liberação dos seus produtos, mas conseguem convencer o agricultor a fazer o uso dos agrotóxicos. Nesse sentido, Coradini e Fredericq (2009) evidenciam como as multinacionais facilitam a utilização de insumos e possuem aparatos estratégicos sem fim para que os agricultores sintam confiança e solidez no uso desses agentes nocivos.

Desse modo, o agricultor familiar, mesmo quando ciente sobre os benefícios de a agricultura orgânica ser mais eficiente e saudável que uma agricultura mediada pelos ditos agentes, é tolhido pelas demandas do sistema econômico. Sobretudo, segundo Machado (2014), o cultivo de alimentos sem agrotóxico denota mais trabalho e paciência, pois torna-se imprescindível a atuação do tempo para a germinação e crescimento da planta, o ato de plantar passa a ser exaustivo e toma mais tempo entre o plantio e o retorno econômico.

Desse modo, cremos que o agricultor deve compreender o sentido real da força do trabalho, não como exercício exaustivo, tampouco exercício de penúria ou para viver assalariado, mas como princípio transformador da sua realidade. O modelo de agricultura que denota o campo como, exclusivamente, fonte de lucro ascendente, não há espaço para o cultivo como fonte de subsistência.

A história do Brasil, até o século XIX, nos revela muitos casos em que homens são colocados a serviço de outros, incluindo períodos em que não havia salário, mas uma relação de escravidão e dominação. Em especial, quando se materializam as fábricas em conventos e prisões, esses casos constituem determinantes para repensar o trabalho como princípio humanizador.

De acordo com Teixeira Filho (2013), esses exemplos têm sentido desde as análises de Marx ao refletir e criticar o modo de produção capitalista e sua relação com o trabalho. Segundo a ótica marxista delineada pelo autor, objetos produzidos se tornam mercadorias trocadas pela força de trabalho, isso ocorre em relações de submissão e exploração entre quem o produz e dominação e quem se apropria do produto e da força de trabalho (Teixeira Filho, 2013).

Assim, iniciamos a reflexão acerca do tema desse artigo. Por meio dos princípios da formação Omnilateral e Ambiental Crítica, buscamos dialogar com os estudantes da Rede Estadual de Anápolis acerca das questões dialéticas que envolvem o uso e consumo de agrotóxicos nos alimentos.

Sobre a relação dualista “ser humano-natureza”

O diálogo inicial se situa na reflexão acerca do dualismo presente nas relações ser humano-natureza. Considerada como um dos principais aspectos de análise para a crise ambiental, essa relação corresponde a um dos fatores fundamentais de influência na apropriação impactante e desenfreada dos recursos naturais verificada no decorrer do processo de civilização.

Instituída ao longo do desenvolvimento histórico da humanidade e construída com base em ideias e concepções de natureza, a relação em quadro, humano-natureza, se fundamenta em crenças e posturas que, de maneira direta ou indireta, condicionam modos de interação com o espaço (Leff, 2002).

É necessário um esforço para o enfrentamento dessa crise, no intuito de construir um consenso direcionado para um novo marco epistemológico na análise e compreensão da complexidade dessas interações (Morin, 2003). No entanto, a própria diversidade dessas interações implica em enfoques epistemológicos que, mesmo aparentemente diferentes, buscam a superação da compreensão da realidade por perspectivas simplistas. Nesse contexto, emerge a necessidade de uma nova racionalidade ambiental.

Esse novo marco epistemológico implicaria em uma mudança paradigmática para promover novas percepções de valores capazes de orientar a forma como as pessoas se relacionam com a diversidade do espaço; e favorecer novas leituras da realidade em suas múltiplas determinações (Morin, 2003). Todo esse movimento apresenta a pretensão da superação do processo de "ecologização do pensamento"[2] que impregnou o discurso ambiental em vários campos, principalmente no educacional.

Materializando um movimento de reação ao processo preconizado como "ecologização do pensamento" de Morin (2003), o tema sociedade-natureza tem sido suscitado constantemente no período contemporâneo para a discussão dessas relações em uma abordagem com conotações políticas, sociais, econômicas, ideológicas e normativas.

Segundo Porto-Gonçalves (1989), a ampliação do debate sobre as relações entre o ser humano e o meio ambiente decorreu principalmente de necessidades para o enfretamento da crise ecológica e suas implicações éticas, filosóficas, sociais, econômicas e políticas. O acesso às informações, principalmente depois da década de 1990 com o advento da internet, contribuiu com esse movimento pelo aumento do interesse pelas questões ambientais.

Atualmente, os termos meio-ambiente e natureza são utilizados corriqueiramente e parecem apresentar significados claros que remetem a contextos relativamente simples, sem grandes implicações diretas para a vida das pessoas. No entanto, a breve tentativa de apreensão pura de seus significados já demonstra a amplitude de conotações e entendimentos que essas palavras remetem. Nesse campo de pluralidade e diversidade, inserem-se as relações estabelecidas pelo ser humano com o seu espaço, as quais foram historicamente mediadas pela concepção de natureza.

A concepção de natureza não apresenta um sentido simples e sua apreensão ocasiona implicações diretas na vida das pessoas. Quando se analisa as questões relativas à natureza, é comum a constatação de propostas para a caracterização semântica, como uma alternativa na tentativa de definição do que é natureza (Mayr, 1998). Formular "definições" não corresponde uma tarefa fácil, principalmente quando estas se referem a um aspecto conceitual amplo e em constante modificação, como é o relativo à natureza.

No entanto, mesmo considerando que a ideia de natureza não pode ser plenamente contemplada por definições, é interessante ressaltar a constatação da semelhança de significações para a palavra natureza quando se recorre ao dicionário.

2 Utilizada por Leff (2002), a expressão "ecologização do pensamento" é aqui adotada para caracterizar um pensamento que privilegia como causas e consequências da degradação ambiental aqueles vinculados aos aspectos da Biologia e não propriamente das dimensões socioambientais inerentes a essas interações.

Uma multiplicidade de sentidos dados por essas definições denota o entendimento de natureza como um espaço de pertencimento, unidade e integração.

Como indica a lexicografia do termo: "Todos os seres vivos que constituem o Universo; Força ativa que estabeleceu e conserva a ordem natural de tudo o que existe; Essência; Condição do homem anterior à civilização" (Ferreira, 1999, p. 113). Essas definições remetem à ideia de princípio, constituição e união, porém diferem muito da realidade complexa desse espaço e principalmente da realidade constatada nas relações ser humano-natureza.

Ulterior ao significado semântico, que remete à ideia de união, origem e constituição, a perspectiva contemporânea corresponde a um aspecto dualista que contrapõe a natureza ao ser humano como componentes não integrados. A separação ser humano-natureza caracteriza essa perspectiva, sendo um aspecto marcante no pensamento e realidade contemporânea e, principalmente, ocidental (Porto-Gonçalves, 1989).

As necessárias interações, em vários espaços das realidades, correspondem a uma relação de subserviência, na qual a natureza é considerada para o atendimento das vontades do ser humano que, por sua vez, utiliza seus conhecimentos para suprir suas necessidades, anseios e desejos, em um processo de fragmentação da realidade em função da possibilidade de controle do espaço natural.

Na concepção dos filósofos gregos, a natureza sempre existiu e era o todo constituinte do universo em que o ser humano se situava. Com a introdução da ideia de natureza como resultado da criação divina, ela não existe por si mesma e o ser humano não se encontra inserido nela, pois é concebido a parte (Kesselring, 2000).

Ademais, reforçada pelo judaísmo e aprofundada pelo cristianismo, essa perspectiva de homem como imagem e semelhança de Deus, o colocou em posição privilegiada em relação às outras criaturas (Porto-Gonçalves, 1989). Como elemento privilegiado, o homem passou a ser o senhor da natureza que, destituída de seus deuses e dependente da vontade de um único Deus, perdeu a sua essência. Logo a natureza é concebida como um espaço subjugado pelas vontades e necessidades do homem, representante de Deus na Terra pela concepção do cristianismo. Tem-se o início do dualismo na relação homem-natureza. Nas palavras de Porto-Gonçalves (1989, p.32):

> Foi sobretudo com a influência judaico-cristã que a oposição homem-natureza e espírito-matéria adquiriu maior dimensão. Os cristãos vão afirmar decididamente que "Deus criou o homem à imagem e semelhança". Note bem: o homem foi criado à imagem e semelhança de Deus (Deus aqui aparece com letra maiúscula e não como para os pré-socráticos). O homem é assim dotado de um privilégio. Com o cristianismo no Ocidente, Deus sobe aos céus e, de fora passa a agir sobre o mundo imperfeito do dia a dia dos mortais. Localizado em lugar privilegiado, estratégico, do alto, Deus a tudo vê e controla. A assimilação aristotélico-platônica, que o cristianismo fará em toda a Idade Média levará à cristalização da separação entre espírito e matéria.

Complementarmente, Kesselring (2000) explana que com a instituição do capitalismo, essa tendência foi levada às últimas consequências. O movimento Iluminista do século XVIII contribuiu para antecipar essa tendência ao proporcionar, pela filosofia renascentista, a desvinculação com quaisquer traços medievais, míticos e religiosos dos períodos anteriores. A atribuição de características míticas foi a primeira criticada pelo clima de obscurantismo que prenominava em suas concepções.

No mesmo sentido, a metafísica da *physis* pela falta de objetividade e concretude para as relações com a natureza, que passou a ser o espaço do tangível, do palpável. Para a compreensão do mundo e da natureza não mais se fazia necessários os dogmas religiosos ou as interpretações metafísicas. A Revolução Industrial contribuiu relevantemente na consolidação dessas ideias ao constituir um contexto para as relações nas quais a natureza surge como uma fonte de recursos (Kesselring, 2000).

Sobre a atual produção de alimentos

Uma das consequências de vivermos em um modo de produção em que o meio ambiente é visto apenas como produto, é a maneira como produzimos alimentos na lógica capitalista: o agronegócio. O agronegócio pode ser expresso claramente por uma perspectiva que pouco considera os riscos da degradação ambiental frente às possibilidades de lucro (Altieri; Toledo, 2011).

Na era do desenvolvimento tecnológico, observa-se uma forte modernização das técnicas da agricultura, com a utilização de fertilizantes e substâncias químicas, estimulados por políticas governamentais, que prometem recursos financeiros para a produção, no intuito de diminuir as perdas e maximizar o lucro dos agricultores (Coradini; Fredericq, 2009).

Estas novas técnicas empregadas em larga escala, em especial no Brasil, contribuem fortemente para a degradação ambiental. Destacaremos as técnicas adotadas, compreendendo suas origens, e analisaremos as consequências da ação deste pacote tecnológico na forma de se produzir alimentos em terras brasileiras.

Para entendermos melhor a relação do uso de agrotóxicos na produção, é necessário retomar a origem do modelo moderno de produção agrícola. De acordo com Zamberlan e Fronchet (2001), o modelo de agronegócio vigente foi cunhado a partir de um movimento chamado “Revolução Verde”, que transformou a prática agrícola em escala mundial, agregando os fertilizantes sintéticos e substâncias químicas, de modo a aumentar a produtividade das lavouras, ainda que com graves consequências ambientais e sociais.

Tal revolução, iniciada em 1950 nos Estados Unidos e na Europa, é um período em que a agricultura passa para uma configuração capitalista de produção em larga escala, por meio da incursão de um vasto pacote tecnológico associado às técnicas de produção. Posteriormente, seus métodos foram importados para a América Latina e, especialmente, para o Brasil. De acordo com Vieira *et al.* (2016), “o período da Revolução Verde abrange um modelo produtivo baseado no uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos na agricultura, com o objetivo de promover o processo de modernização da agricultura”.

A Revolução Verde, além de causar graves impactos ambientais, provocou um elemento social de exploração, por fundamentar-se em uma competição desigual com produtores locais ou pessoas que vivem da terra em uma lógica artesanal. Em “Revolução verde – um jeito capitalista de dominar a agricultura”, Zamberlan e Fronchet (2001, p. 13) ressaltam as reais intenções da grande empresa na modernização da agricultura, que são a maximização do lucro, através da monopolização de fatias cada vez maiores do mercado, e a aquisição de royalty, por intermédio dos pacotes tecnológicos; criando, portanto, um círculo de dependência para o agricultor que só adquire os pacotes tecnológicos produzidos pelas transnacionais.

Este modelo de revolução agrícola exportado para o mundo capitalista chegou ao Brasil na década de 60, durante a ditadura militar e, por alinhamento ideológico

com o capital, foi considerada um dos pilares do "milagre econômico" brasileiro. Como parte do "milagre econômico", as novas formas de se cultivar interessavam ao governo militar do período pelo potencial produtivo do país, de forma que muito se discutia de que maneira o país conseguiria aumentar sua produtividade agrícola (Zamberlan; Fronchet, 2001).

Em 2013, o chefe do Departamento de Saúde Coletiva da Universidade de Brasília (UnB), Fernando Carneiro, divulgou dados estarrecedores sobre o uso de agrotóxicos no Brasil nos últimos dez anos:

> Enquanto nos últimos dez anos o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%. As maiores concentrações de utilização de agrotóxicos no Brasil coincidem com as regiões de maior presença de monoculturas como a da soja, de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE de 2006. O processo produtivo agrícola brasileiro está cada vez mais dependente dos agrotóxicos e fertilizantes químicos. [...] O Ministério da Saúde estima que, no Brasil, anualmente, existam mais de 400 mil pessoas contaminadas por agrotóxicos, com cerca de quatro mil mortes por ano. O número de casos notificados relacionados à intoxicação por agrotóxicos aumentou durante o período de 2.071 (2007) para 3.466 (2011), um aumento de 67,3% (Carneiro, 2013).

Para Rigotto (2011), a posição alcançada pelo Brasil está inserida em um contexto de reestruturação produtiva no plano mundial e, em especial, na América Latina, cabendo aos países deste continente o papel de produtores de *commodities* para o mercado internacional. Essa mudança, apesar de aumentar a produtividade dos países em que foi instalada, ocasionou a destruição de florestas, diminuição da biodiversidade genética, erosão do solo e poluição dos recursos ambientais, incluindo os utilizados na alimentação; além de reproduzir e aprofundar as igualdades sociais no campo (Andrades; Ganimi, 2007).

Este grande consumo de agrotóxicos tem consequências devastadoras na saúde do brasileiro. O *Dossiê Abrasco* alerta que os agrotóxicos, além de possuírem alguns efeitos imediatos de intoxicação, podem causar problemas a longo prazo: "não se pode perder de vista os efeitos crônicos que podem ocorrer meses, anos ou até décadas após a exposição" (Carneiro, 2015, p. 58). O documento afirma, ainda que os efeitos podem se manifestar em várias doenças como cânceres, más-formações congênitas, distúrbios endócrinos, neurológicos e mentais.

Para que possamos discutir o uso de agrotóxicos de forma nítida com sujeitos educativos envolvidos nesta pesquisa, é necessário entender quais os prejuízos essas substâncias podem causar em nosso corpo e no meio ambiente. Apontaremos pesquisas que demonstram que os agrotóxicos podem ter efeitos de contaminação imediata ou crônicas, que serão sentidas apenas transcorrido algum tempo após o contágio, demonstrando seu potencial prejuízo à saúde do ser humano.

Diante deste cenário, é possível inferir que a luta contra os agrotóxicos deve ser pauta permanente e estratégica em diferentes áreas, incluso o debate nos campos da saúde e educação públicas. Nesse sentido, corroboramos:

> vislumbra-se o acirramento do debate entre distintas perspectivas sobre o uso de agrotóxicos numa disputa profundamente assimétrica, tendo em vista o poder econômico, político e de produção simbólica dos que pretendem avançar rumo a um projeto de desenvolvimento hegemônico. No entanto, diversas forças vêm se somando no sentido da

> precaução e da promoção da saúde, contribuindo com a emergência de novas perspectivas de futuro. Nesse sentido, *o posicionamento crítico de pesquisadores, professores e profissionais de saúde pode colaborar positivamente com os caminhos a serem trilhados* (Rigotto; Vasconcelos; Rocha, 2014, grifo nosso).

Depreendemos ser imprescindível que pessoas em idade escolar tenham acesso a esta discussão, para que possam compreender os riscos e as alternativas possíveis, de modo a atuarem como disseminadores deste conhecimento com suas famílias e comunidades. Neste aspecto, acreditamos que a educação ambiental, em sua perspectiva crítica, pode contribuir para o melhor entendimento da realidade que circunda os sujeitos educativos; além de possibilitar soluções reais para que os sujeitos possam construir posturas críticas e soluções factíveis, alterando sua relação com o consumo de alimentos.

Sobre a formação omnilateral e a educação ambiental crítica

Neste capítulo, partimos do diálogo com referenciais teóricos da formação omnilateral e ambiental crítica que fundamentam a formação integral dos sujeitos educativos, na busca da emancipação intelectual do indivíduo, de modo a possibilitar uma compreensão do meio em que vivem e a relação com o modo de produção vigente. Os sujeitos educativos são estudantes de nível básico, do 9º ano de um Colégio Estadual de Anápolis, em Goiás, que participaram de projeto formativo desenvolvido no espaço do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) – Câmpus Anápolis.

De início, destacamos que propomos um processo educacional omnilateral, buscando a formação integral dos sujeitos e a emancipação, em ações educacionais, que pudessem evidenciar os contextos em que os conteúdos são apresentados e ser desvelados em suas verdadeiras causas e consequências, por meio do diálogo sobre o meio ambiente contextualizado na questão dos agrotóxicos. Sobre isso, Frigotto e Ciavatta (2012, p.269) enunciam que

> [a] possibilidade de uma educação omnilateral inscreve-se na disputa de um novo projeto societário [...] que liberte o trabalho, o conhecimento, a ciência, a tecnologia, a cultura e as relações humanas em seu conjunto dos grilhões da sociedade capitalista; um sistema que submete o conjunto das relações de produção e relações sociais, educação, saúde, cultura, lazer, amor, afeto e, até mesmo, grande parte das crenças religiosas à lógica mercantil.

Vale ressaltar que omnilateral é “um termo que vem do latim e cuja tradução literal significa ‘todos os lados ou dimensões’” (Frigotto; Ciavatta, 2012, p. 267). Manacorda (2007, p. 89) define omnilateral como uma totalidade de capacidades produtivas e de consumo e prazeres, “em que se deve considerar sobretudo o gozo daqueles bens espirituais, além dos materiais, e dos quais o trabalhador tem estado excluído em consequência da divisão do trabalho”.

Para Freire (1985), o ato educativo precisa ser dialógico, centrado na pergunta e no dinamismo. O autor – no texto que reproduz o debate com Antônio Faundez – destaca que toda prática educativa que se funda no preestabelecido, na rotina em que

todas as coisas estão *pré*-ditas, é burocratizante e, por isso mesmo, antidemocrática. Portanto, sendo antidemocrática ela não consegue formar no sentido omnilateral pretendido nesta pesquisa e, ainda que centrada na pergunta, a educação pensada a partir deste diálogo não exime o papel do educador de propor e mediar o ato educativo. Nesse sentido, o educador não deve recusar a discussão que o educando lhes apresenta – sobretudo, a educação precisa ser política para que possa, de fato, ser libertadora (Freire, 1985, online).

Complementarmente, Dickmann e Carneiro (2012) analisam, na obra de Paulo Freire, concepções consonantes com a Educação Ambiental e preconizam, dentre as contribuições que:

> a formação dos educadores socioambientais precisa ser um processo que lhes possibilite transitar da consciência ingênua para uma consciência crítica, comprometendo-se com a transformação da realidade, mediada pelos seus educandos, enquanto vivenciam sua formação na linha da autonomia e participação cidadã (Dickmann; Carneiro, 2012, p. 100).

A apoliticidade da ciência e da educação é, no seu cerne, um ato político de conformação. Para a educação ambiental, a compreensão das causas e consequências da crise ambiental de nosso tempo é somente possível por meio desta educação omnilateral e política, centrada na realidade dos sujeitos educativos e possibilitando a compreensão do mundo que cerca tais sujeitos. Nessa direção, a proposta de Educação que nos embasou nesta pesquisa, também é subsídio para o campo da Educação Ambiental Crítica, onde estamos inseridos.

Para melhor compreender as vertentes da Educação Ambiental e quais suas implicações sobre os sujeitos na constituição de posturas, é necessário explicitar que existem diversas perspectivas ideológicas, que divergem em alguns pontos e convergem em outros. Loureiro (2004, 2011, 2012) apresenta duas categorias principais sobre o processo da educação ambiental: uma visão conservadora ou comportamentalista e uma visão emancipatória ou crítica.

Segundo Guimarães (2004), sobre a Educação Ambiental Conservadora, destaca-se certa ingenuidade por apresentar uma desconexão entre a diversidade e a complexidade das relações dos seres humanos, entre si e com o meio ambiente. Por sua vez, na perspectiva crítica se situa na dialética das relações socioambientais. Trata-se de uma contraposição que remete a uma leitura de mundo mais complexa e que busca instrumentalizar o sujeito para a intervenção no contexto socioambiental, entendido como complexo e fruto de relações de diversos tipos.

Guimarães (2004, p. 29) afirma que a Educação Ambiental Crítica se propõe, em primeiro lugar, a "desvelar esses embates presentes, para que em uma compreensão (complexa) do real se instrumentalize os atores sociais para intervir nessa realidade". Segundo o autor, apenas o desvelamento é capaz de se efetivar em uma ação diferenciada do sujeito, de modo que

> é necessária a práxis, em que a reflexão subsidie uma prática criativa e essa prática dê elementos para uma reflexão e construção de uma nova compreensão de mundo. Mas esse não é um processo individual, mas que o indivíduo vivencia na relação com o coletivo em um exercício de cidadania, na participação em movimentos coletivos conjuntos de transformação da realidade socioambiental (Guimarães, 2004, p. 29).

Com base nesses pressupostos, assumimos a Perspectiva Crítica, pois ela considera o processo junto à participação das pessoas em seus ambientes; o ser humano inserido no espaço de dimensões socioambientais; a vida em sua complexidade; e a compreensão das questões ambientais não restritas apenas às dimensões naturais do espaço, mas incluindo o ser humano e suas relações políticas, econômicas, culturais e sociais (Oliveira, 2016; Reigota, 2009; Guimarães, 2004, 2011; Loureiro, 2012).

Para Guimarães (2004, p. 31), a Educação Ambiental Crítica pode promover ambientes educativos em processos de intervenção sobre problemas socioambientais vivenciados. Deste modo, acreditamos que se possa superar a reprodução de paradigmas existentes nestes ambientes, "contribuindo, pelo exercício de uma cidadania ativa, na transformação da grave crise socioambiental que vivenciamos todos".

Com esse intuito, propusemos um processo formativo no espaço do IFG-Anápolis, através de atividades dialógicas e oficinas de formação em segurança alimentar aos sujeitos educativos de Anápolis. Na tentativa de possibilitar uma análise crítica acerca do uso e consumo de agrotóxicos, ao qual estamos submetidos, objetivamos ressignificar a relação dos envolvidos com o meio ambiente, fazendo com que este contexto possa influenciar a segurança alimentar das famílias dos sujeitos participantes.

Os diálogos com estudantes do nível básico em uma proposta de formação omnilateral e ambiental crítica

O desenvolvimento do projeto ocorreu no período de um ano, na Horta Comunitária do IFG – Câmpus Anápolis, com cerca de 26 estudantes do 9º ano do Colégio Estadual Américo Borges. Além desses, participaram pesquisadores em formação no Programa de Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação do IFG (PPGE) e Núcleo de Pesquisas e Estudos na Formação Docente e Educação Ambiental (NUPEDEA).

Descreveremos, a seguir, a dinâmica das atividades dialógicas e oficinas, analisando as interações entre os estudantes durante o projeto: como atividade inicial, foi proposta uma rodada de apresentações dos participantes, seguida da apresentação do espaço da Horta Comunitária do IFG – Câmpus Anápolis aos presentes. Esta ação visou aproximar os sujeitos participantes, com o intuito de sensibilizar e conhecer os espaços e outros modos de produção, frente aos utilizados pelo agronegócio.

Oliveira (2016) concebe a sensibilização como um fator fundamental para o ser humano sentir pertencimento ao ambiente em que está inserido. No entanto, o autor destaca que ações de sensibilização, isoladamente, são insuficientes quando se deseja desenvolver a capacidade de intervir em quadros sociais, pressupondo uma análise crítica e que corrobora, não apenas noções de pertencimento, como contribuem fundamentalmente para a diminuição de dualismos na relação ser humano-meio ambiente – trazendo, consequentemente, a sensação de pertencimento. Neste primeiro momento, percebemos um "contato com o novo" dado pelo manuseamento da terra, das folhagens, sensações olfativas, atenção às estruturas das plantas e formas de plantio saudável.

Após esta etapa inicial de sensibilização, foi iniciado o tema "agrotóxico", por meio de questionamentos aos presentes sobre o que eles entendiam por alimentação saudável e quais tipos de alimentos eles consideravam saudáveis.

Os estudantes ressaltaram, demonstrando disposição para interagir e participar, que leguminosas ou folhas seriam alimentos saudáveis em quaisquer circunstâncias – independente do uso de insumos agrícolas. Dessa forma, inferimos que eles demonstram, apesar de conhecerem superficialmente sobre agrotóxicos e seus usos, que não relacionavam a utilização de agrotóxicos com prejuízos à sua saúde e ao meio ambiente. A concepção de natureza emerge como lugar separado do ser humano, o lugar saudável.

Depois dos diálogos iniciais, foram discutidos os problemas da contaminação de alimentos pelo uso de agrotóxicos, buscando a reflexão sobre segurança alimentar. Os sujeitos foram provocados a refletir sobre o que aconteceria se fossem expostos às substâncias apresentadas na discussão e quais as consequências de ingerir um alimento, considerado por eles saudável, caso fosse exposto a substâncias nocivas.

A partir desta provocação, os participantes, sempre convidados a expressarem suas opiniões, passaram a problematizar a maneira como os ditos “alimentos saudáveis” seriam produzidos e os efeitos de agrotóxicos no ser humano. Diante da demonstração de avanço na compreensão dos efeitos dos insumos agrícolas, foi iniciada discussão acerca das pesquisas que comprovam os prejuízos dos agrotóxicos para a saúde humana.

Após a etapa anterior, os participantes foram apresentados a propostas de promoção da segurança alimentar por meio de horta caseira feita em caixa de madeira aproveitada. A partir deste momento, os estudantes foram convidados a construírem uma horta. Deu-se início a apresentação de técnicas para plantio de mudas de alface roxa, cebolinha e de sementes de tomate cereja em caixa, produzida com madeira reaproveitada, reforçando o ciclo de sustentabilidade do projeto.

Nesta etapa do diálogo, enfatizamos a luta contra os agrotóxicos como pauta permanente e estratégica para grupos aventados anteriormente: aqueles que fortalecem o Sistema Único de Saúde e a saúde pública; grupos ambientalistas que combatem o agronegócio; e aqueles em comunidades tradicionais, de segurança e soberania alimentar e nutricional, de agroecologia e de defesa dos direitos do consumidor. Ressaltamos, também, as distintas áreas do conhecimento em instituições de ensino e pesquisa, nos conselhos de Saúde, de Segurança Alimentar e do Meio Ambiente, no Legislativo, no Judiciário e em diferentes experiências do Executivo.

Ao serem questionados sobre experiência prévia no plantio de hortaliças, os participantes foram unânimes ao afirmar que nunca tinham realizado esta atividade ou que colaboraram esporadicamente em atividade semelhante. Neste momento, a dinâmica consistiu explicar as técnicas de plantio e convidar os estudantes para que realizassem a horta de forma colaborativa entre eles, se revezando no plantio.

Como parte fundamental da formação Omnilateral e Ambiental Crítica desenvolvemos oficinas acerca da adubação verde, fertilização do solo e nutrição das plantas, sanidade vegetal, produção em pequenos espaços, práticas conservacionistas, produção vegetal e educação ambiental. Estas oficinas guiaram o desenvolvimento no projeto, indicando os caminhos para a inserção crítica acerca do sistema neoliberal de produção agrícola.

A partir das oficinas, foi possível observar que a proposta conseguiu gerar o interesse dos participantes e provocou reflexões a respeito dos temas propostos. A opção pela Educação Ambiental Crítica se demonstrou válida ao possibilitar a reflexão dos sujeitos educativos sobre o uso de agrotóxicos e, em especial, sobre seus impactos em sua saúde e meio ambiente.

Apesar da maior parte desses estudantes demostraram interessados pelos assuntos desenvolvidos nos encontros, eles não manifestaram o desejo urgente nas

possibilidades de produção de uma horta caseira. É necessário ressaltar, portanto, que as ações cumpriram seus objetivos de alertar para a produção e consumo de alimentos com agrotóxicos, pois, em sua maioria, os estudantes afirmaram que o consumo de alimentos de origem vegetal não era uma preocupação. Inferimos que eles passaram a compreender a lógica da produção agrícola e o papel dos agrotóxicos na aceleração dos processos, bem como os impactos gerados à saúde.

Com vistas ao processo formativo com possibilidades de desenvolvimento de uma consciência crítica, consideramos que os encontros inseridos nas perspectivas Omnilateral e de Educação Ambiental Crítica possuem grande potencial de transformação. Sobretudo, corroborando Marinho Junior e Araújo (2013, p. 7) “a educação por si própria não é capaz de transformar a realidade social, contudo, seu papel é decisivo nesse processo”.

Ademais, cremos que para que tal potencial de transformação seja atingido, é necessário que tais ações possuam caráter permanente no itinerário formativo destes estudantes, ressaltando que ações pontuais podem servir como alerta, porém são insuficientes para transformação nos hábitos regulares de segurança alimentar dos participantes.

Considerações

A cisão ser humano-natureza é apresentada como um aspecto marcante no pensamento e realidade contemporânea ocidental. O auge desta dissociação foi atingido durante a Revolução Industrial, quando se outorgou à natureza a função exclusiva de matéria-prima. Tal mentalidade, que considera a natureza como um recurso a ser explorado pelo homem, ratifica o *status* de matéria-prima, isentando o ser humano da responsabilidade sobre sua conservação.

Como fruto deste distanciamento, o modo de produção de alimentos praticado na contemporaneidade se desenvolveu impulsionado por tal mentalidade. O ser humano destrói a natureza para produzir seus alimentos e, no desejo por lucro, envenena tais alimentos e consome os produtos que deterioram sua saúde, além de contaminar o meio ambiente. Um ciclo altamente destrutivo e que tem como mola propulsora a lógica da produtividade a qualquer custo.

Nesta direção, à luz teórica da formação Omnilateral e Ambiental Crítica buscamos dialogar com os estudantes da rede estadual de Anápolis acerca da conscientização sobre o uso e consumo de agrotóxicos nos alimentos. Assim, executamos o projeto de encontros com eles, que trataram, para além do consumo de agrotóxicos e seus problemas, sobre as questões dialéticas neoliberais que envolvem o contexto da produção de alimentos.

A opção Educação Ambiental Crítica foi essencial ao possibilitar a reflexão dos sujeitos educativos sobre o uso de agrotóxicos e, em especial, seus impactos para a saúde e o meio ambiente. Além disso, enriqueceu a discussão ao buscar desvelar os sentidos existentes por trás da alimentação de um mercado de agronegócio baseado no uso desenfreado dos venenos. Com isso, acreditamos ter erigido uma prática direcionada aos intentos da Formação Omnilateral.

Referências

ALTIERI, M. A.; TOLEDO, V. M. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignity and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies*, v. 38, n. 3, p. 587-612, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947. Acesso em: 21 mar. 2023.

ANDRADES, T. O. de; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. *CES Revista*, v. 21, p. 43-56, 2007. Disponível em: https://docplayer.com.br/16317873-Revolucao-verde-e-a-apropriacao-capitalista.html. Acesso em: 21 mar. 2023.

CARNEIRO, F. *Um genocídio autorizado*. 2013. Disponível em: http://www6.ensp.fiocruz.br/visa/?q=node/5943. Acesso em: 21 mar. 2023.

CARNEIRO, F. F. (org.). *Dossiê ABRASCO*: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acesso em: 21 mar. 2023.

CORADINI, O. L.; FREDERICQ, A. *Agricultura, cooperativas e multinacionais*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2009. Disponível em: https://books.scielo.org/id/qqx82/pdf/coradini-9788579820090.pdf. Acesso em: 9 jun. 2023.

DICKMANN, I.; CARNEIRO, S. M. M. Paulo Freire e educação ambiental: contribuições a partir da obra *Pedagogia da autonomia*. *Revista de Educação Pública*, Cuiabá, v. 21, n. 45, p. 87-102, jan./abr. 2012. Disponível em: https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/334. Acesso em: 11 jun. 2023.

FERREIRA, A. B. de H. *Novo Aurélio século XXI*: o dicionário da língua portuguesa. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FREIRE, P. *Por uma pedagogia da pergunta*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985. *E-book*. Disponível em: https://cpers.com.br/wp-content/uploads/2019/09/15.-Por-uma-Pedagogia-da-Pergunta.pdf. Acesso em: 21 mar. 2023.

FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M. Trabalho como princípio educativo. *In*: CALDART, R. S. *et al.* (org.). *Dicionário da educação do campo*. São Paulo: Expressão Popular, 2012. p. 750-757. Disponível em: https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/l191.pdf. Acesso em: 21 mar. 2023.

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. *In*: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (coord.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25-34. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3507. Acesso em: 21 mar. 2023.

GUIMARÃES, M. Armadilha paradigmática na educação ambiental. *In*: LOUREIRO, C. F. B. (org.). *Pensamento complexo, dialética e educação ambiental*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

KESSELRING, T. O conceito de natureza na história do pensamento ocidental. *Episteme*, Porto Alegre, n. 11, p. 153-172, jul./dez. 2000. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/135326. Acesso em: 21 mar. 2023.

LEFF, E. *Epistemologia ambiental*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental transformadora. *In*: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (coord.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 65-84. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3507. Acesso em: 21 mar. 2023.

LOUREIRO, C. F. B. (org.). *Pensamento complexo, dialética e educação ambiental*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LOUREIRO, C. F. B. *Trajetória e fundamentos da educação ambiental.* 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MACHADO, L. C. P. *Dialética da agroecologia*: contribuição para um mundo com alimentos sem veneno. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2014.

MANACORDA, M. A. *Marx e a pedagogia moderna*. Campinas: Alínea, 2007.

MARINHO JUNIOR, E. V.; ARAÚJO, S. B. Omnilateralidade e emancipação humana. *In:* FÓRUM INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA, 5., 2013, Campina Grande. *Anais* [...]. Campina Grande: Realize, 2013. p. 1-12. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/3624. Acesso em: 11 jun. 2023.

MAYR, E. *Desenvolvimento do pensamento biológico*: diversidade, evolução e herança. Brasília: Ed. UnB, 1998.

MORIN, E. *Educar na era planetária*. São Paulo: Cortez; Brasília: Unesco, 2003.

OLIVEIRA, A. da S. *Os dilemas socioambientais no entorno do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros: uma análise pela perspectiva crítica da educação ambiental*. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PORTO-GONÇALVES, C. W. *Os (des)caminhos do meio ambiente*. 15. ed. São Paulo: Contexto, 1989.

REIGOTA, M. *O que é educação ambiental*. São Paulo: Brasiliense, 2009.

RIGOTTO, R. M. *Agrotóxicos, trabalho e saúde*: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no Baixo Jaguaribe/CE. Fortaleza: Edições UFC: Expressão Popular; 2011.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, p. 1360-1362, jul. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-311xpe020714. Acesso em: 11 jun. 2023.

TAYRA, F. A relação entre o mundo do trabalho e o meio ambiente: limites para o desenvolvimento sustentável. *Scripta Nova*: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, v. 6, n. 119(72), 2002. Disponível em: http://www.ub.es/geocrit/sn/sn119-72.htm. Acesso em: 29 jul. 2023.

TEIXEIRA FILHO, F. L. A fórmula do valor de troca: a demonstração formal da sociabilidade do trabalho em o capital de Karl Marx. *Discusiones Filosóficas*, v. 22, n. 14, p. 91-105, 2013. Disponível em: http://discusionesfilosoficas.ucaldas.edu.co/downloads/Discusiones14(22)_06.pdf. Acesso em: 21 mar. 2023.

VIEIRA, S. C.; BERNARDES, J. C.; BERNARDO, C. H. C.; FLOZI, C. N. B. O papel da comunicação rural como agente impulsor do desenvolvimento rural sustentável: da revolução verde à agroecologia. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 54., 2016, Maceió. Anais [...]. Brasília: Sober, 2016. Disponível em: http://icongresso.itarget.com.br/tra/arquivos/ser.6/1/6551.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023.

VILLELA, Flávia. Menos de 1% das propriedades agrícolas detém quase metade da área rural no país. *Agência Brasil*, Brasília, 1º dez. 2016. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-11/menos-de-1-das-propriedades-agricolas-detem-quase-metade-da-area-rural. Acesso em: 9 jun. 2023.

ZAMBERLAN, J.; FRONCHET, A. *A preservação do pequeno agricultor e o meio ambiente*. Petrópolis: Vozes, 2001.

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do ifg

Volume 8, Número 2, 2023

Um estudo discursivo: análise da canção *Pra não dizer que não falei das flores*

A DISCOURSIVE STUDY: AN ANALYSIS OF *PRA* NÃO DIZER QUE NÃO FALEI DAS FLORES

UN ESTUDIO DISCURSIVO: ANÁLISIS DE LA CANCIÓN *PRA* NÃO DIZER QUE NÃO FALEI DAS FLORES (NO MENCIONÉ LAS FLORES)

Lídia Amorim da Silva
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
lidiaamorin1995@gmail.com

Thiago Barbosa Soares
Universidade Federal do Tocantins (UFT) / CNPq
thiago.soares@mail.uft.edu.br

Elizangela Araújo dos Santos Fernandes
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
elizangelabibi2@yahoo.com.br

Resumo

Este artigo tem como objetivo empreender uma análise sobre a canção "Pra não dizer que não falei das flores", composta por Geraldo Vandré, na época da Ditadura Militar no Brasil. Impulsiona-nos a fazer essa análise o objetivo de compreender o processo de constituição do sujeito no discurso de resistência político-social durante o regime autoritário. Desse modo, tomamos como base o aparato teórico-metodológico da Análise do Discurso francesa (doravante AD) através do batimento de descrição/interpretação. Para a realização de nosso trajeto analítico, fazemos um estudo de recortes da canção de Geraldo Vandré de modo a entender como o sujeito, então inscrito em um determinado lugar sócio-histórico-ideológico, é marcado pelas formações discursivas que lhe são constituintes. Como resultado dessa análise, verificamos que o discurso presente na letra da música investigada é atravessado pelas condições de produção, pelas noções de ideologia, história, memória e linguagem, visto que estas constituem elementos indissociáveis para a construção dos sentidos. Essa compreensão aponta não apenas para o sujeito em si, mas para o momento histórico e os discursos nos quais ele está inscrito, pois a constituição do sujeito no discurso de resistência político-social implica uma série de deslocamentos discursivos, com atravessamentos da esfera do poder, tanto de como este se faz obedecer quanto de como essa trama complexa e heterogênea de relações é propiciada pelo papel determinante das resistências.

Palavras-chave: *Análise do Discurso; sujeito; resistência; poder; Ditadura Militar.*

Abstract

The present article seeks to undertake an analysis of the song *"Pra não dizer que não falei das flores"* composed by Geraldo Vandré during Brazil's military dictatorship. To this end, it is desired by us to do this analysis to understand the process of constitution of the subject in the discourse of political-social resistance during the authoritarian regime. Thus, we take as our basis the theoretical-methodological apparatus of French Discourse Analysis, henceforth DA, through description and interpretation. For our analytical journey a study was done using excerpts of Geraldo Vandré's song to understand how the subject, then inscribed in a certain socio-historical and ideological place is marked by the discursive formations that are essential to it. As a result of this analysis, we realized that the discourse in the lyrics

of the investigated song is crossed by the historical moment when it was composed, notions of ideology, history, memory and language, since these constitute inseparable elements for the construction of meanings. This understanding points not only to the subject itself, but to the historical moment and the discourses in which it is inscribed because the subject's placement in the socio-political resistance discourse implies a series of discursive displacements, with crossings of the sphere of power, both in terms of how it is obeyed, and how this complex and heterogeneous plot of relationships is facilitated by resistance's decisive role.

Keywords: *discourse analysis; subject; resistance; power; Military Dictatorship.*

Resumen
El objetivo de este artículo es analizar la canción "Pra não dizer que não falei das flores", compuesta por Geraldo Vandré durante la dictadura militar en Brasil. Para ello, lo que nos impulsa a realizar este análisis es comprender el proceso de constitución del sujeto en el discurso de resistencia política y social durante el régimen autoritario. De esta forma, tomamos como base el aparato teórico-metodológico del Análisis del Discurso Francés, en adelante AD, a través de la combinación descripción/interpretación. Para llevar a cabo nuestro recorrido analítico, estudiaremos recortes de la canción de Geraldo Vandré con el fin de comprender cómo el sujeto, entonces inscrito en un lugar socio-histórico-ideológico particular, es marcado por las formaciones discursivas que lo constituyen. Como resultado de este análisis, encontramos que el discurso presente en la letra de la canción investigada está atravesado por las condiciones de producción, por las nociones de ideología, historia, memoria y lenguaje, ya que éstos constituyen elementos inseparables para la construcción de significados. Esta comprensión apunta no sólo al sujeto en sí mismo, sino al momento histórico y a los discursos en los que se inscribe, ya que la constitución del sujeto en el discurso de la resistencia política y social implica una serie de desplazamientos discursivos, con cruces de la esfera del poder y cómo se obedece a él, y cómo este complejo y heterogéneo entramado de relaciones es alimentado por el papel determinante de la resistencia.

Palabras clave: *análisis del discurso; tema; resistencia; poder; Dictadura militar.*

Introdução

A comunicação é um dos artefatos da compreensão humana mais usado pelo homem, fortalecendo um vínculo de linha tênue entre a língua e o próprio discurso. Ao viabilizar essa proximidade, compreendemos que para haver o discurso é necessário a língua, pois "A língua é assim condição de possibilidade do discurso" (Orlandi, 2009, p. 22).

Imbuídos nesse entendimento, compreendemos que não existe um diálogo sem que haja um discurso, da mesma forma, em que não existe comunicação sem que haja um contato com outros indivíduos, criando uma dependência de convivência entre o sujeito, língua e história, um ciclo vicioso no qual um depende do outro para manter essa interação e, compreendendo a situação colocada, "podemos afirmar que a comunicação é intrínseca ao homem e a sua formação social" (Soares, 2018, p.19). Sendo assim, essa é uma grande base que sustenta o discurso, fortalecendo um diálogo e buscando manter firme e ativa a base de estudo e prática sobre a sua importância.

Consoante Soares (2018, p. 107), "Uma das noções basilares para a análise do discurso, por trazer à tona a ligação entre língua, sujeito e história, é a de discurso". Em outros termos, o discurso é fundamental para a comunicação entre os sujeitos.

Ao o entendermos como ponto crucial para a interação humana, é possível afirmar que ele, por si só, está presente na índole do homem, uma poderosa fonte de poder que conta as histórias passadas e mantém ativa a relação dos indivíduos pela "comunicação" que, em resumo, é o próprio discurso se fazendo presente na língua/linguagem, conforme Soares (2018, p. 110) explica "Sentidos e sujeitos são efeitos do uso da língua na construção histórica dos dizeres".

Diante disso, analisamos a música de Geraldo Vandré, intitulada *Pra não dizer que não falei das flores*, ou também como é conhecida *Caminhando*, criada em 1968. Essa música é considerada o hino do tempo da Ditadura Militar, pois fortaleceu um movimento criado pelos civis em protestos nas ruas e, apesar das várias outras músicas lançadas na época, ela, em especial, ganhou um lugar no coração dos brasileiros durante a ditadura autoritária, sendo destaque ao marcar a vida de várias pessoas que participaram da ditadura ou da nova geração que conheceu a história após o término desse sofrimento e dor que levou a vida de várias pessoas no Brasil.

> Após o golpe de 1964, o Brasil iniciou uma longa ditadura que perdurou até 1985. Lideranças políticas e sindicais foram presas, parlamentares cassados, militantes políticos exilados. A ditadura fechou os partidos políticos existentes e criou dois novos: Aliança Renovadora Nacional (ARENA) e Movimento Democrático Brasileiro (MDB) — um partido de situação e outro de "oposição consentida". O novo governo editou Atos Institucionais com os quais criava condições excepcionais de funcionamento "legal" para atos ilegais e arbitrários (Araújo; Silva; Santos, 2013, p. 19).

Convém ressaltar que, nesse período, ocorreram grandes mudanças no sistema político, dentre elas, a opressão de muitas pessoas, aumentando o índice de fome e conflitos entre o povo brasileiro, "submisso" à ditadura autoritária, sendo esse o motivo que levou as pessoas a uma caminhada nas ruas em busca de liberdade.

As pessoas que mais sofriam, durante esse período, foram consideradas comunistas por lutarem pelos seus direitos. De acordo com Soares (2018, p. 109), "Ao contrário em uma dada formação discursiva conservadora o sentido da palavra comunismo é negativo porque se opõe ao sentido de liberalismo escravista". E, por se oporem, não aceitarem o que estava acontecendo, muitas vidas foram ceifadas. A luta dos militantes que iam às ruas em protestos era para acabar com a fome que cresceu num índice assustador durante o período da ditadura autoritária decorrente desse sistema.

Por fim, observando essa necessidade de analisar a música criada em forma de protesto durante a Ditadura Militar, é importante destacar que esse trabalho é feito através de um estudo bibliográfico, por meio de pesquisas em livros, artigos, tese e noticiários. Desse modo, consideramos os autores Soares (2018, 2022), Orlandi (2009), Foucault (1984, 2000, 2003, 2007), dentre outros autores que fortaleceram cada detalhe necessário para o enriquecimento deste artigo.

Aparato teórico-metodológico

Segundo Orlandi (2009, p.15), "Na análise do discurso, procura-se compreender a língua fazendo sentido, enquanto trabalho simbólico, parte do trabalho social geral, constitutivo do homem e de sua história". Ao estudar o discurso através de Soares,

compreendemos que “o discurso é a própria sociedade funcionando manifestadamente através dos jogos de sentidos” (Soares, 2022, p. 9). Desse modo, entendemos que o discurso é fundamental para a comunicação e socialização do homem, pois, como afirma Orlandi (2009, p. 15), “A análise do discurso concebe a linguagem como mediação necessária entre o homem e a realidade social”. Nesse viés, há uma dependência da comunicação, que intensifica uma interação maior e harmônica através do próprio discurso na rotina do dia a dia.

Em face disso, “as produções discursivas compreendem modos de pensar social, cultural e historicamente estipulados, e a análise discursiva dessas produções permitem a compreensão da sociedade em um determinado tempo e um determinado lugar” (Ghiraldelli; Soares, 2022, p. 3). Nesse sentido, a ligação entre língua, sujeito e história é fortalecida, pois viabiliza o discurso que se dá desde a criação do universo como forma de interação. Salientamos, ainda, que, de acordo com Soares (2018, p. 108), “a língua, como entendida pela grande maioria das correntes no interior da linguística posterior a Saussure, era um veículo de comunicação”. E, desse modo, era possível transmitir as informações e ser compreendido. Por seu turno, a AD é um instrumento de pesquisa voltado às compreensões dos dizeres, é o impulso para a mudança do homem e das coisas a sua volta (Orlandi, 2009).

Entendendo o que é o discurso e qual a sua origem, sabemos que dentro da fonte de pesquisa do discurso encontra-se uma grande variação de formas de comunicação, já que

> A análise do discurso, como o seu próprio nome indica, não trata a língua, não trata a gramática, embora todas essas coisas lhe interessem. Ela trata o discurso. E a palavra discurso, etimologicamente, tem em si a ideia de curso, de movimento. O discurso é assim palavra em movimento, prática de linguagem: com o estudo do discurso observa-se o homem falando (Orlandi, 2009, p. 15).

No entanto, o discurso que se agrega no meio social pode se passar de variadas formas de compreensão. Assim, é possível saber o que o outro deseja através de um olhar, uma expressão ou gesto, formando desse modo o discurso do dito e não dito, afinal a língua não se faz presente apenas mediante a voz, mas, também, em formas de mímica, movimentos, imagens.
Dentre essas formas,

> Os objetos das artes visuais seguem a expectativa do visual e de como esse pode ganhar traços estilísticos. Em todos os exemplos de exibição nas artes visuais, o processo comunicativo está subjacente, variando do texto o código, o canal e, claro, o suporte. Esses objetos em sua maioria são apreendidos pelo espírito de um só golpe e reproduzem seus contextos de produção (Soares, 2018, p. 166).

Como se observa, a comunicação pode ocorrer de variadas formas de expressão, pois “a língua é formada por unidades abstratas e convencionais” (Soares, 2018, p. 22). Portanto, a música, sendo uma arte que se traduz em mímicas, gestos e expressões, na estrofe “Ainda fazem da flor Seu mais forte refrão E acreditam nas flores Vencendo o canhão”, vemos que a arte é história, é resistência à história, não é um mero produto de suas condições de produção, pois a arte é discurso, ela não só

produz e faz circular sentidos, como os produz de maneira a questionar a evidente - e ilusória - realidade. Nesse ínterim, a trajetória e a ligação entre a língua, sujeito e história são fortalecidas, já que essa relação é necessária.

> A partir da íntima relação entre história, sujeito e língua, muitos conceitos foram postulados pela análise do discurso, um deles é o de discurso como efeito de sentidos entre os "pontos A e B", outros são de formação ideológica, de formação social e de formação discursiva (Soares, 2018, p. 111).

Diante do exposto, podemos afirmar que a investigação desse corpus se dá através de uma análise detalhada sobre o que se diz, como se diz, o que pode se dizer ou não e o que o discurso silencia na música Pra não dizer que não falei das flores, criada no período da Ditadura Militar que ocorreu no Brasil, durante 20 anos seguidos de luta, pois o povo brasileiro, nesse período, precisou fazer movimentos de resistência às situações repressivas, tais como torturas, execuções, sequestro, censura, dentre outras.

Convém ressaltar, ainda, que para a construção deste artigo, diante de todos os efeitos de sua composição, realizamos uma pesquisa científica, conforme asseguram Sousa, Oliveira e Alves (2021, p. 2) "A pesquisa científica está presente em todo campo da ciência, no campo da educação encontramos várias publicadas ou em andamento. Ela é um processo de investigação para solucionar, responder ou aprofundar sobre uma indagação no estudo de um fenômeno".

Bastos e Keller (2000, p. 53) definem que "a pesquisa científica é uma investigação metódica acerca de um determinado assunto com o objetivo de esclarecer aspectos em estudo". E, não menos importante para o contínuo deste trabalho, foi feita uma pesquisa que se desenvolve como científica e bibliográfica pelo fato de que ela se passa a partir de várias leituras realizadas em livros, artigos e teses, pois ela é uma das fontes de investigação que assegura a consistência de qualquer trabalho científico.

Posto isso, faz-se necessário dizer que a música com referência ideológica existe há muito tempo, mas foi a partir da década de 1960 que ela, como forma de protesto, ganhou popularidade. De fato, os movimentos musicais, a partir de 1964, procuraram convencer a população que era preciso lutar contra a ditadura e, assim, a música teve maior visibilidade por meio de nomes como Gilberto Gil, Caetano Veloso, Chico Buarque, Geraldo Vandré, entre outros que compuseram canções para atacar metaforicamente governos da época.

> Após 1968, essa preocupação voltava-se também para as manifestações culturais. Alguns artistas e intelectuais que, até então, não eram considerados o perigo maior passavam a ser tratados como "subversivos" e tornavam-se suspeitos dentro da ótica do regime. Com a promulgação do AI-5, a perseguição a esses personagens foi mais contundente: vários artistas e intelectuais passaram com mais frequência a fazer parte dos interrogatórios das instituições repressivas do governo (Araújo; Silva; Santos, 2013, p. 35).

Assim, publicações de letras de música, cinema e peças teatrais foram produzidas para denunciar o conservadorismo social e os limites políticos desse período. O tropicalismo destaca-se como um dos movimentos mais representativos dessa

época, como também, os festivais de música que se mostravam como um espaço propício de expressão artística e política contra a ditadura autoritária. “A música, nas suas diversas modalidades, era um locus de resistência e disputas ideológicas, em meio a tropicalistas, representantes da jovem-guarda e as denominadas ‘canções de protestos’” (Araújo; Silva; Santos, 2013, p. 36), que serviram como um grande suporte para sustentar a luta contra a ditadura.

Justamente as pessoas que iam às ruas na caminhada durante essa época para protestar, lutar, eram considerados comunistas. De acordo com Soares (2018, p. 109), “o sentido da palavra comunismo em uma dada formação discursiva progressista é positivo porque se contrapõe ao sentido de capitalista”. A priori, podemos considerar uma luta por igualdade e justiça contra a hierarquia que oprime a classe trabalhadora.

Por esse ângulo, a música, como um objeto, é um poderoso instrumento de luta usado em momentos de militância. Por isso, durante a Ditadura Militar no Brasil, ela foi usada como um grito de resistência e persistência, viabilizando as situações de luta pacífica ou quando existiam agressões.

> Quando o regime militar foi instalado, vários movimentos foram perseguidos e reprimidos, como o movimento operário e o movimento estudantil. Passeatas e manifestações de protestos eram contidas com cassetetes, bombas de gás lacrimogêneo, tanques e assassinatos. Pessoas eram torturadas, perseguidas e “desaparecidas” (Pieroli, 2007, p. 3).

Nessa esteira reflexiva, vale lembrar que vários estudantes foram feridos, pois fizeram passeatas de protestos com o objetivo de conseguir uma reforma para a. democratização e melhoramento do ensino superior. Da mesma forma, os operários lutavam por melhores salários e condições de trabalho. Desse modo, muitos foram presos, torturados, mortos e violentamente reprimidos.

Quem estava no poder, durante a ditadura autoritária, fazia de tudo para controlar as multidões, tentando levá-las ao esquecimento. Conforme Le Goff (1990, p. 368):

> Tornar-se senhores da memória e do esquecimento é uma das grandes preocupações das classes, dos grupos, dos indivíduos que dominaram e dominam as sociedades históricas. O esquecimento e os silêncios da história são reveladores desses mecanismos de manipulação da memória coletiva.

Como podemos observar, muitas vezes a memória coletiva é homogeneizada (Halbwachs, 1990), ou seja, sofre uma predeterminação e, aqui, nos referimos ao autoritarismo da Ditadura Militar, da manipulação política da época. Um extrato grande da população brasileira, durante o golpe militar, passou por um processo de dominação no qual o objetivo era a distorção da realidade fruto do desconhecimento histórico das diversas formas de negação e supressão dos direitos humanos. Percebemos, desse modo, um enquadramento da memória nacional e a conservação de uma identidade opressora que buscava o enaltecimento dessa época histórica no Brasil, a fim de legitimar a memória nacional de modo a assenhorar-se dela (Le Goff, 1990).

Análise: Pra não dizer que não falei das flores

Dentre tantas músicas criadas para os movimentos sociais, uma se destacou *Pra* não dizer que não falei das flores, ou também, como é conhecida *Caminhando*, composta por Geraldo Vandré, considerada como um hino no período da Ditadura Militar. Convém destacar que a música possui memórias e sobrevive até hoje, participando da evolução das pessoas e se mantendo presente no cotidiano da humanidade. Desde muito antes e até os dias atuais, a música foi e continua sendo uma forma inteligente de protestos e declarações. A música, em tempos de ditadura, foi usada como uma tentativa de confundir a área "inimiga" e, assim, buscar e alcançar mais pessoas para lutarem pela liberdade, seja liberdade de expressão ou de participação nos movimentos sociais.

> A música possui uma memória, evocando lembranças em quem a ouve, pode ser um caminho para se chegar a um determinado período histórico e uma forma para se falar dos sujeitos sociais excluídos do processo histórico. Quem vivenciou o período da Ditadura Militar, sabe que uma canção acabou se transformando em hino e em um símbolo da resistência ao governo militar (Pieroli, 2007, p. 8).

A música *Pra* não dizer que não falei das flores, de Geraldo Vandré, foi lançada no ano de 1968, no período da Ditadura Militar, momento de grande dor e aflição no Brasil. Assim, considerando as lutas que ocorreram nesse período, faremos uma análise sobre essa música que se tornou uma grande marca na história do Brasil, já que é considerada um hino de resistência contra o regime autoritário.

Diante do exposto, ao tomar um enunciado como um acontecimento discursivo e, nesse direcionamento, a canção como um (ou vários) enunciado(s), produzimos uma análise discursiva da música que compõe o *corpus* deste estudo, considerando a conjuntura socio-histórica que a possibilita e na qual ela se inscreve.

Para tal, percebemos a necessidade de observar os pressupostos teóricos da AD em sua relação com o período histórico da Ditadura Militar e sua manifesta interação com esse acontecimento importante, somados às tendências e às estruturas da vida cotidiana, que possibilitam a construção de sentidos. Assertivamente, admitindo que tudo o que é dito é historicamente possibilitado pelas formações discursivas e relações de poder nas quais o sujeito se inscreve, a consideração dos pressupostos supracitados converge para uma análise adequada e pertinente do *corpus*.

Posto isso, ao admitirmos que o conhecimento não narra o vivido, mas que se constitui por representações do real, nos interessa observar na análise, como as condições de produção do discurso possuem determinantes históricos e possibilitam construções de sentido permeadas por regularidades em que a repressão às liberdades é elemento estrutural, considerando a disparidade entre acontecimentos sempre em construção, a instabilidade, as movências, as rupturas, os deslocamentos, as retomadas, os apagamentos constantes de que são constituídos.

Desse ponto de vista, afirmamos que o discurso é objeto de lutas políticas e que, portanto, a canção que se apresenta para análise é elencada por ter sido utilizada como protesto, resistência a um regime ditadorial, e constitui-se como parte de um acervo histórico em que o clima de um tempo é elemento estrutural tanto das letras como das melodias. Geraldo Vandré, cantor, compositor, advogado e poeta, empresta ao emaranhado do discurso histórico-cultural brasileiro a sensibilidade de

um artista antenado com os acontecimentos de seu tempo, ao ponto de Hagemeyer (1997, p. 113) afirmar que “ali, naquele momento tão rico de significação, morria Geraldo Vandré e nascia o mito. Ele se desmaterializara na canção que se tornara maior que ele e ganhava vida própria”.

Dessa compreensão, vejamos a prática discursiva. Na primeira estrofe, pode ser determinado o elemento da história (Foucault, 2007) que possibilita a inserção histórica dessa canção em tempos de Regime Militar, não apenas marcada pela data de sua produção (1968), mas, principalmente, pelo discurso apreendido (ou materializado) na música:

Pra não dizer que não falei das flores	
Caminhando e cantando E seguindo a canção Somos todos iguais Braços dados ou não	Caminhando e cantando E seguindo a canção Somos todos iguais Braços dados ou não
Nas escolas, nas ruas Campos, construções Caminhando e cantando E seguindo a canção	Os amores na mente As flores no chão E acreditam nas flores Vencendo o canhão
Vem, vamos embora Que esperar não é saber Quem sabe faz a hora Não espera acontecer	Há soldados armados Amados ou não Quase todos perdidos De armas na mão
Pelos campos, há fome Em grandes plantações Pelas ruas, marchando Indecisos cordões	Nos quartéis lhes ensinam Uma antiga lição De morrer pela pátria E viver sem razão
Ainda fazem da flor Seu mais forte refrão E acreditam nas flores Vencendo o canhão	Nas escolas, nas ruas Campos, construções Somos todos soldados Armados ou não
Há soldados armados Amados ou não Quase todos perdidos De armas na mão	Caminhando e cantando E seguindo a canção Somos todos iguais Braços dados ou não
Nos quartéis lhes ensinam Uma antiga lição De morrer pela pátria E viver sem razão	Os amores na mente As flores no chão A certeza na frente A história na mão
Nas escolas, nas ruas Campos, construções Somos todos soldados Armados ou não	Caminhando e cantando E seguindo a canção Aprendendo e ensinando Uma nova lição (Vandré, 1968).

Quadro 1 – Em um ritmo musical diferenciado, no qual existe uma versão melódica que envolve uma mistura de xote com baião e, talvez, o samba, a música *Pra* não dizer que não falei das flores se torna marcante, com esses aspectos regionais de ritmos folclóricos brasileiros (Cardoso, 2019).

Logo no primeiro refrão, o compositor inicia a letra da canção, demonstrando força e grande coragem ao convidar as pessoas para uma caminhada nas ruas, sendo essa caminhada de mãos dadas, linha de frente ou, até mesmo, mais distantes “Caminhando e cantando/ E seguindo a canção/Somos todos iguais/Braços dados ou não/Nas escolas, nas ruas/ Campos, construções/ Caminhando e cantando/ E seguindo a canção”.

A música traz, de início, o convite à caminhada para um protesto nas ruas, essa parte já vem nítida logo após o solo feito pelo compositor de forma harmônica. Outrossim, Vandré busca interagir com a sociedade com a intenção de despertar o outro que, assim como ele, vive sob uma coerção. No entanto, o texto não se restringe a sociedade da época, mas, por tratar de uma luta de classes que busca por mudanças políticas, educacionais e sociais, seu sentido é atualizado. Assim como explica a análise do discurso, a letra musical pode vir a existir com dois lados ou com um sentido oculto, pois "para a análise do discurso, a língua não é transparente e tampouco um mero instrumento que serve para transmitir um sentido produzido" (Soares, 2018, p. 108).

Como a música *Pra* não dizer que não falei das flores é cantada com sutileza e leveza, ela pode não trazer, de início, a impressão sobre o real motivo da criação musical, que é protestar contra a ditadura autoritária da época, pois, assim como subscreve Soares (2018, p. 108), "quando se produz o X não necessariamente o interlocutor compreende X, mas pode ali ver Y". Desse modo, apesar de o compositor não citar a Ditadura Militar em sua composição, diretamente, ele age indiretamente contra o sistema opressor. Portanto, na estrofe

> Caminhando e cantando
> E seguindo a canção
> Somos todos iguais
> Braços dados ou não
> Nas escolas, nas ruas
> Campos, construções
> Caminhando e cantando
> E seguindo a canção

Observamos nas escolhas verbais a presença marcante do gerúndio, que indica ações em andamento, inacabadas: *caminhando/ cantando/ seguindo,* reforçando a noção de posicionamento assumido pelos sujeitos, como a indicar uma constante, uma continuidade, somando-se à recorrência do verbo no plural *somos* indicando que são muitos e não apenas um, os atores da resistência, os agentes da mudança a exercerem micropoderes, a terem o mesmo desejo de renovo, observado em outros momentos da canção que quanto maior o número de pessoas, maior o cordão da resistência.

No dito "somos todos iguais, Braços dados ou não", o efeito de igualdade aponta para uma discursividade jurídica que se faz sobre a evidência de que não há diferenças entre os sujeitos, que todos usufruem dos mesmos direitos e deveres, ou seja, que todos são iguais perante a lei, que todos os sujeitos estão no mesmo nível. No entanto, para a Análise de Discurso, a evidência já é em si mesma um efeito da ideologia, cujo efeito produzido é o de promover um amplo apagamento das diferenças entre os sujeitos, sejam elas físicas, sociais e econômicas. Por esse ângulo, olhando para o discurso, a partir da percepção de que esse é múltiplo, plural e produzido numa rede de memória, vemos que os sentidos de igualdade estabilizam a memória social de que não há diferenças pela ilusão de igualdade e de liberdade.

Assim, em "*somos todos iguais",* o sujeito de direito acredita ser dono das suas intenções e, portanto, dos sentidos. Esse discurso da igualdade, que está necessariamente ligado a outros dizeres, que conformam o interdiscurso ou memória do dizer, fazem significar as novas formulações. Contudo, o sujeito, mesmo interpelado por outros dizeres, acredita ser livre, não sofrer determinação da história, da ideologia, esse sujeito que define o que vai dizer e acredita ser responsável pelo significado.

Desse modo, percebemos que os sentidos de igualdade se constituem pelo discurso fundador que se instituiu na Revolução Francesa. Por esse ângulo, Orlandi (2009, p. 30) afirma que "as palavras não são só nossas. Elas significam pela história e pela língua. O que é dito em outro lugar também significa em nossas palavras".

Ainda no fragmento "Somos todos iguais", pela estrutura da língua, do ponto de vista sintático, o termo "somos" pressupõe o sujeito da oração "nós". O enunciado propõe uma interlocução marcada pelo nós, que representa a junção de duas [o eu e o tu (você)] ou mais pessoas, pela noção de conjunto que o pronome pessoal em questão abarca. Dessa maneira, qualquer palavra que se colocar como complemento desse nós carrega em si um funcionamento que comporta o sentido de unidade e de pertencimento, como em nós (o povo).

O nós, marcado na frase pelo *somos*, possibilitado pelo encaixe de elementos sintáticos, faz significar, pelo funcionamento próprio da língua, efeitos que incluem, unificam e colocam em coparticipação os sujeitos. Em outros termos, no encaixe sintático do nós, trazemos a paráfrase "somos todos destinatários dos mesmos direitos constitucionais, ou estamos no mesmo patamar desses direitos". Nesse viés, no batimento da paráfrase, a polissemia já se instala, pois o movimento parafrástico pressupõe o(s) mesmo(s) e outro(s) sentido(s), que só funcionam porque há, na repetição, efeitos outros que são postos em funcionamento.

No decorrer da música, o compositor repete em todos os refrões "Vem, vamos embora/ Que esperar não é saber/ Quem sabe faz a hora/ Não espera acontecer". Aqui, ele demostra um cansaço, uma inquietação de estar parado, e toma contrapartida na militância, reforçando que *quem sabe faz a hora*. Esse dito soa como uma convocação a todos nessa caminhada, já que na primeira parte da música ele vem afirmando que "*somos todos iguais, braços dados ou não*". E, independente de qual lado está a pessoa, ou independente da classe, etnia, cor ou raça, todos são chamados a protestar e lutar pela própria liberdade.

Por conseguinte, o compositor continua com um apelo, motivando a caminhada das pessoas, dizendo "Pelos campos, há fome/ Em grandes plantações/ Pelas ruas, marchando/ Indecisos cordões/ Ainda fazem da flor/ Seu mais forte refrão/ E acreditam nas flores/ Vencendo o canhão". Ele, com sutileza, eleva o diálogo, mostrando através do discurso uma grande sabedoria das práticas abusivas da ditadura, em que provavelmente vivencia de perto no decorrer do dia a dia.

Mediante a desigualdade que predominava à época, ele protesta também e canta com calma "pelos campos, há fome em grandes plantações". O compositor mostra a indignação dos fatos que acontecem e contribui chamando para ir juntos à luta por um lugar justo para todos, pois muitos agricultores e pessoas que trabalhavam no campo foram despejados e, mesmo possuindo um pequeno pedaço de terra, esse era tomado, aumentando, assim, a fome. E, para essa chamada, ele usa sabiamente o discurso da igualdade, já que "os homens estão colocados em posições diferentes no que respeita ao acesso aos bens sociais a que todos, em geral, aspiram, mas cuja disponibilidade é escassa" (Cavalli, 1998, p. 443).

Considerando a canção sob a lente teórica a que recorremos, faz-se notório reconhecer, por intermédio da memória discursiva, o dito "Pelos campos, há fome. Em grandes plantações" que pode ser tomado por um antagonismo entre a agricultura de exportação e a fome que os agricultores passavam. Importante recordar que a agricultura de exportação se sustenta no tripé: mão de obra barata, latifúndios e toda a produção enviada para o exterior. Dessa compreensão, depreende-se que o estado presente de sofrimento (o tempo da canção – o *hoje*) é causado pelo regime ditatorial, reforçado nos elementos "Pelos campos, há fome. Em grandes plantações", marcas

das forças da retenção, do bloqueio, da contenção, do aprisionamento, metáforas da opressão, em oposição a uma *nova lição* que traz em si a mudança, a liberdade, as expansões, a semântica de um novo tempo (Meneses, 2002).

E é válido ressaltar que o discurso tem uma forma de compreensão maior que oprimindo o opressor. Soares (2018, p. 110) explica que "dominar pelo discurso não é como dominar pelo chicote ou pelo fuzil, não carece da força explícita e, ainda, é muito mais eficiente". Vandré canta movendo a paz e afirma, no final dessa estrofe, que "acredita nas flores vencendo os canhões".

Um fato curioso em "acreditar nas flores vencendo os canhões" é que, nesse momento, o compositor, de fato, se refere a algo que aconteceu durante a criação melódica da canção. Alguns manifestantes colocavam flores sobre as bocas de canhões como um protesto à paz. O compositor da música analisada se remete à canção escrita como uma íntima amiga com a qual ele se envolve em todos os momentos. "A música habita em nossas vidas, envolvendo-nos em sons e discursos sonoros em um mundo social no qual som, música e imagem estão presentes em quase todas as nossas atividades diárias" (Radicetti, 2018, p. 36).

Na terceira estrofe, ele avisa o que tem no decorrer da caminhada e afirma a forma em que foram condicionados a viver "Há soldados armados/ Amados ou não/ Quase todos perdidos/ De armas na mão/ Nos quartéis lhes ensinam/ Uma antiga lição/ De morrer pela pátria/ E viver sem razão". Mesmo se referindo aos soldados que andam armados, marchando e obedecendo ordens de seus superiores, sendo os atores da Ditadura Militar, o compositor se atenta à situação dos militares não como inimigos, pois apesar de representarem o poder ditatorial, eles usavam de violência, matavam sem nem mesmo saber o porquê, pois sofreram uma lavagem cerebral pelo sistema manipulador da época ao ponto de obedecerem as ordens cegamente.

Quando Vandré fala sobre os soldados, eles sãos vistos e chamados como pessoas que estão entre uma de suas estrofes de "*pessoas perdidas*". Esses soldados amados não possuem amor recebido ou doado, entendendo que o amor é visto, nessa parte, como peça fundamental ofertada pelas famílias, pelo povo ou pelos próprios soldados.

Um fato interessante que o compositor repete durante a música é quando se refere à letra musical com as palavras "*armados*" e "*amados*". Esses termos têm uma grande proximidade, para deixar de ser "*armados*" só é necessário tirar o ***"r***", e para deixar de ser "*amados*" só precisa colocar o "*r*" de volta; provavelmente, pelo mesmo motivo, ele trata os soldados como pessoas perdidas, manipuladas. Porém, até o momento, ainda não se sabe se foi ou não proposital a repetição, ou, até mesmo, a proximidade dessas duas palavras na composição do cantor.

Nos versos

> Há soldados armados
> Amados ou não
> Quase todos perdidos
> De armas na mão
>
> Nos quartéis lhes ensinam
> Uma antiga lição
> De morrer pela pátria
> E viver sem razão

As escolhas lexicais implicam construções semânticas determinadas tanto pela historicidade quanto pela memória discursiva. Assim, de trechos como "*Quase todos perdidos de armas na mão"*, Holanda (1993, p. 57) elucida que "o silêncio pode ser reserva de força ou o sinal de seu esgotamento. Nada muda no sujeito mudo. E mais, o outro pode, daí, haurir sua força. A primeira providência do arbítrio político: "a redução ao silêncio". Foucault (2003, p. 153) discorre que "não há um poder, mas que dentro de uma sociedade existem relações de poder – extraordinariamente numerosas, múltiplas, em diferentes níveis, onde umas se apoiam sobre as outras e onde umas contestam as outras".

O exercício do poder implica, então, o campo de possibilidades em que se inscreve o agir sobre o comportamento de sujeitos *soldados*, conduzindo sua conduta, agindo sobre sua ação. No contexto ditatorial, o exercício do poder também está intimamente relacionado às formas de institucionalização, que

> Também podem formar sistemas muito complexos, dotados de aparelhos múltiplos, como no caso do Estado, cuja função é constituir o invólucro geral, a instância de controle global, o princípio de regulação e, até certo ponto também, de distribuição de todas as relações de poder num conjunto social dado (Foucault, 1984, p. 246).

A memória discursiva em funcionamento, atribuindo características aos sujeitos *soldados* que emergem dos enunciados na canção, permite a construção dos sentidos discursivos historicamente constitutivos de uma conjuntura ideológica marcada pelas posições ocupadas por esses sujeitos, revelando relações de poder. Nesse momento, nossos olhos se voltam para a escolha do termo *soldados,* destacando que as "escolhas lexicais e seu uso revelam a presença de ideologias que se opõem, revelando igualmente a presença de diferentes discursos, que, por sua vez, expressam a posição de grupos de sujeitos acerca de um mesmo tema" (Fernandes, 2007, p. 19).

A discursivização do "soldado que surge armado, amados ou não", na conjuntura histórica da época, nos direciona a um processo de clivagem, de ruptura, de descontinuidade do acontecimento discursivo, que possibilita, por meio da memória discursiva, saberes que aludem aos militares que, também, são vítimas do sistema opressor da época.

Já nos enunciados "Nos quartéis lhes ensinam/ Uma antiga lição/ De morrer pela pátria/ E viver sem razão", vemos uma crítica ao autoritarismo do governo que reprime o sujeito militar como forma de se manter no poder, historicamente observada no cumprimento de ordens superiores por parte dos sujeitos militares e civis lotados no baixo escalão, muitas vezes sem posicionamento crítico e sem compreender os porquês das ordens – se é que realmente existem esses porquês, se são justificáveis – que podem ser observados nos versos "morrer pela pátria, E viver sem razão".

É possível observar também que, no final dessa mesma estrofe, é notável perceber que essas pessoas estão praticamente robotizadas, condicionadas a viver e morrer sem uma perspectiva maior. Percebemos que tem uma poderosa fonte de poder hierárquico, no qual um manda e o outros de mãos atadas são obrigados a obedecerem "nos quarteis lhe ensinam/ uma antiga lição/ de morrer pela pátria/ e viver sem razão". Nesse caso, os soldados sofriam algum tipo de alienação, lavagem cerebral nos quartéis, e tudo que seus superiores ordenavam fazer eles obedeciam sem questionar, já que, até mesmo atualmente, o exército é visto como um exemplo de disciplina, "obediência" ao poder. Por isso, os soldados seguiam firmes em linha

de frente, morrendo e matando, segundo o autor, sem aparentemente ter uma razão para viver.

O que mais pesa na música é o cuidado do refrão que o compositor propõe, após cada estrofe cantada, dizendo "Vem vamos embora, esperar não é saber, quem sabe faz a hora não espera acontecer". Sempre quando ele volta no refrão, atenta a repetir duas vezes essa parte, convocando a caminhada, fazendo jus à inquietação que o aflige, vendo tanta opressão.

Por mais que o compositor tenha uma leveza ao cantar, não existe um convite em sua fala, e muito menos um pedido. Vandré convoca e protesta sobre os que pensam em esperar, afirmando que "esperar não é saber" e que, se de fato é a liberdade, é a volta da vida justa, precisa lutar, para que tudo aconteça.

Na segunda estrofe, o autor continua: "Nas escolas, nas ruas Campos, construções/ Somos todos soldados/ Armados ou não/ Caminhando e cantando/ E seguindo a canção/ Somos todos iguais/ Braços dados ou não". Ele traz as pessoas como linha de frente, prontas para avançar, independente de onde elas estão se é na escola, ruas, campos, quartéis e etc. Todos são convocados a caminhar, lutar e protestar contra a ditadura autoritária da época.

Quando Vandré se refere à letra que vem em forma de melodia, além da convocação, a caminhada também faz uma menção à música, pois convoca a cantar juntos, usando como principal arma a voz, o discurso, trazendo uma segurança a todos, dizendo que são "soldados, armados ou não" e que, independente da situação, podem lutar e conquistar de volta os seus direitos. Quanto aos soldados que sofrem juntos, armados, até aquele momento, lutam contra o povo, venham também caminhar para uma maior conquista de espaço.

O que muito comove a população que sai às ruas é o cuidado com que essa convocação é lançada às pessoas do lado da ditadura autoritária, quando Vandré informa que "Somos todos iguais/ Braços dados ou não". Nesse momento, quando é cantada essa estrofe, entendemos que, apesar de não saírem de seus postos ou casas, lugar de conforto, TODOS, independente de quem seja, fazem parte do movimento e que, em nenhum momento, durante a canção, se direciona às pessoas que não têm armas fracas ou frágeis durante a luta, muito pelo contrário, o compositor tem todas as pessoas como fortes.

Vandré, ao cantar a música, logo no início da sua composição, de modo repetitivo e tranquilizante, emite um som que se assemelha a um gemido, um murmúrio que simboliza dor "lara laia, haralaia, lara laia". Tudo, cuidadosamente, pensado e no ritmo que, também, conduzido pelas batidas e combinações de instrumentos, "sons", têm como propósito induzir a uma caminhada a frente como se marchasse, também, a cada batida da música composta.

Segundo Radicetti (2018, p. 39) "o ritmo é, tal como a melodia, a combinação intencional e sequenciada da duração das notas no tempo". Assim, Vandré buscava a forma perfeita de agir e tocar cada pessoa com um discurso de confiança, dando a todos que ouvem sua música uma credibilidade ao escutarem e saírem às ruas.

Na última estrofe, o compositor inicia dizendo "Os amores na mente/ As flores no chão/ A certeza na frente/ A história na mão/ Caminhando e cantando/ E seguindo a canção/ Aprendendo e ensinando/ Uma nova lição". Ao fazer uma repetição do que antes foi dito nas oito estrofes cantadas, ele se refere às pessoas que amam, não só os amores do compositor, mas, sim, os amores de todos os que caminham cantando a mesma canção. Eles cantam pelos que sumiram, pelos que vivem e pelos que morrem também e segue na última parte da estrofe, dizendo o que na terceira fala aos soldados "Aprendendo e ensinando/ Uma nova lição". Só que, dessa vez, apren-

dendo de forma livre, buscando a liberdade dos outros também. Entendemos que na oitava estrofe ele se volta a uma "*antiga lição*" e, dessa vez, todos têm a oportunidade de aprender uma "nova lição", lutando e vivendo a liberdade.

Considerações finais

Com o objetivo de analisar a canção *Pra não dizer que não falei das flores* como expressão de um acontecimento histórico que se tornou um acontecimento discursivo, reafirmamos a importância da compreensão da Análise do Discurso para entendermos o sujeito e as posições discursivas que assumem, pelos entrecruzamentos com a linguagem, com a cultura, com a história e com a memória. Afinal, é preciso "tratar a história como conjunto de enunciados efetivamente articulados, a língua como objeto de descrição e conjunto de relações conectadas ao discurso e os enunciados [como] objeto de interpretação" (Foucault, 2000, p. 68).

Outrossim, analisar as (dis)posições discursivas ocupadas pelo sujeito, configuradas em um universo em que a resistência é um elemento constitutivo dos sentidos, assim como, também, o são o desejo de mudança, o desejo por um novo tempo, pressupõe compreender o sentido como algo não dado, não passível de delimitação, não passível de ser cercado, de ser fechado, pois é preciso considerar o sentido como algo que "não se aloja exclusivamente no texto, não está preso às intenções do autor nem depende do gesto individual do leitor; ele se encontra no espaço onde a língua e a história se entrecruzam" (Navarro, 2006, p. 78).

Os sentidos, então, possibilitados nos recortes do *corpus*, revelam a força da política hierárquica que, durante o período da Ditadura Militar, predominava com intenção de controlar as pessoas pertencentes à classe trabalhadora. O sistema autoritário que se aproveitava da situação de vulnerabilidade do país e oprimia os cidadãos que iam para caminhadas nas ruas em busca de justiça, dos direitos que lhes pertenciam. Essas pessoas que lutavam e iam às ruas eram chamadas de comunistas, e, assim, eram repreendidas, seguidas, presas, torturadas e, até mesmo, mortas. Nesse sentido, ao saírem de suas casas, usavam músicas para cantar nas ruas e, uma dessas canções, foi a que usamos para a análise, considerada como hino *Pra não dizer que não falei das flores* de Geraldo Vandré.

Diante do que foi visto, nos gestos analíticos da música apresentada, admitimos que a construção dos sentidos discursivos só é possível quando historicamente constitutiva de uma conjuntura ideológica marcada pelas posições ocupadas pelos sujeitos, revelando as relações de poder nas quais estão inscritos. Portanto, paramos, por aqui, com o discurso convocatório de Vandré, "Vem, vamos embora que esperar não é saber, quem sabe faz a hora, não espera acontecer", cuja discursividade é estruturante do processo de significação e, por isso, pausamos nossa compreensão, justamente, onde essa convocação traz a possibilidade de emergir e deslizar por outros processos discursivos, já que o efeito de convocar produz, também, sentidos, em certa instância, de resistir, de alguma forma.

Referências

ARAÚJO, M. P.; SILVA, I. P. da; SANTOS, D. dos R. (org.). *Ditadura militar e democracia no Brasil*: história, imagem e testemunho. Rio de Janeiro: Ponteio, 2013. Disponível em: http://www.historia.ufrj.br/pdfs/2013/livro_ditadura_militar.pdf. Acesso em: 20 dez. 2023.

BASTOS, C.; KELLER, V. *Aprendendo a aprender*. Petrópolis: Vozes, 2000.

CAVALLI, Alessandro. Estratificação social. *In*: BOBBIO, Norberto; MATTEUCI, Nicola; PASQUINO, Gianfranco (org.). *Dicionário de política.* Trad. C. C. Varriale *et al.* Brasília: Ed. UnB, 1998. p. 442-445.

CARDOSO, M. S. *Musicalidades brasileiras*: expressões, vivências, relações, tensões e resistências no cenário musical urbano dos anos de 1960-1990. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

FERNANDES, C. *Análise do discurso:* reflexões introdutórias. São Carlos: Claraluz, 2007.

FOUCAULT, M. O sujeito e o poder. *In*: RABINOV, P.; DREYFUS, H. (org.). *Michel Foucault, uma trajetória filosófica*: para além do estruturalismo e da hermenêutica. Trad. Vera Porto Carrero. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1984. p. 229-249.

FOUCAULT, M. Sobre as maneiras de escrever a História. *In*: MOTTA, M. (org). *Michel Foucault*: arqueologia das ciências e história dos sistemas de pensamento. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000. p. 82-118.

FOUCAULT, M. *A verdade e as formas jurídicas*. 3. ed. Rio de Janeiro: Nau, 2003.

FOUCAULT, M. *A arqueologia do saber*. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007.

GHIRALDELLI, P. R.; SOARES, T. B. O discurso militar: uma análise da propaganda brasileira de alistamento militar de 2022. *Revista: Letras de Hoje*, Porto Alegre, v. 57, n. 1, p.1-14, 2022.

HAGEMEYER, R. *Imagens do movimento estudantil em 1968*. Relatório de Qualificação (Mestrado em História) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

HALBWACHS, M. *A memória coletiva*. São Paulo: Vértice, 1990.

HOLANDA, L. *Sob o signo do silêncio*: *Vidas Secas* e *O Estrangeiro*. São Paulo: Edusp, 1993.

LE GOFF, J. *História e memória*. Campinas: Ed. Unicamp, 1990.

MENESES, A. *Desenho mágico*: poesia e política em Chico Buarque. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2002.

NAVARRO, P. O pesquisador da mídia: entre a “aventura do discurso” e os desafios do dispositivo de interpretação da AD. *In*: NAVARRO, P. (org.). *Estudos do texto e do discurso*: mapeando conceitos e métodos. São Carlos: Claraluz, 2006. p. 67-92.

ORLANDI, E. *Análise de Discurso:* princípios e procedimentos. 8. ed. Campinas: Pontes, 2009.

PIEROLI, S. M. *Ditadura Militar no Brasil (pós-64) através da música:* uma experiência em sala de aula. Curitiba, 2007. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/648-4.pdf. Acesso em: 20 dez. 2023.

RADICETTI, F. *Escutas e olhares cruzados nos contextos audiovisuais*. Curitiba: Intersaberes, 2018.

SOARES, T. B. *Percursos linguísticos*: conceitos, críticas e apontamentos. Campinas: Pontes, 2018.

SOARES, T. B. *Percurso discursivo:* heterogeneidades epistemológicas aplicadas. Campinas: Pontes, 2022.

SOUSA, A. da S. de; OLIVEIRA, G. S. de; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da Fucamp*, v. 20, n.43, p.64-83, 2021.

VANDRÉ, Geraldo. Pra não dizer que não falei de flores (ao vivo). Intérprete: Geraldo Vandré. *In*: III FESTIVAL Internacional Da Canção Popular. Rio de Janeiro: Som Maior, 1968. 1 disco vinil, faixa 1 (6min49s).

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do ifg

Volume 8, Número 2, 2023

Proposta de um sistema de informação de apoio na gestão integrada dos resíduos de construção civil

PROPOSAL FOR AN INFORMATION SYSTEM TO SUPPORT THE INTEGRATED MANAGEMENT OF CONSTRUCTION WASTE

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE APOYO A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN CIVIL

Tomé Francisco Chicombo
Instituto Superior Politécnico de Gaza
tome.chicombo@ispg.ac.mz

Resumo

O aumento do padrão de vida, demandas de projetos de infraestruturas, mudanças de hábitos de consumo e o aumento populacional tem seu efeito no crescimento da indústria de construção civil. Em decorrência das atividades dessa indústria, registram-se vários tipos de danos ao meio ambiente, devido ao elevado consumo de recursos naturais e pela geração excessiva de resíduos. Neste contexto, surge a necessidade de a atividade de construção civil ser realizada de forma sustentável, ou seja, reduzindo os resíduos descartados por meio de reuso e reciclagem, o que reduz a exploração dos recursos naturais para estarem disponíveis às gerações futuras. Portanto, é necessário que diferentes atores do ramo da construção civil ajam de forma coordenada e consciente na gestão dos resíduos gerados para se reduzir seus impactos ambientais negativos. O presente estudo apresenta uma proposta de um modelo de sistema de informação para a gestão integrada dos resíduos sólidos de construção civil. A elaboração do modelo teve como base metodológica, realização de entrevistas, leitura bibliográfica e observação e a modelagem do sistema. Como resultado do estudo, obteve-se um modelo de sistema de informação para gestão de resíduos de construção civil que facilitará a tomada de decisões ambientalmente recomendadas, criando um ambiente de responsabilidades, atitudes e responsabilização em sua gestão.
Palavras-Chave: Construção. Resíduos. Sistemas. Informação.

Abstract

The increase in the standard of living, demands for infrastructure projects, changes in consumption habits and population growth, have an effect on the growth of the civil construction industry. As a result of the activities of this industry, there are several types of damage to the environment, due to the high consumption of natural resources and the excessive generation of waste. In this context, there is a need for the civil construction activity to be carried out sustainably, that is, reducing the waste discarded through reuse and recycling, which reduces the exploitation of natural resources to be available to future generations. Therefore, it is necessary that different actors in the field of civil construction act in a coordinated and conscious way in the management of waste generated to reduce the negative environmental impacts resulting from the activities of this industry. This study presents a proposal for an information system model for the integrated management of civil construction solid waste. The elaboration of the model, had as methodological base, the accomplishment of interviews, bibliographical reading and observation and the modeling of the system. As a result of the study, an information system model for the management of civil construction waste was obtained, which will facilitate the taking

of environmentally recommended decisions, creating an environment of responsibilities, attitudes and accountability in the management of this waste.

Keywords: *Construction. Waste. Systems. Information.*

Resumen
El aumento del nivel de vida, la demanda de proyectos de infraestructura, los cambios en los hábitos de consumo y el crecimiento de la población, inciden en el crecimiento de la industria de la construcción civil. Como resultado de las actividades de esta industria, existen varios tipos de daños al medio ambiente, debido al alto consumo de recursos naturales y la generación excesiva de residuos. En este contexto, surge la necesidad de que la actividad de construcción civil se realice de forma sostenible, es decir, reduciendo los residuos desechados mediante la reutilización y el reciclaje, lo que reduce la explotación de los recursos naturales para que estén disponibles para las generaciones futuras. Por ello, es necesario que los diferentes actores del ámbito de la construcción civil actúen de forma coordinada y consciente en la gestión de los residuos generados para reducir los impactos ambientales negativos derivados de las actividades de esta industria. Este estudio presenta una propuesta de modelo de sistema de información para la gestión integrada de los residuos sólidos de la construcción civil. La elaboración del modelo, tuvo como base metodológica, la realización de entrevistas, lectura y observación bibliográfica y la modelación del sistema. Como resultado del estudio se obtuvo un modelo de sistema de información para la gestión de residuos de la construcción civil, que facilitará la toma de decisiones ambientalmente recomendables, creando un ambiente de responsabilidades, actitudes y rendición de cuentas en la gestión de estos residuos.

Palabras clave: *Construcción. Residuo. Sistemas. Información.*

Introdução

Um dos fatores impulsionadores do desenvolvimento de uma sociedade é a construção de infraestruturas, ou seja, os países necessitam de construir vários tipos de infraestruturas para impulsionarem o seu desenvolvimento social e econômico, sendo a indústria de construção civil a responsável. Segundo Nagapan *et al.* (2012), a indústria da construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de qualquer país. É notável o seu crescimento como consequência do aumento do padrão de vida, demandas de projetos de infraestrutura, mudanças nos hábitos de consumo, bem como aumento natural da população.

Em contrapartida, o ramo da construção civil é caracterizado pelo grande consumo de recursos naturais e a geração abundante de resíduos. Daí, a necessidade de se prestar maior atenção a este ramo de atividade, atendendo que, o tratamento de resíduos de construção e demolição se tornaram uma preocupação econômica, social e ambiental cada vez mais urgente em todo o mundo (Elshaboury *et al.*, 2022). A execução de obras de construção civil deve considerar aspetos ambientais, numa altura em que, para Coelho Jr. *et al.* (2018), as empresas, em sua maioria, não se preocupam com os danos causados ao meio ambiente, visando apenas o lucro da obra ou empreendimento.

Há uma necessidade de se criar modelos de atuação onde diversos atores respeitem o meio ambiente, reduzindo os impactos ambientais. Esses modelos, devem consistir em regras, procedimentos, responsabilidades e atitudes, permitindo que os resíduos gerados sejam reaproveitados, reciclados e depositados em lugares adequados. De acordo com Baptista Júnior e Romanel (2013), grande parte desses

resíduos são originados pelo desperdício de materiais em construções novas, graças a projetos construtivos malfeitos, com especificações errôneas de materiais e detalhes, e à falta de planejamento da execução da obra, resultando em improvisos.

O incumprimento de regras de gerenciamento dos resíduos de construção civil tem como uma das consequências a formação de áreas degradadas, que são, no dizer de Brown e Lugo (1994), "aquelas que não possuem mais a capacidade de repor as perdas de matéria orgânica do solo, nutrientes, biomassa e estoque de propágulos". Para Roth e Garcias (2009), essas áreas tornam-se de risco, aumentando a vulnerabilidade dos lençóis freáticos e rios ou córregos próximos, danos a edificações e ruas ou estradas vizinhas, perda da qualidade do ar, por meio de ruídos ou poluição, insalubridades, como resultado da deposição de resíduos e danos à população das proximidades. Laruccia (2014) acrescenta a esses problemas as enchentes, proliferação de agentes transmissores de doenças, obstrução de vias prejudicando a circulação de pessoas e veículos, degradação de áreas de manancial e de proteção permanente, assoreamento de rios e córregos, obstrução dos sistemas de drenagem e a degradação visual da paisagem urbana.

Com o intuito de prevenir esses problemas, uma adequada gestão ambiental dos resíduos de construção civil é necessária, dando-nos a possibilidade da sua reciclagem e reutilização, reduzindo os custos de construção e impactos ambientais negativos. Como constataram Lai *et al.* (2016), a maioria dos resíduos de construção podem ser utilizados como recursos renováveis, como resíduos de blocos de concreto, aço, madeira, vidro, etc., podendo ser reduzidos pelo canteiro de obras, ou transportados para unidades de reciclagem para se tornarem recursos.

A reutilização, segundo Kralj e Markic (2008), é benéfica para o meio ambiente, economia e à comunidade. Entre os benefícios ambientais, destaca-se a redução de resíduos, sendo que a reutilização requer menos recursos, menos energia e menos trabalho, em comparação com a reciclagem, eliminação ou produção de novos produtos a partir de matérias-primas virgens. Outros benefícios são a redução da poluição do ar, água e terra, limitação da necessidade de nova extração dos recursos naturais, como a madeira, petróleo, fibras e outros materiais.

De acordo com Tinoco e Robles (2006), a gestão ambiental passa a ser um fator estratégico para análise da alta administração das organizações. Inclui uma série de atividades a serem consideradas, tais como: a formulação de estratégias de administração para o meio ambiente, a garantia da conformidade com as leis ambientais, a implementação de programas de prevenção à poluição, o gerenciamento de instrumentos de correção de danos ao meio ambiente, a adequação dos produtos às especificações ecológicas e o monitoramento do programa ambiental da empresa ao encontro de excelência ambiental, como uma vantagem competitiva. Melo (2017) aponta como fatores mais críticos de gestão na construção civil os relacionados à produtividade e aos consequentes impactos ambientais, sociais e econômicos. Nesse contexto, segundo o autor, os gestores devem agir no sentido de administrarem, conscientizarem, orientarem, controlarem e advertirem os seus trabalhadores na prevenção, mitigação, controle e monitoramento dos impactos. Trata-se de uma abordagem multidisciplinar, segundo Ratnasabapathy, Pereira e Alashwal (2019), envolvendo diversos processos relacionados ao planejamento, coleta, logística, monitoramento, controle, reciclagem e descarte.

Por outro lado, na visão de Nunesmaia (2002), as práticas de gestão ambiental devem seguir as seguintes linhas de orientação: desenvolvimento de linhas de tratamento de resíduos (tecnologias limpas), priorizando a redução e a valorização; a economia (viabilidade); a comunicação/educação ambiental (o envolvimento dos

diferentes atores sociais); o social (a inclusão social e o emprego); o ambiental (os aspetos sanitários, os riscos e a saúde humana). A integração também concernente às categorias dos atores (ou agentes): produtores de resíduos, catadores, municípios e cooperação entre municípios, prestadores de serviços (terceirização), indústrias (indústrias de reciclagem). Silva e Brito (2006) apresentam como resultados positivos dessas práticas a inclusão social de camadas populacionais marginalizadas por meio da geração de empregos, aumento da consciência ambiental, ampliação e fortalecimento da corresponsabilidade da sociedade na fiscalização e controle dos agentes responsáveis pela degradação socioambiental e redução dos impactos ambientais derivados das atividades econômicas.

Entretanto, Nunesmaia (2002) chama atenção que um dos fatores mais importantes para a viabilização dessas práticas está relacionado ao acesso à informação. As pessoas envolvidas no gerenciamento de resíduos de construção civil devem ter acesso à informação, por meio de sistemas de informação. A falta de informação sobre a área de distribuição de resíduos num município, segundo Saptadi, Chyan e Pratama (2020), faz com que esses resíduos sejam descartados em diversos locais inadequados. Para os autores, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e os sistemas de informação podem desempenhar um papel importante na gestão de informação vinculada ou referenciada no tempo, espaço ou lugar.

Através desse paradigma, segundo Zacharias e Martins (2018), permite-se a criação de mapas exploratórios. Passa a haver novas possibilidades de navegação e acesso aos dados, o que facilita a interação com o mapa, obtendo-se maior eficiência na comunicação da mensagem cartográfica, pois o usuário tem a possibilidade de estabelecer sua própria lógica de uso e análise da informação (Sendra; Ludovic, 2002). Assim, reduz-se o tempo de procura de informação, melhora-se o reconhecimento de padrões, apresenta-se a visão global da situação e melhora a interação entre o usuário e o sistema de informação.

O presente artigo apresenta uma proposta de um sistema de informação para a gestão da informação dos resíduos gerados na construção civil ao nível de uma cidade, município ou região metropolitana, com base na partilha das informações relevantes entre todos os envolvidos. O sistema proposto considera as informações dos resíduos gerados num canteiro de obra, sua reciclagem ou reutilização, o processo de coleta, destinação temporária até o destino. Nesse processo participam os gestores de obras de construção civil, gestores públicos, associações de catadores, gestores de empresas de coleta e gestores de unidades de recepção de resíduos e aterros.

Contextualização

A geração de resíduos é um processo que esteve sempre presente desde a existência da humanidade. Desde lá, as sociedades encontravam sempre formas de gerenciamento. Entretanto, na sociedade moderna, uma sociedade industrial e de risco, uma preocupação surge em relação à quantidade desses resíduos, devido ao crescimento da atividade industrial atrelada ao crescimento populacional. Nesse sentido, surgem vários sistemas e modelos, no sentido de otimizar a gestão dos resíduos.

No caso dos resíduos de construção civil, uma atenção especial deve ser dada, em virtude de serem gerados em maiores volumes e causarem maiores danos ao meio ambiente. Esse tipo de resíduos é definido pela Conama (2002), Kareem e Pandey (2013), como os provenientes de reformas e demolições de obras, podendo se mencionarem: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais,

resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc. Em outras palavras, conforme Gurav *et al.* (2022), resíduos de construção e demolição são definidos como resultantes de atividades de construção, renovação, explosão, produtos excedentes e danificados e materiais resultantes de trabalhos de construção e trabalhos no local.

Com o intuito de minimizar os impactos ambientais da atividade de construção civil, modelos de gestão de resíduos têm sido adotados. Entre eles, destacam-se os modelos de transporte, onde são determinadas as quantidades e tipos de resíduos gerados em uma determinada região, e determinação dos melhores locais para a deposição. Existem também aqueles que fazem uma análise global do sistema de gestão de resíduos de modo a se tomar as medidas necessárias.

Entretanto, seja qual for o modelo, Elsaid e Aghezzaf (2015), chamam atenção na necessidade de se fazer uma análise de custo-benefício, avaliação de ciclo de vida e análise de decisão multicritério, como metodologias para avaliar os diferentes cenários. Segundo o autor, a análise custo-benefício compara alternativas economicamente viáveis por meio de uma função objetivo unidimensional. A análise do ciclo de vida avalia os impactos ambientais associados a todas as fases, desde a matéria-prima até ao processamento de materiais, fabricação, distribuição, uso, manutenção e, finalmente, descarte ou reciclagem.

De modo geral, a gestão de resíduos é a provisão, transporte, processamento e descarte de materiais residuais, segundo Kareem e Pandey (2013). A gestão ambiental, definida por Tinoco e Robles (2006), como um sistema que consiste em estrutura, atividades, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos que levam a manter a política ambiental, pressupõe o envolvimento de vários segmentos da sociedade.

A despeito da implementação de modelos de gestão de resíduos, é importante destacar a necessidade de serem economicamente acessíveis, socialmente aceitáveis e ambientalmente eficazes, segundo Elsaid e Aghezzaf (2015). A acessibilidade refere-se ao custo de ter um ambiente limpo e aceito por todos os setores da população. Por outro lado, a aceitabilidade social significa que a população concorda com o serviço prestado uma vez que atende às suas necessidades.

O sistema de gestão de resíduos também precisa ser ambientalmente eficaz, adotando uma política e hierarquia de conservação ambiental. Do ponto de vista de Elsaid e Aghezzaf (2015), a implementação de um sistema na gestão de resíduos de construção civil é essencial para uma gestão ambiental inclusiva, e pode ser descrita como o gerenciamento de todas as responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para estabelecer um sistema que gerencie os resíduos e cumpra os regulamentos ambientais. Tais sistemas, segundo os autores, também podem envolver estratégias usadas para evitar, ou reduzir, a geração de resíduos em primeiro lugar. Um sistema de gestão ambiental é definido por Khanna *et al.* (2009) como uma ferramenta para o gerenciamento dos impactos ambientais das atividades da organização, e providencia uma aproximação estruturada para o planejamento envolvendo medidas protetivas.

No entanto, é preciso considerar que o sucesso de qualquer abordagem no sentido de gerenciamento de resíduos está condicionado ao acesso à informação. A existência de um sistema de informação é de extrema importância e necessária, pois ajuda para que as pessoas envolvidas tenham acesso à informação em tempo real e tomem as melhores decisões. De acordo com Rezende (2016), sistema de informação é todo aquele sistema que manipula e gera informação, sendo que este sistema

pode ou não usar tecnologia de informação. A informação é definida por Rezende (2016) como sendo todo aquele dado que dá sentido a quem o utiliza, sendo este dado útil e que tenha sido trabalhado e tratado contendo algum valor significativo. Tendo em conta a perspetiva tecnológica. Serrano *et al.* (2004) define a informação como o resultado do processamento de dados pelo computador.

Entretanto, o sistema deve garantir que a informação sobre o gerenciamento dos resíduos de construção civil seja acessada em tempo real, com segurança, disponibilidade, consistência, efetividade e confiabilidade. De acordo com Boell e Cecez-Kecmanivic (2015), os sistemas de informação envolvem variedade de tecnologias de informação como computadores, softwares, bancos de dados, sistemas de comunicação, internet, dispositivos móveis e outros de modo a executar certa operação, interagindo e informando vários atores em diferentes organizações ou contextos sociais. Acrescente-se que, com a ajuda das crescentes capacidades computacionais oferecidas pelos pacotes de software e maiores capacidades computacionais, é possível desenvolver modelos de gestão de resíduos mais sofisticados e mais próximos da realidade, onde a gestão de resíduos é direcionada para alternativas ambientalmente úteis, com base no princípio da gestão integrada de resíduos sólidos (Elsaid e Aghezzaf, 2015). A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, segundo Katiyar (2016), passa pela adoção de uma abordagem geral para a criação de sistemas sustentáveis que sejam economicamente acessíveis, socialmente aceitáveis e ambientalmente eficazes.

Uma das principais funcionalidades de um sistema de informação é a visualização de dados e informações. Para tal, foram desenvolvidas várias ferramentas. No caso em que a localização é fator mais importante, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), desempenham um papel importante. Vários são os estudos abordando o uso de tecnologias de informação e SIG na gestão de resíduos de construção civil. Geralmente, o SIG é usado com a integração de sensoriamento remoto e/ou análise multicritério de tomada de decisão. Como exemplos pode-se mencionar: i) o mapeamento de descarga ilegal de resíduos; ii) planejamento de fluxos de resíduos em instalações urbanas de triagem e recolha; iii) distribuição espacial dos resíduos numa área geográfica específica; iv) localização de áreas adequadas à instalação de equipamentos urbanos que favoreçam a gestão integrada dos resíduos; e v) determinação de locais adequados a serem utilizados como estações de transferência de resíduos em relação à localização de aterros sanitários. Entretanto, no presente estudo, os dados espaciais permitem fornecer dois tipos de informações: dados que descrevem as posições locacionais (por exemplo: localização de uma obra, aterro sanitário, unidade de reciclagem, etc.), e dados que descrevem atributos (por exemplo: tipo de resíduos recebidos, telefone, tipo de viatura, etc.).

É nesse sentido que nos é permitido refletir sobre modelos de gerenciamento de resíduos de construção civil de modo integrado, visando arregimentar ações, serviços e políticas que permitam a redução dos problemas ambientais. A partir dessa perspetiva, o presente estudo apresenta uma proposta de sistema de informação sobre o gerenciamento dos resíduos de construção civil com o aporte das tecnologias e sistemas de informação.

Entretanto, não se pode esquecer que o sistema proposto não será eficaz sem que medidas complementares sejam tomadas. Três abordagens principais devem ser consideradas, segundo é colocado por Zurbrugg (2013). A primeira tem a ver com a criação de uma estrutura organizacional eficaz no gerenciamento de resíduos de maneira específica na construção civil. A segunda visa a criação de um modelo de

negócios viável e financeiramente sólido. E por último, a aprovação e o cumprimento da legislação sobre gerenciamento de resíduos de construção civil.

Em relação à legislação, no caso de Brasil, a SiAC (2017), prevê a indicação do volume total de resíduos descartados na geração de resíduos, definição dos destinos adequados dados aos resíduos produzidos pela obra (entulhos, esgotos, águas servidas) que respeitem o meio ambiente. A resolução CONAMA número 307, de 5 de julho de 2002, que orienta a criação de diretrizes, técnicas e procedimentos para o programa de gerenciamento de resíduos da construção civil, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores, o cadastramento de áreas públicas ou privadas aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes e incentivando à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo. O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) é também um instrumento que busca organizar o setor da construção civil para um processo cada vez mais moderno de construção de habitações. O instrumento prevê a definição dos destinos adequados dos resíduos sólidos produzidos pela obra.

Metodologia

O presente estudo foi de caráter exploratório, envolvendo um trabalho de campo. A revisão bibliográfica, observação e a realização de entrevistas tiveram por objetivo identificar abordagens sobre o gerenciamento dos resíduos de construção civil.

Para a elaboração do modelo do sistema de informação, foram utilizados diagramas da metodologia Semantic Hypermedia Design Method (SHDM), uma metodologia para desenho de aplicativos baseados na Web. A elaboração da proposta do sistema teve como primeiro passo o levantamento dos requisitos, ou seja, realizar um levantamento sobre as ações que seriam realizadas no sistema. Permitiu descrever as tarefas que cada ator pode fazer em colaboração com sistema.

Para o levantamento dos requisitos do sistema, foram realizadas observações em canteiros de obras de construção civil, locais de deposição e coleta de resíduos e unidades de recepção. Foram também realizadas entrevistas semiestruturadas a indivíduos ligados ao processo de gerenciamento dos resíduos da construção civil, nomeadamente, gestores de empresa, gestores de obras, responsáveis do gerenciamento dos resíduos sólidos nas prefeituras ou cidades, coletores de resíduos e gestores ambientais. Procurou-se saber essencialmente onde eram depositados os resíduos gerados, como era realizada a fiscalização, quem eram os responsáveis, como era feito o transporte, onde e como era feita a deposição dos resíduos. Como resultado, foi elaborado o esquema conceitual que ilustra os intervenientes, seus atributos e tipos de relacionamento entre eles.

Como forma de ilustrar essas trocas, foram criados dois esquemas, nomeadamente, o esquema de classes navegacionais e o diagrama de contexto. Teve-se em consideração as visões permitidas aos usuários, os objetos a serem navegados e os relacionamentos existentes.

A construção do diagrama de classes navegacionais permitiu ilustrar como será feita a navegação pelos usuários. Desta forma, foi possível especificar as informações que serão visíveis para os usuários. Nesta fase, foi feita a especificação das informações que podem ser alcançadas pelo usuário, as relações entre elas e como devem ser acedidas.

Por último, foi apresentado um exemplo de protótipo, que permitiu mostrar a percepção dos usuários quanto á aparência das informações a serem navegadas.

Permitiu também ilustrar como as informações da interface estão conectadas e sincronizadas, tanto como as transformações que ocorrem durante o processo de navegação.

Resultados: Concepção de uma solução baseada em sistemas de informação

Como resultado das entrevistas e observação, foi elaborado um esquema (figura 1), que representa o funcionamento de um sistema de gestão ambiental de resíduos de construção civil, que poderá ser operacionalizado ao nível municipal ou metropolitano.

O esquema inclui as fases de coleta, transferência, tratamento, reciclagem, reutilização e disposição dos resíduos sólidos gerados no canteiro da obra. Segundo o esquema, cada obra deve possuir um plano de gestão ambiental, onde são classificados os resíduos a serem gerados. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil, segundo Araújo Jr. *et al.* (2019), faz parte de ações que visam minimizar seus impactos no meio ambiente, além de contribuir para a redução dos altos gastos pela administração pública com limpeza.

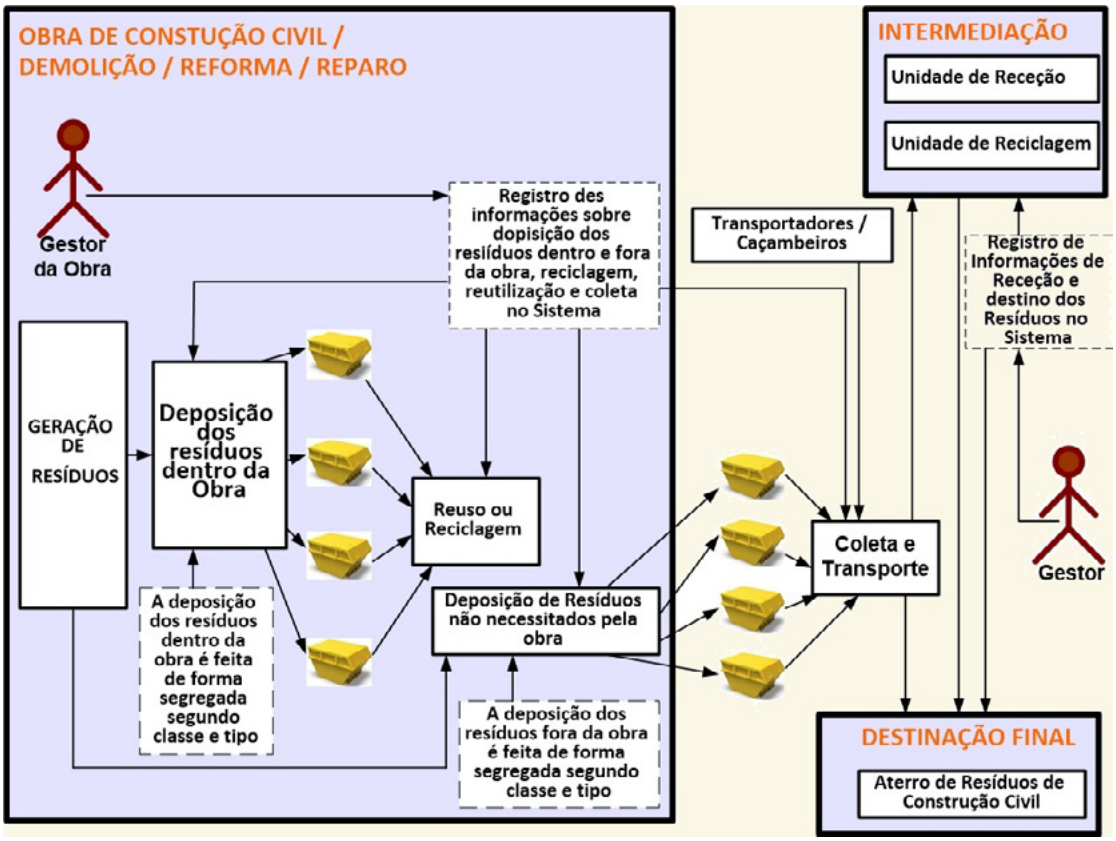


Figura 1 – Esquema do Sistema de gestão integrada proposto
Fonte: Autor (2022).

No esquema apresentado, a classificação dos resíduos deve ter em conta a classe e o tipo de resíduo em todas as fases de execução da obra. O responsável da obra deve considerar essa classificação na planificação do gerenciamento dos resíduos gerados. Por outro lado, deve ser elaborada uma declaração dos resíduos a serem gerados onde deve constar as quantidades consoante a tipificação. A declaração deverá ser submetida às entidades competentes e cadastrada no sistema, de modo a facilitar as ações de fiscalização por parte dessas entidades.

No processo de acondicionamento dos resíduos na obra, deve haver uma segregação segundo classe e tipo de resíduos. Após a separação, os resíduos devem ser armazenados temporariamente na obra em recipientes colocados em lugares estratégicos, de modo que, quando estiverem cheios, sejam facilmente transportados interna, ou externamente. Esses recipientes devem ser devidamente sinalizados, indicando qual o tipo de resíduos a ser depositado, como depositar e qual o destino. Desses locais, os resíduos sairão para reutilização, reciclagem ou para aterro sanitário conforme o caso. Segundo Almaliki (2020), antes de serem direcionados para os aterros, os resíduos de construção civil devem passar por processos de reutilização e reciclagem. Para o autor, o objetivo é de garantir que os recursos sejam eficientemente utilizados para produzir menos resíduos antes que se tornem problema.

As informações sobre o gerenciamento dos resíduos devem ser registradas no sistema, de modo que estejam disponíveis para aqueles que possam estar interessados pelos resíduos. A disponibilização dessas informações abre espaço para negociações de partilha desses resíduos. Por outro lado, as instituições fiscalizadoras deverão aceder estas informações de modo a facilitar o processo de controle.

Aqueles resíduos que não tiverem utilidade na obra devem ser colocados à disposição para a coleta. Porém, devem ser depositados de forma separada, de modo a facilitar a sua reutilização ou reciclagem fora da obra. A retirada e transporte de resíduos para fora da obra deve ser feita por empresas devidamente autorizadas, com um rigoroso controle. É importante que as informações sobre este processo sejam introduzidas no sistema. Por exemplo, pode registar-se dados de onde foram gerados, tipo, quantidade e o destino. O objetivo deste registo é de se comprovar que os resíduos têm um destino adequado. Nesse caso, é preenchida e assinada uma ficha pelos gestores da obra e da empresa coletora, que servirá de prova de que os resíduos gerados na obra têm o destino adequado.

A disponibilização da informação num sistema de informação permite a troca de resíduos. Alguns dos resíduos podem ser comercializados pela empresa, após reciclados ou não. Outros serão enviados ao aterro sanitário caso não tenham sido encontradas suas utilidades para reuso ou reciclagem. Entretanto, chegados ao destino deve ser feita uma pesagem e registo das informações relevantes sobre esses resíduos.

Consoante o esquema apresentado, o gerenciamento de resíduos sólidos no canteiro de obras permitirá reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos gerados. A partir dessa abordagem, na opinião de Fauziah e Agamuthu (2012), introduz-se uma cultura ou uma disciplina que aborda questões relacionadas à geração de resíduos sólidos, coleta, armazenamento, descarte e processamento de tais materiais não utilizados, tendo em mente a saúde pública, economia, estética e preocupações ambientais. Segundo Almaliki (2020), essa cultura inclui a utilização eficiente dos resíduos gerados, resultando na redução da quantidade de resíduos sólidos depositados nos aterros e maximizando os lucros com a geração mínima de resíduos no local.

Entende-se, assim, que os métodos de redução, reutilização e reciclagem de resíduos, são as opções preferidas quando se trata de gestão de resíduos. Existem muitos benefícios ambientais que podem ser obtidos a partir do uso desse modelo, como a redução de emissões de gases de efeito estufa e emissão de poluentes, conservação de recursos, economia de energia e redução da demanda por tecnologia de tratamento de resíduos e espaço do aterro. Por isso, é aconselhável que esse modelo seja adotado e incorporado como parte do plano de gestão de resíduos (Katiyar, 2016).

Nessa lógica, de acordo com Gurav *et al.* (2022), as empresas de construção se beneficiam com a redução da geração de resíduos, por meio de menores custos de deposição e de compra de matéria-prima. Nessa abordagem de gerenciamento de

resíduos, entre outras vantagens, destaca-se a possibilidade de geração de novos tipos de negócios e de empregos, incentivo ao empreendedorismo, com aparecimento de pequenas, médias e grandes unidades de recepção e reciclagem dos resíduos, criando emprego e renda para as famílias. Trata-se de uma abordagem onde as matérias-primas fazem parte de um ciclo, mantendo seu valor econômico.

Segundo Karrem e Pandey (2013), é importante observar que existem muitas oportunidades para a redução e recuperação de materiais que seriam preferencialmente destinados ao descarte como resíduo. É preciso que profissionais da indústria e proprietários de edifícios eduquem e sejam educados em métodos eficazes para identificação e separação de resíduos. Por outro lado, organizações e governos assumirão as responsabilidades pelo descarte ordenado, razoável e eficaz de resíduos relacionados à construção civil. A partir dessa perspectiva, as empresas buscam oportunidades de incorporação de materiais reciclados em mercadorias.

A eficiência do modelo proposto depende da forma como a informação é disponibilizada aos intervenientes no gerenciamento dos resíduos. Daí a importância de sistemas de informação para a colecta, armazenamento, manipulação e disponibilização das informações em tempo útil, onde a informatização desses sistemas com o aporte das tecnologias de informação e comunicação torna-os mais eficientes.

É nesse sentido que se propôs no presente estudo um sistema de informação. O sistema foi modelado usando a metodologia SHDM onde foram gerados vários artefatos que são apresentados a seguir.

O primeiro, obtido como resultado da aplicação da metodologia, foi o diagrama de casos de uso (figura 2), que mostra as tarefas de cada usuário no sistema proposto.

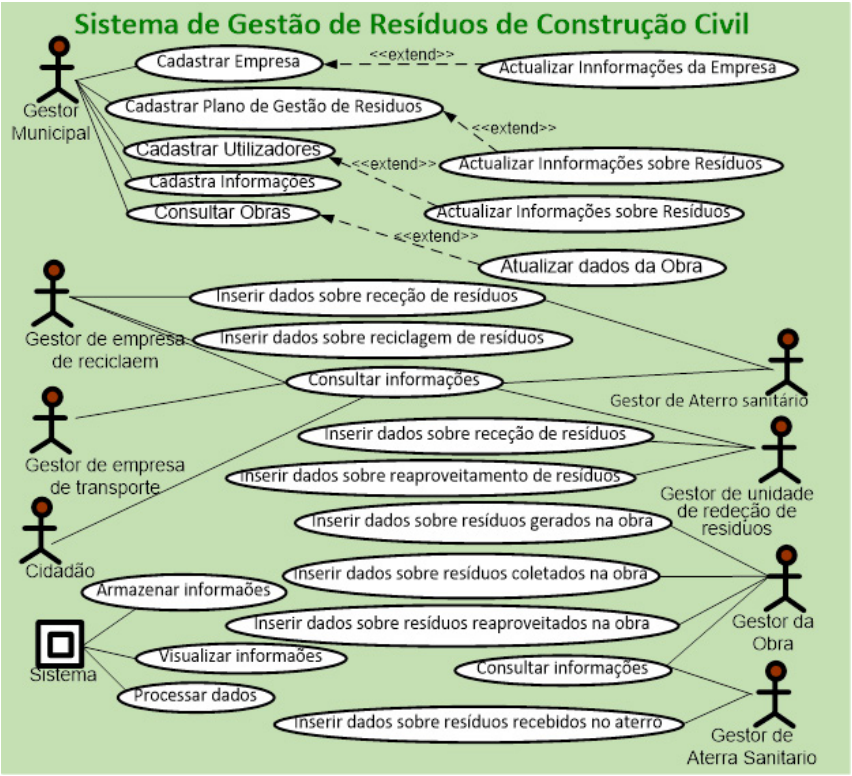


Figura 2 – Diagrama de casos de uso
Fonte: Autor (2022).

Cada ator (usuário do sistema), tem uma responsabilidade no sistema. Existe um grupo de usuários cuja função é de cadastrar as variadas informações consoante o seu perfil. O sistema fará a validação dos acessos dos diferentes perfis de usuários

através dos dados de entrada na autenticação. Para além do cadastro das informações no sistema, certos usuários poderão atualizar e remover certas informações. A consulta da informação será realizada em função do perfil do usuário, ou seja, existe um conjunto de informações que estará disponível para o público, e outras para acesso restrito.

Outro resultado da modelagem é o esquema conceitual (figura 3), que descreve a ligação entre várias informações do sistema, seus atributos e a natureza dessas relações. As classes e relacionamentos foram representadas com base na linguagem UML (*Unified Modeling Language*).

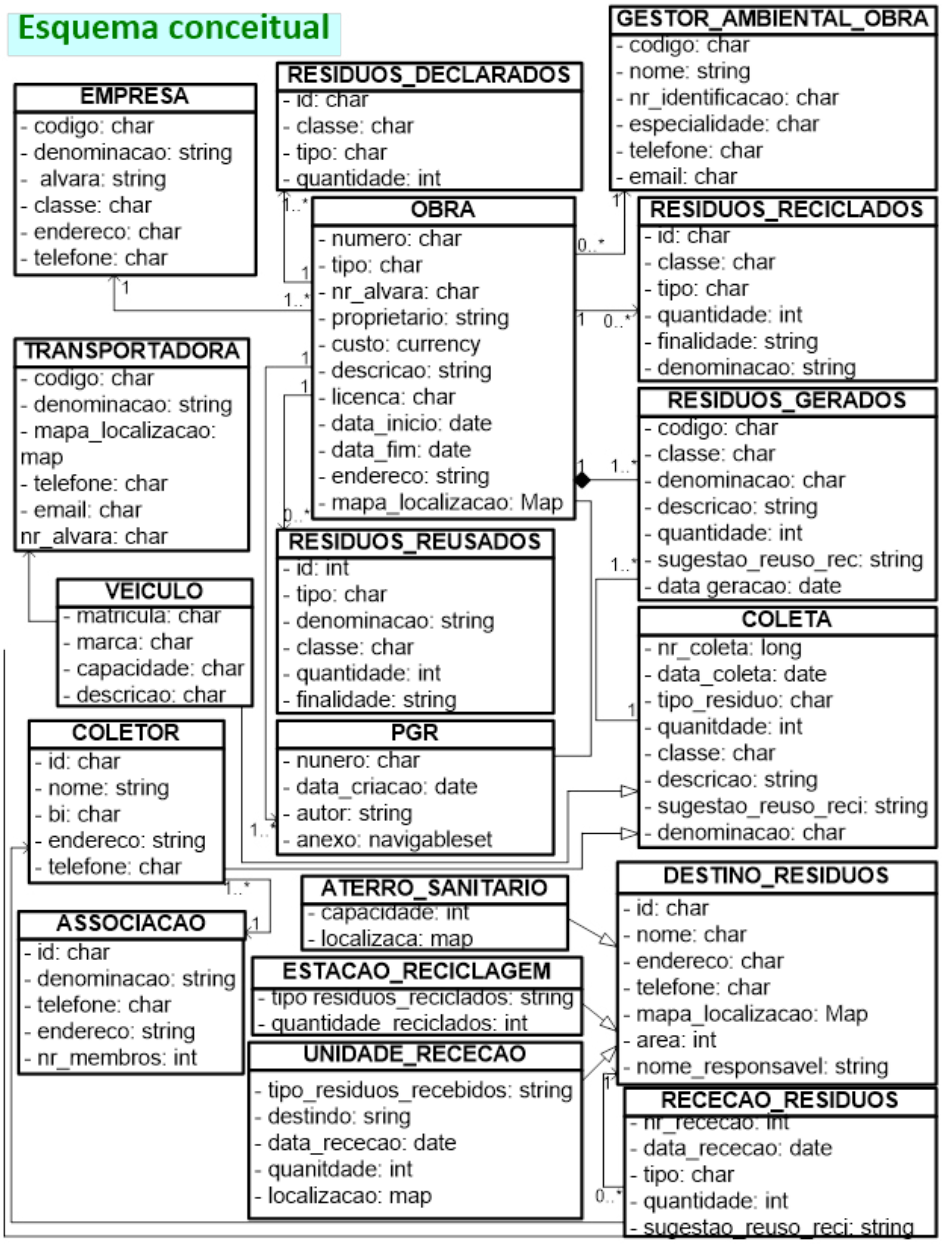


Figura 3 – Esquema conceitual
Fonte: Autor (2022).

O esquema conceitual apresentado descreve a ligação entre vários objetos do sistema e como estes estão relacionados. A empresa representa qualquer entidade cuja atividade é de construção civil ou demolição de edifícios. Os resíduos gerados na obra são transportados para um determinado destino. O destino pode ser uma

unidade, uma estação de reciclagem ou aterro sanitário. Outro destino pode ser a própria obra, nos casos em que os resíduos gerados são reaproveitados no próprio canteiro da obra.

No processo de coleta e transporte dos resíduos, devem ser registadas informações relevantes. Trata-se de registar a origem dos resíduos, o tipo, a quantidade, data em que foram coletados e o transporte que efetuou a coleta. Estas informações são registadas pelo gestor da obra. Outra informação a registar é do processo de recebimento dos resíduos, nomeadamente, a data em que se recebe o resíduo, o transportador, origem e quantidade.

Cada obra de construção civil ou demolição, deve possuir um plano de gerenciamento de resíduos. O plano deve conter informações sobre a forma de gerenciamento dos resíduos gerados durante a execução da obra, o que permitirá fazer o seu acompanhamento. São registradas as quantidades dos resíduos gerados, tipo de resíduos, as orientações sobre possibilidade de reuso e reciclagem, datas de geração, entre outras informações relevantes. O plano de gerenciamento de resíduos é cadastrado no sistema e as informações são atualizadas sempre que necessário.

Para mostrar as informações a serem acessadas, e como as navegações serão realizadas entre estas informações, conforme o perfil de cada usuário, foi criado um esquema (figura 4). O objetivo principal foi mostrar os objetos que podem ser alcançados pelo usuário e como estes podem ser alcançados, ou seja, são apresentadas informações que os usuários terão acesso.

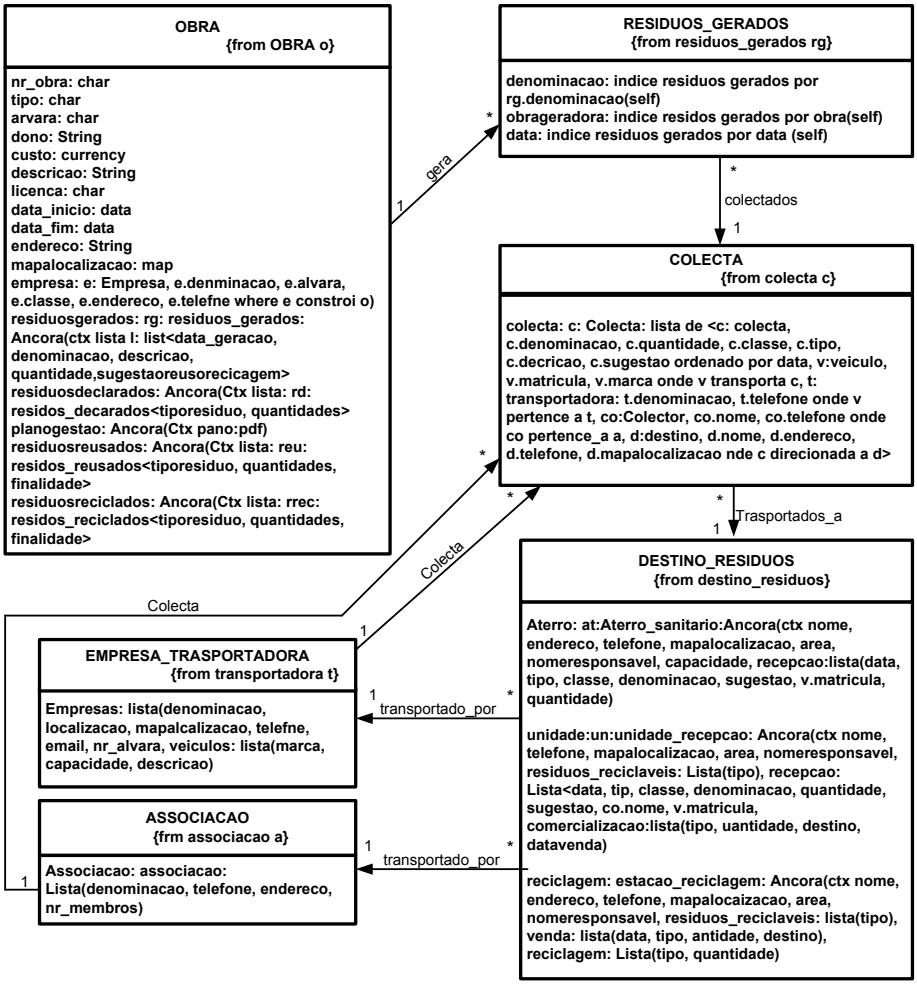


Figura 4 – Esquema de classes navegacionais
Fonte: Autor (2022).

No processo de navegação, os usuários, nos seus perfis, poderão acessar informações sobre as obras de construção civil, resíduos gerados, processo de coleta, quem está fazendo a coleta e os diferentes destinos dos resíduos. Ao acessar as informações da obra de construção civil, o sistema poderá visualizar informações da empresa que está executando a obra, os planos de gerenciamento de resíduos, mapas de localização das obras, as datas de início e fim da obra e outras informações relacionadas com a obra.

O diagrama de contexto (figura 5) é mais um artefato resultante da modelagem do sistema, que permitiu descrever os conjuntos mais relevantes de objetos a serem navegados pelo usuário e o tipo de informações a serem visualizadas.

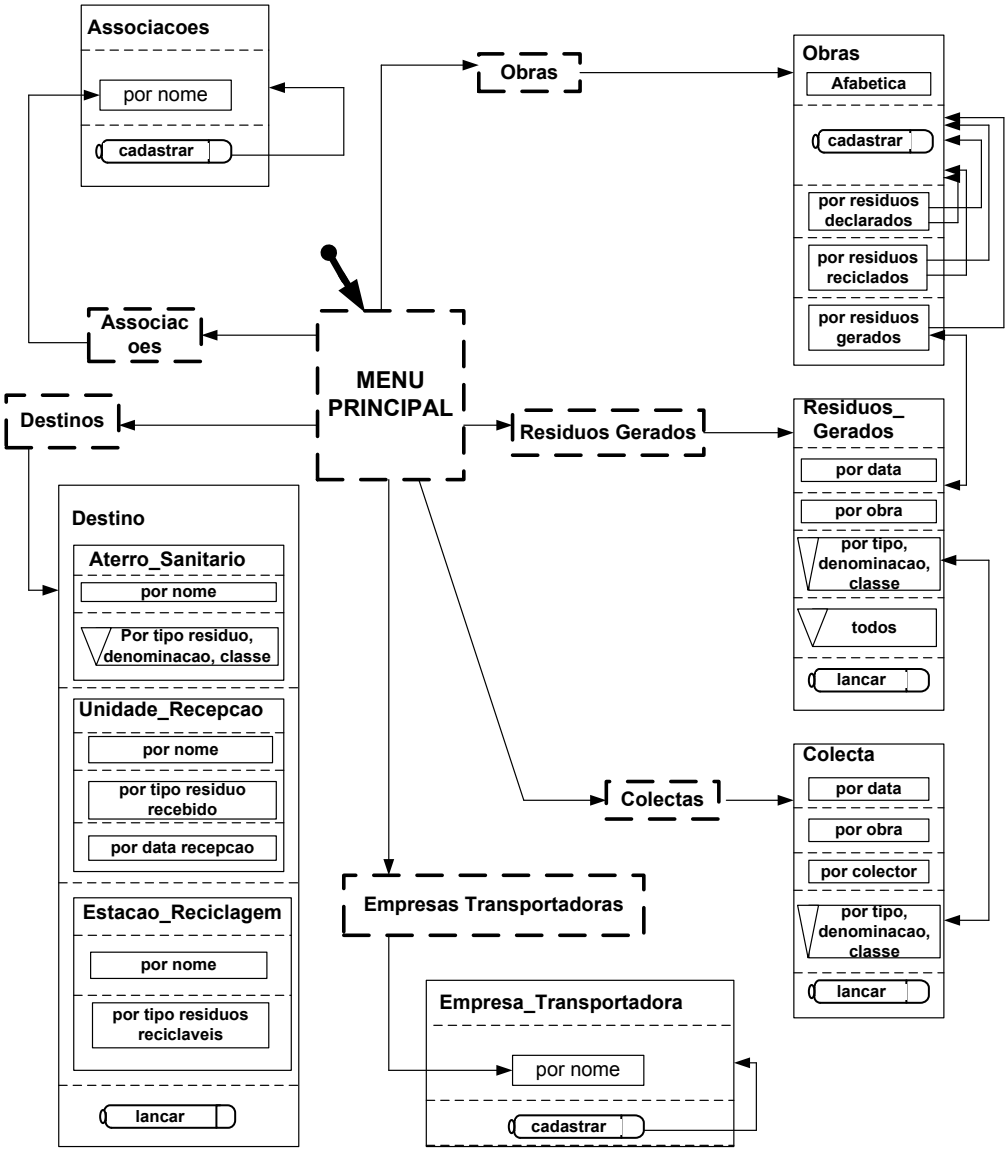


Figura 5 – Diagrama de Contexto
Fonte: Autor (2022).

A informatização do sistema proposto pode ser realizada usando várias plataformas (*softwares*). Geralmente, nessas soluções, o processo de navegação poderá ser realizado de um menu principal a partir do qual se tem acesso aos submenus. A partir desses submenus, o usuário poderá ter acesso a janelas contendo informações mais detalhadas. Um exemplo prático e viável de implementação do sistema é através da geovisualização, cujo protótipo é apresentado na figura 6.



Figura 6 – Abstract Data Views (ADV) - Protótipo
Fonte: Autor (2022).

Considerações finais

O processo de gerenciamento de resíduos de construção civil representa um grande desafio na atualidade, devido à abundância de resíduos gerados e os impactos negativos ao meio ambiente.

Torna-se pertinente pensar em soluções tecnológicas e de procedimentos que contribuam para a redução do desperdício de resíduos, reuso e reciclagem. Por outro lado, reduz-se a degradação ambiental, considerando que a deposição de resíduos será feita de forma adequada. Para o planeta, um dos benefícios é a redução de emissões de gases de efeito estufa e emissão de poluentes e conservação de recursos.

No caso do sistema proposto, abre-se também a possibilidade de geração de novos tipos de negócios e de empregos, incentivo ao empreendedorismo com aparecimento de pequenas, médias e grandes unidades de recepção e reciclagem dos resíduos através da incorporação de materiais reciclados em mercadorias, criando emprego e renda para as famílias.

O presente estudo objetivou apresentar uma proposta de sistema de informação para a gestão da informação sobre os resíduos gerados na construção civil. Foi possível, através da metodologia SHDM, apresentar os principais artefatos que compõe o modelo de sistema de informação proposto. O estudo limitou-se a apresentar um modelo de sistema de informação, ou seja, ainda não foi testado. Esse modelo poderá ser implementado em qualquer plataforma baseada na Web.

Contudo, a criação de um sistema em si não resolve o problema. É importante que o sistema seja acompanhado de uma legislação e estrutura organizacional eficazes.

Agradecimentos

Às Universidades de Oldenburg de Alemanha, Pedagógica de Moçambique, e a CAPES.

Referências

ALMALIKI, A. H. Construction solid waste management on the building site: a literature review. *International Journal of Management*, v. 11, n. 7, p. 1099-1106, jun. 2020.

ARAÚJO JR., *et al.* Solid Waste Management in a Civil Construction Company in Amazonas. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 6, n. 11, p. 317-322, nov. 2019.

BAPTISTA JÚNIOR, J. V.; Romanel, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 27-37, jul./dez. 2013.

BOELL, S. K.; Cecez-kecmanovic, D. *What is Information System?* 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271588444_What_is_an_Information_System. Acesso em: 14 set. 2022.

BROWN, S.; Lugo, A. E. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining developing. *Restoration Ecology*, v. 2, n. 2, p. 97-111, jun. 1994.

COELHO JR., A. R. *et al.* Importância do Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil. *Research, Society and Development*, v. 7, n. 10, p. 01-17, maio 2018.

ELSAID, S.; Aghezzaf, E.L. A Framework for Sustainable Waste Management: Challenges and Opportunities. *Management Research Review*, v. 38, n. 10, p. 1086-1097, out. 2015.

ELSHABOURY, N. *et al.* Construction and demolition waste management research: a science mapping analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 8, p. 02-25, abr. 2022.

FAUZIAH, S. H.; Agamuthu, P. Trends in sustainable landfilling in Malaysia, a developing country. *Waste Management & Research*, v. 30, n. 7, p. 656-663, mar. 2012.

GURAV, K. H. *et al.* Evaluating Overall Importance of Waste Management in Construction Industry. *International Journal of Civil Engineering and Applications*, v. 12, n. 1, p. 1-12, nov. 2022.

KAREEM, K. R.; Pandey, I. R. K. Study of Management and Control of Waste Construction Materials in Civil Construction Project. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, v. 2, n. 3, p. 249-8958, mar. 2013.

KATIYAR, M. Solid waste management. *Journal of Construction and Building Materials Engineering*, v. 3, n. 2, p. 1-7, jan. 2016.

KHANNA, D. R.; Bhutiani, R.; Matta, G. Environmental Management System. *J.Comp.Toxicol.Physiol*, v. 6, n. 1, p. 010-017, jan. 2009.

KRALJ, D.; Markic, M. Building materials reuse and recycle. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, v. 4, n. 5, p. 409-418, 2008. Disponível em: http://www.wseas.us/e-library/transactions/environment/2008/575-484.pdf. Acesso em: 4 set. 2022.

LAI, Y. *et al.* Management and recycling of construction waste in taiwan. *International Conference on Solid Waste Management*, v. 35, p. 723-730, dez. 2016.

LARUCCIA, M. M. Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. *Revista ENIAC Pesquisa*, Guarulhos, v. 3, n.1, p. 69-84, jun. 2014.

MELO, S. F. S. *Gestão de impactos ambientais na construção civil*: práticas e desafios entre obras de infraestrutura e edificações. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 8., 2017, Campo Grande. Anais [...]. Bauru: Ibeas, 2017. p. 1-8. Disponível em: https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/XI-024.pdf. Acesso em: 20 ago. 2022.

NAGAPAN, S. *et al.* *Issues on Construction Waste*: The Need for Sustainable Waste Management. *In*: IEEE COLLOQUIUM ON HUMANITIES, SCIENCE AND ENGINEERING, 2012, Sabah, Malaysia. *Proceedings* […]. Piscataway, NJ: IEEE, 2012. p. 329-334. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/12008295.pdf. Acesso em: 18 ago. 2022.

NUNESMAIA, M. F. A Gestão dos Resíduos Urbanos e suas Limitações. *Revista Baiana de Tecnologia*, Camacari, v. 17, n. 1, p. 120-129, jan./abr. 2002.

RATNASABAPATHY, S.; Perera, S.; Alashwal, A. A review of smart technology usage in construction and demolition waste management. *In:* SANDANAYAKE, Y.G.; GUNATILAKE, S.; WAIDYASEKARA, A. (ed.). *Proceedings of the 8th World Construction Symposium*. Colombo, Sri Lanka: Ceylon Institute of Builders, 2019. p. 45-55.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Portaria n° 13, de Janeiro de 2017. Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil - SiAC.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). 2018. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/03/Programa-Brasileiro-de-Qualidade-e-Produtividade-do-Habitat.pdf. Acesso em: 19 Jul. 2023.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002. Portaria revogada pela Portaria MMA no 499. 2002. Disponível em: https://www.unifesp.br/reitoria/dga/images/legislacao/residuos2/CONAMA_RES_CONS_2002_307.pdf. Acesso em: 18 ago. 2022.

REZENDE, Denis Alcides. Planejamento de sistemas de informação.5. ed. São Paulo: Atlas, 2016. 332 p.

ROTH, C. G.; Garcias, C. M. Construção Civil e a Degradação Ambiental. *Desenvolvimento em Questão*, Ijuí, v. 13, p. 111-128, jan./jun. 2009.

SAPTADI, T. S.; Chyan, P.; Pratama, A. C. Geographic information system for waste management for the development of smart city governance. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE AND INNOVATED ENGINEERING, 2., 2019, 2019, Malacca, Malaysia. *IOP Conference Series*: *Materials Science and Engineering*, v. 854, p. 012040, 2020. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/854/1/012040. Acesso em: 18 ago. 2022.

SENDRA, J. B.; Ludovic, H. Z. Visualización geográfica y nuevas cartografías. *GeoFocus*, Bellaterra, v. 2, p. 61-77, 2002.

SERRANO, A.; CALDEIRA, M.; GUERREIRO, A. *Gestão de Sistemas de Tecnologias de Informação*. Lisboa: FCA, 2004. 216 p.

SILVA, P. J.; Brito, M. J. Práticas de gestão de resíduos da construção civil: uma análise da inclusão social de carroceiros e cidadãos desempregados. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 13, n.3, p. 545-556, set./dez. 2006.

TINOCO, E. P.; Robles, L. T. A contabilidade da gestão ambiental e sua dimensão para a transparência empresarial: estudo de caso de quatro empresas brasileiras com atuação global. *Revista Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 40, n. 6, p. 1077-1096, dez. 2006.

ZACHARIAS, A. A.; Martins, T. J. O paradigma da geovisualização e a cartografia multimídia interativa em mapas para escolares: novas possibilidades de compreensão da realidade espacial? *Estudos Geográficos*, Rio Claro, v. 16, n. 1, p. 180-212, jan./jun. 2018.

ZURBRUGG, C. *Assessment methods for waste management decision-support in developing countries*. 2013. 254f. Tese (Doutorado em Metodologias e Técnicas Adequadas na Cooperação e Desenvolvimento Internacional) - Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura, Território, Ambiente e Matemática. Università degli Studi di Brescia, Itália. 2013.

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do IFG

Volume 8, Número 2, 2023

Softwares educativos e a aprendizagem da leitura de estudante com deficiência intelectual no AEE

EDUCATIONAL SOFTWARE AND LEARNING TO READ BY STUDENTS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES IN THE AEE

SOFTWARE EDUCATIVO Y APRENDIZAJE DE LA LECTURA POR ALUMNOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL EN AEE

Edilene Mangabeira Xavier
edilenemangabeira703@gmail.com
Universidade de Brasília (UnB)
https://orcid.org/0000-0003-3968-852X

Amaralina Miranda de Souza
amara@unb.br
Universidade de Brasília (PPGE/FE/UNB)
https://orcid.org/0000-0002-9471-7293

Resumo

O artigo apresenta pesquisa de mestrado sobre o uso de *softwares* educativos como recurso de apoio à aprendizagem da leitura de estudantes com deficiência intelectual em fase de alfabetização. Essa pesquisa, de cunho qualitativo, foi realizada por meio de um estudo de caso no âmbito do Atendimento Educacional Especializado (AEE), em uma Sala de Recursos Generalista de uma escola da rede pública de ensino do Distrito Federal. A estratégia utilizada foi a observação participante, tendo como base o plano de aplicação. Os *softwares* educativos escolhidos para o estudo foram o GraphoGame e o EduEdu. Como resultado, constata-se que os *softwares* educativos favorecem os aspectos de assimilação e consolidação dos grafemas e fonemas; a formação e a leitura de sílabas, bem como de palavras simples; a inferência e a contextualização na leitura do estudante, validando, assim, seu uso como recurso de apoio à aprendizagem da leitura aos estudantes com deficiência intelectual no atendimento educacional especializado.

Palavras-chave: *software educativo; deficiência intelectual; aprendizagem da leitura; alfabetização.*

Abstract

The article presents a Master's research on the use of educational software as a resource to support learning to read for students with intellectual disabilities in the literacy phase. The qualitative research was carried out through a case study in the scope of Specialized Educational Assistance (AEE), in a Generalist Resource Room of a public school in the Distrito Federal. The strategy used was participant observation, which was based on the application plan. The educational software chosen for the study were GraphoGame and EduEdu. The results obtained showed that the educational software favors the aspects of assimilation and consolidation of graphemes and phonemes, the formation and reading of syllables, as well as simple words, inference, and contextualization in the student's reading, therefore validating its use as a resource to support learning to read for students with intellectual disabilities in specialized educational services.

Keywords: *educational software; intellectual disability; reading learning; literacy.*

Resumen
El artículo presenta la investigación de maestría sobre el uso de software educativo como recurso de apoyo al aprendizaje de la lectura por parte de alumnos con discapacidad intelectual en la fase de lectoescritura. La investigación cualitativa se llevó a cabo mediante un estudio de casos dentro de la Asistencia Educativa Especializada (AEE), en una Sala de Recursos Generalistas de una escuela pública del Distrito Federal. La estrategia utilizada fue la observación participante, la cual se basó en el plan de aplicación. Los *softwares* educativos elegidos para el estudio fueron: *GraphoGame* y *EduEdu*. Los resultados obtenidos mostraron que el *software* educativo favoreció los aspectos de asimilación y consolidación de grafemas y fonemas, la formación y lectura de sílabas, de palabras sencillas, la inferencia y la contextualización en la lectura del estudiante, validando así su uso como recurso de apoyo al aprendizaje de la lectura por estudiantes con discapacidad intelectual en servicios educativos especializados.

Palabras clave: *software educativo; discapacidad intelectual; aprendizaje de la lectura; literatura.*

Introdução

Tendo em vista as transformações provocadas pelos recursos tecnológicos no cenário atual, nas relações sociais, comunicacionais e educacionais, em que as ferramentas digitais têm proporcionado elementos para favorecer o ensino e a aprendizagem, as instituições educacionais precisam atentar-se para o uso desses recursos nos ambientes escolares, uma vez que essas tecnologias podem favorecer o processo de inclusão de estudantes com necessidades educacionais especiais.

Nessa perspectiva, considerou-se que ferramentas tecnológicas como *softwares* educativos com suas interfaces lúdicas, podem ser recursos viáveis no processo de aprendizagem da leitura dos estudantes com deficiência intelectual na fase de alfabetização, ademais, esses aplicativos têm estado cada vez mais presentes na vida das crianças por meio dos jogos da internet (Mattar, 2012).

O uso dos recursos tecnológicos é uma realidade em vários setores da sociedade, assim como as tecnologias têm transformado a comunicação, a interação e a economia, gerando uma cultura digital. Para Lévy (2010), a internet, com todos seus elementos, redes sociais, *blogs*, fóruns, *smartphones,* é um meio no qual é possível encontrar e desenvolver o conhecimento. O uso de *softwares* educativos é tido como uma proposta bastante interessante no ensino em sala de aula, [...] "já que geralmente se propõe a ensinar fazendo uso do lúdico e da interatividade e chama o aluno a ser ativo no seu processo de aprendizagem." (Souza, 2015, p. 362).

A utilização dos recursos tecnológicos nas ações educacionais proporciona ao professor e ao aluno o desenvolvimento de competências e habilidades pessoais, comunicacionais e intelectuais (Silva; Silva; Coelho, 2016). Dessa forma, os recursos digitais, como os *softwares* educativos, apresentam configurações que podem favorecer os processos educativos e contribuir como apoio pedagógico devido às interfaces intuitivas, dinâmicas e atrativas, as quais despertam os sentidos visuais, auditivos e cognitivos. Nesse sentido, Masciano (2015, p. 58) entende que, "Todos esses fatores citados promovem o envolvimento [...] e favorecem condições para a aprendizagem." Raiça (2008) entende que as organizações escolares estão incluindo as ferramentas tecnológicas nos processos educacionais, pois são apoios fundamentais nos procedimentos de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, há de se destacar a importância da leitura para a vida das pessoas com deficiência intelectual.

A leitura é um processo histórico que existe desde a gênese humana. O homem sempre buscou um modo de se comunicar, seja de maneira oral ou simbólica, a palavra possibilitou que as experiências logradas pela humanidade fossem contadas de geração a geração. "[...] como nas várias épocas da história humana, a prática da leitura foi transformando-se de acordo com a construção social de cada uma dessas épocas." (Fernandes, 2021).

Para Morais (2019), a leitura acontece quando conscientemente o aprendiz compreende as unidades sonoras maiores que compõem as palavras. Ainda segundo o autor, o desenvolvimento da consciência fonológica aliada às práticas pedagógicas críticas e reflexivas, que consideram o meio em que o aprendiz está inserido, que o incentivam a pensar sobre o objeto de aprendizagem, uma didática que promove o desenvolvimento, a criatividade e que respeita o ritmo de aprender do aluno com suas particularidades, seja de origem social, física ou intelectual, é fundamental para a aquisição da leitura.

A expressividade no número de matrículas de estudantes com Deficiência Intelectual (DI) na rede pública de ensino do Distrito Federal, apresentando dificuldades de aprendizagem, despertou na pesquisadora a necessidade de buscar recursos pedagógicos para favorecer a aprendizagem da leitura de estudantes com esta particularidade. Dados encontrados no *site* da Secretaria de Educação do Distrito Federal, em dezembro de 2021, atualizados em 2022, apontaram que há cerca de 5.330 alunos com deficiência intelectual matriculados em classes comuns na rede pública de ensino do Distrito Federal (Distrito Federal, 2022). De acordo com a Associação Americana de Deficiência Intelectual e Desenvolvimento (AAIDD, 2021), a deficiência intelectual é compreendida como barreiras nas dimensões conceituais, sociais e práticas. Essa deficiência tem origem antes dos 22 anos (AAIDD, 2021).

Desde os tempos mais remotos, as pessoas com deficiência intelectual eram excluídas pela sociedade e, ao longo da história, tal discriminação se constituiu por algumas fases. Blanco (2003, p.72) ao comentar a primeira delas, declara que "corresponde ao período anterior ao século XIX, chamada de "fase da exclusão", na qual a maioria das pessoas com deficiência e outras condições excepcionais era tida como indigna da educação escolar". Sassaki (2003) acrescenta que os sujeitos com deficiência intelectual eram excluídos desses ambientes por causa de sua condição, isso fomentou ainda mais a exclusão e a segregação desses indivíduos nos ambientes de aprendizagem. Neste período, acreditava-se que os indivíduos com tal característica não eram capazes de aprender e se desenvolver socialmente; porém, ao longo do tempo, compreendeu-se que tal entendimento dava-se por desconhecimento e falta de informação.

Com a evolução social, o apoio dos movimentos da sociedade civil sobre a Educação Especial e a implementação de leis que reconhecessem essas pessoas como sujeitos de direito, o conceito limitante da deficiência intelectual foi desconstruído e o paradigma de que essas pessoas não têm capacidade de aprender tem sido pouco a pouco superado. Abreu e Pederiva (2021, p. 5) ao comentar sobre a pessoa com deficiência diz "a deficiência não anula o desenvolvimento do ser humano, mas coloca-o em uma posição diferenciada, que necessita de recursos mediacionais distintos para acessar a cultura."

Autores como Vigotski, Luria e Leontiev (2012) defendem a ideia de que as limitações das pessoas com DI são demasiadamente enfatizadas dentro da escola. Para eles, o mais fascinante são as potencialidades e não as limitações apresentadas por essas pessoas. Nesse sentido, os autores aconselham o oferecimento de recursos diversificados para promover a superação dos obstáculos presentes nos sistemas

intelectivos. A educação brasileira, atualmente, tem buscado seguir as diretrizes de uma educação inclusiva com vista a favorecer a inclusão de todos no processo educativo (Silva Neto *et al.*, 2018).

> No Brasil, a Política Nacional de Educação Especial, na perspectiva da Educação Inclusiva, assegura acesso ao ensino regular a alunos com deficiências diversificadas: intelectual, física, surdos, cegos, com transtornos globais do desenvolvimento e a alunos com altas habilidades/superdotação, desde a educação infantil até a educação superior. (SILVA NETO *et al.*, 2018, p.86).

A Constituição Federal de 1988 traz, em seu bojo, a educação como direito de todos, tendo em vista o desenvolvimento pleno da pessoa com oportunidade de acesso e continuidade dos estudos.

> Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. Art. 206. O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola (Brasil, 1988).

Além disso, o artigo 59 da Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional, Lei n. 9.394/96 (LDB), diz que "Os sistemas de ensino devem assegurar aos alunos currículo, métodos, recursos e organização específicas para atender às suas necessidades." Com a garantia da LDB, cada vez mais as escolas têm se organizado estruturalmente e pedagogicamente com o objetivo de atender às demandas dos estudantes da Educação Especial. A Lei n. 13.146/2015, que instituiu a Lei Brasileira de Inclusão, também denominada Estatuto da Pessoa com Deficiência, no artigo 27, capítulo IV, declara que: "A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida" (Brasil, 2015). A partir das garantias legais, os estudantes com necessidades educacionais especiais têm o direito de estarem e se desenvolverem nos espaços escolares; nesse sentido, cabe às instituições de ensino promover ações pedagógicas que favoreçam a aprendizagem de todos essses estudantes. Dessa maneira, uma das ações que tem sido relevante para a educação do público da Educação Especial é o Atendimento Educacional Especializado (AEE).

O AEE é compreendido como o conjunto de atividades, recursos de acessibilidade e pedagógicos, organizados institucional e continuamente, o qual foi criado para atender alunos com altas habilidades, superdotação, deficiências e transtorno do espectro autista. Esse serviço é realizado no espaço da Sala de Recursos e tem como objetivo desenvolver recursos para suplementar ou complementar a formação dos estudantes com Necessidades Educacionais Especiais (NEE). Nesse espaço, o atendimento será conduzido por professores especializados, cuja atribuições envolvem orientar a organização dos conteúdos curriculares desenvolvidas em classes comuns, elaborar e organizar recursos pedagógicos de acessibilidade que eliminem barreiras em todas as etapas e modalidades da Educação Básica (Distrito Federal, 2021).

Nesse aspecto, cabe ressaltar as contribuições do AEE para a aprendizagem dos estudantes com deficiência intelectual, já que neste ambiente são desenvolvidas práticas pedagógicas que os ajudam a obter melhor desempenho escolar, oferecendo ferramentas que atendam às suas necessidades e os estimulem de maneira adequada. Ademais, é importante mencionar que, dentre as orientações do Atendimento Educacional Especializado, está a sugestão do uso de *softwares* educativos como apoio à mediação pedagógica do(a) professor(a) para contribuir com o processo formativo educacional desses estudantes.

Assim, neste estudo, buscou-se identificar e compreender as possibilidades de contribuições do uso dos *softwares* educativos como recursos de apoio pedagógico ao desenvolvimento de habilidades voltadas para a aprendizagem da leitura de alunos com DI em fase de alfabetização no Atendimento Educacional Especializado. Para isso, foram elencados os seguintes objetivos: a) identificar para eleger s*oftwares* educativos com estruturas que pudessem oferecer apoio para o desenvolvimento da leitura; b) elaborar, junto com a professora do Atendimento Educacional Especializado (AEE), o plano de aplicação com o uso *do software* selecionado, c) observar e retroalimentar o plano; com vistas a favorecer o processo de ensino e aprendizagem da leitura do estudante com deficiência intelectual, d) analisar os resultados e discutir as possíveis contribuições do uso intencional do *software* educativo no desenvolvimento da leitura do estudante com deficiência intelectual.

Metodologia

Neste estudo, utilizou-se a abordagem qualitativa, que de acordo com Yin (2016, p. 7), permite estudar o "significado da vida das pessoas, nas condições da vida real." Na consideração de que o fenômeno investigado ocorre na vida escolar do sujeito, e esta abordagem concede visualizar o evento na prática, visto que são considerados o contexto e as perspectivas dos participantes; ademais o pesquisador pode utilizar variadas fontes de evidências (entrevistas, questionários, observações e documentos).

A pesquisa teve como método de investigação, o estudo de caso. Dentre os instrumentos e estratégias utilizados para a coleta de dados foram realizados: análise documental, questionários, entrevistas semiestruturadas, observação participante, avaliações iniciais e finais das aprendizagens, diário de bordo e videogravações.

A pesquisa foi realizada na Sala de Recursos Generalista de uma escola classe da rede pública de ensino do Distrito Federal, os sujeitos envolvidos na pesquisa foram: um estudante do Bloco Inicial de Alfabetização (BIA), cursando o terceiro ano do ensino fundamental, a professora da Sala de Recursos Generalista, a professora da sala de aula e a responsável pelo estudante. Isto posto, os seguintes procedimentos foram realizados:

- Levantamento bibliométrico, por meio da revisão sistemática da literatura para identificar, avaliar e interpretar as pesquisas relevantes que tratavam da temática;
- Autorizações institucionais para realização da pesquisa nas escolas da rede pública de ensino do Distrito Federal;
- Submissão ao Comitê de Ética por envolver humanos como sujeitos na pesquisa;

- Mapeamento das escolas que ofertavam o atendimento educacional especializado a estudantes com deficiência intelectual, matriculados no Bloco Inicial de Alfabetização – BIA nos anos iniciais (1º, 2º e 3º) do Ensino Fundamental e que apresentassem dificuldades nos processos de aprendizagem da leitura;
- Na eleição do contexto e dos sujeitos foram avaliados dados da Diretoria de Informações Educacionais (DIE), vinculada à Subsecretaria de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação (SUPLAV) da SEEDF, para mapear as unidades escolares com Sala de Recursos Generalista (SRG) ativas e obter informações sobre o quantitativo de estudantes com deficiência intelectual frequentando o atendimento educacional especializado generalista;
- Reunião com professores e gestores para apresentação do projeto e obtenção de assinatura dos termos de autorização de participação;
- Entrevista com a professora da Sala de Recursos para eleição do estudante;
- Entrevista com responsável e estudante para obter autorização de participação e conhecer o perfil do aluno;
- Análise documental dos relatórios pedagógicos do estudante;
- Reunião com a professora da Sala de Recursos para conhecer o plano de trabalho do atendimento educacional especializado e os conteúdos curriculares que seriam trabalhados com o estudante;
- Aplicação de avaliação inicial para saber quais conhecimentos da leitura o estudante já dominava e aplicação de avaliação final depois do término da aplicação das atividades do plano de aplicação com os jogos do *softwares* para mensurar os avanços na aprendizagem da leitura do discente;
- A par dos resultados da avaliação, foi realizada reunião com a professora da Sala de Recursos para eleger os *softwares* educativos que seriam utilizados na pesquisa; os *softwares* eleitos foram: o GraphoGame e o EduEdu;
- Coleta de dados por meio de observação participante e registro em diário de bordo e videogravações.

A observação participante na pesquisa teve duração de quatro meses no ano de 2022 na Sala de Recursos da escola do estudante, enquanto que a aplicação das atividades com os jogos dos *softwares* educativos GraphoGame e EduEdu, aconteciam de duas a três vezes na semana, no contraturno da aula do estudante. Inicialmente foi realizada avaliação dos conhecimentos do estudante, a partir dos resultados obtidos foram selecionados os *softwares* que melhor atenderiam as necessidades de leitura do aluno e assim, elaborado o plano de aplicação que norteou as atividades realizadas na pesquisa. Abaixo é apresentado como foi configurado o plano de aplicação, os objetivos e as habilidades pretendidas, as atividades aplicadas e os *softwares*/recursos utilizados e as imagens dos *softwares* GraphoGame e EduEdu:

Aulas	Objetivos	Habilidades de leitura pretendida	Atividades aplicadas	*Softwares*/ Ferramentas/ Materiais de suporte
1	Reconhecer e nomear as vogais; Relacionar as letras aos sons; Recitar a sequência das vogais; Formar e ler palavras a partir das vogais; Formar palavras a partir das letras que compõem o prenome; Desenvolver atenção e concentração; Desenvolver coordenação motora.	Decodificação e consolidação dos grafemas e fonemas.	Sequência 1: A E I O U: vogais "E" e "O" abertas; Sequência 2: A E I O U: vogais "E" e "O" fechadas.	GraphoGame; Computador; Alfabeto móvel; Caderno; Fichas com sílabas das palavras: AI EI EU UI OVO UVA ISA ISAÍAS QUERO

Figura 7 – Plano de aplicação

Fonte: Elaboração própria (2023).



Figura 8 – Imagem do *software* GraphoGame

Fonte: Brasil (2020).



Figura 9 – Imagem do *software* GraphoGame

Fonte: Brasil (2020).



Figura 10 – Imagem do *software* EduEdu

Fonte: ABCD (2021).

As atividades de leitura eram aplicadas por meio dos *softwares* educativos, no qual eram trabalhadas as habilidades de leitura a partir do reconhecimento das letras do alfabeto e de seus sons. A mensuração do desempenho da aprendizagem do aluno era realizada ao final de cada aplicação das atividades com o uso dos *softwares* e os resultados eram utilizados como *feedback* para retroalimentação do plano de aplicação; ao término da pesquisa foi aplicada a mesma avaliação inicial para comparar se houve avanços na aprendizagem da leitura do estudante. A seguir vejamos a imagem da interação do estudante com o *software* GraphoGame:

As informações obtidas por meio da observação participante no estudo trouxeram vários elementos que foram essenciais para chegar ao resultado almejado na pesquisa, destarte, foi necessário fazer a apuração de todos os dados e a partir da análise deles, selecionar as informações relevantes para a pesquisa. Vejamos a seguir nos resultados e discussão como se deu esse processo.

Resultados e discussão

Para análise e discussão dos resultados optou-se pela análise de conteúdo de Bardin (2016) com adaptação de Franco (2018). Segundo Bardin (2016, p. 44) a análise de conteúdo "é um conjunto de técnica de análise das comunicações [...]" que possibilita avaliar os dados comunicacionais qualitativos da pesquisa, de forma sistemática, reflexiva, seguindo uma sequência didática com o objetivo de obter conhecimentos a partir do conteúdo das mensagens inferidas.



Figura 11 – Interação do estudante utilizando o *software* GraphoGame
Fonte: Elaboração própria (2023).

No estudo seguiu-se as três fases de análise de conteúdo de Bardin (2016), a saber: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Na análise realizada foi apontada a relevância dos s*oftwares* educativos, GraphoGame e EduEdu como recurso de apoio pedagógico à aprendizagem da leitura do estudante com deficiência intelectual no atendimento educacional especializado, o plano de aplicação com o uso dos s*oftwares* educativos GraphoGame e EduEdu e o ensino motivador e avanços na aprendizagem da leitura após o uso intencional dos *softwares*. Pedro e Chacon (2013) defendem a ideia de que o uso de recursos tecnológicos na aprendizagem precisa ser intencional e planejado para favorecer a construção do conhecimento.

Assim, trataremos aqui dos resultados encontrados sobre a aprendizagem da leitura do estudante com deficiência intelectual, após o uso dos *softwares* educativos. As atividades realizadas com os *softwares* GraphoGame e EduEdu tiveram como base o plano de aplicação, que é um instrumento em que são delineadas as ações que se pretende realizar, composto por objetivos de aprendizagem definidos,

competências desejadas, atividades executadas e os recursos/suportes selecionados para executar as atividades. Lüdke e André (2020) orientam que deve haver um planejamento cuidadoso das ações realizadas na pesquisa científica. Vejamos os resultados das avaliações no Quadro 1:

Resultados da avaliação inicial	Resultados da avaliação final
Leu com dificuldades o prenome	Leu com autonomia as letras do alfabeto Ordenou na sequência as vogais
Leu com dificuldades as vogais A, E, I, O, U	Ordenou na sequência as vogais Discriminou vogal e consoante
Associou com dificuldades as letras F e B aos sons pronunciados	Associou as letras do alfabeto aos seus respectivos sons Leu com autonomia palavras simples (formadas por consoantes e vogais)
Identificou o nome das figuras: índio, sol, avião, queijo, uva, escola com as letras iniciais do nome das imagens	Realizou a leitura e formou palavras com duas e três sílabas Demonstrou compreender histórias e as ilustrações presentes na avaliação

Quadro 2 – Comparativo dos resultados das avaliações iniciais e finais
Fonte: Elaboração própria (2023).

O Quadro 1 apresentou os resultados mensurados no início e no final da pesquisa sobre o desempenho da leitura do estudante. Os resultados obtidos na avaliação inicial revelaram que, antes do aluno utilizar os *softwares* educativos GraphoGame e EduEdu, ele demonstrou não possuir ainda o domínio das competências iniciais da leitura. Em contrapartida, os resultados levantados na mesma avaliação e obtidos no final da pesquisa demonstraram que, após o uso dos *softwares*, o estudante desenvolveu os pré-requisitos da leitura, conforme elencados no Quadro 1. Segundo autores como Morais (2019) e Soares (2020), o dominío da leitura está relacionado à compreensão da consciência fonológica e do conhecimento das letras.

Softwares educativos eleitos na pesquisa

Softwares educativos são aplicativos desenvolvidos com a finalidade de auxiliar nos processos de ensino-aprendizagem ou de autoaprendizagem (Silva; Soares; Souza, 2021). Na visão de Souza (2015, p. 356), a dimensão lúdica dos *softwares* educativos "trata-se de um conjunto de jogos, onde as dimensões didáticas e cognitivas encontram sustentação e espaço em um ambiente multimídia (com vários meios) de aprendizagem em um espaço rico de possibilidades de ensino e de aprendizagem."

Os *softwares* educativos GraphoGame e EduEdu, foram selecionados para serem utilizados no estudo porque seus jogos apresentam configurações avaliados com estrutura para apoiar a construção dos processos iniciais da leitura, como a compreensão das letras do alfabeto e seus respectivos sons e a construção e segmentação de palavras, já que essas habilidades eram as demandas pelo estudante. Os resultados das avaliações demonstraram que na aprendizagem da leitura do estudante era necessário trabalhar as competências iniciais do processo da leitura (conhecer o alfabeto, discriminar as letras e os sons, sílabas, palavras e rimas, refletir sobre o processo). Oliveira (2008) e Morais (2019) concordam que nessa fase as crianças aprendem as letras, as relações fonológicas, as palavras escritas e faladas e seus significados.

O *software* educativo GraphoGame foi disponibilizado pelo Ministério da Educação dentro do programa de incentivo à alfabetização "Tempo de Aprender", da Secretaria de Alfabetização do MEC (BRASIL, 2020). O GraphoGame é um *software*

educativo desenvolvido para ajudar crianças com dificuldades de leitura a aprenderem, de forma lúdica, habilidades fonológicas, correspondência de fonemas (som) aos grafemas (letras) por meio de jogos lúdicos, dinâmicos e intuitivos os quais se adaptam ao ritmo de aprendizagem da criança e evoluem de fase conforme desempenho do estudante.

O aplicativo pode ser baixado gratuitamente nas plataformas digitais: *App Store, Google Play e Microsoft,* em computadores com sistema operacional *Windows* e telefones celulares Android e iOS Brasil (2020). Após baixado o GraphoGame, não é necessário dispor de Internet para funcionar, e essa condição é uma característica que favorece o uso do recurso nas escolas públicas brasileiras que não têm acesso à internet de qualidade. O *software* educativo EduEdu é uma idealização do Instituto [1]ABCD, organização social sem fins lucrativos que se dedica a produzir ações educacionais para favorecer a aprendizagem de estudantes com dificuldade em leitura e escrita. As atividades do aplicativo são estruturadas com base nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (ABCD, 2021), portanto foi criado com fim educativo.

O aplicativo é disponibilizado gratuitamente na plataforma de serviços da Google Play para ser baixado em aparelhos celulares com sistema Android. Nesse sentido, o plano de aplicação norteou as ações educacionais da professora no Atendimento Educacional Especializado (AEE) e na execução das atividades realizadas com os jogos dos *softwares* educativos no período da pesquisa. Segundo a professora da Sala de Recursos, o plano de aplicação, além de direcionar o trabalho com os aplicativos, respaldou suas ações de ensino em relação à ludicidade proposta nos *softwares*. Conforme o relato a seguir:

> Então, para mim foi muito interessante, foi de grande valia e ele trouxe o quê? Uma direção, porque ele veio com a intencionalidade, porque primeiro a gente fez o quê? A gente fez uma avaliação da necessidade do aluno, escolhemos os *softwares*. Logo depois montamos o plano de aplicação. Inclusive mesclando, momentos de interação com as tecnologias digitais e momentos de interação prática, de realização de atividade e aplicação de leitura e escrita. (Trecho retirado da entrevista final com a professora da Sala de Recursos Generalista, jul. 2022).

No que diz respeito à construção programada de ações pedagógicas envolvendo recursos da tecnologia para o trabalho escolar no ambiente do AEE, “não basta garantir a inserção das TIC no atendimento educacional especializado, é necessário que elas sejam usadas com intencionalidade e de maneira que contemplem as necessidades específicas de cada aluno.” (Souza, 2015, p.353). Já Libâneo (2013) entende o planejamento escolar como um exercício da atividade docente. Para o autor, essa tarefa inclui a organização e a coordenação das atividades em relação aos objetivos propostos, à revisão e à adequação do processo de ensino. Ademais, sob essa ótica, o planejamento possibilita refletir sobre as decisões tomadas e os processos realizados e, assim, dar novo rumo ao trabalho. “Por essa razão, o planejamento é uma atividade de reflexão acerca das nossas opções e ações.” (Libâneo, 2013, p. 222).

1 O Instituto ABCD é uma organização social sem fins lucrativos que cria e promove ações/recursos com o fim de contribuir para as aprendizagens nas salas de aula das instituições educacionais brasileiras. Disponível em: https://institutoabcd.org.br/quem-somos/. Acesso: 29 set. 2022.

Observou-se que, mediante essa organização, o ensino e a aprendizagem tornou-se uma prática motivadora e facilitadora para a professora e o aluno. Moran, Masetto e Behrens (2006, p. 22) comprendem que: "Aprendemos pelo prazer, porque gostamos de um assunto, de uma mídia, de uma pessoa. O jogo, o ambiente agradável, o estímulo positivo podem facilitar a aprendizagem." Considerando que o ambiente agradável e o uso de recursos tecnológicos como jogos é uma opção atrativa para facilitar a aprendizagem, cabe apresentar como se deu esse processo na pesquisa, primeiramente sob a visão da professora da Sala de Recursos:

> Essa estrutura que os joguinhos tinham de quando ele acertava, ganhava estrelas. Ah! essa parte, foi aquela mais amada por eles, a de comprar figurinha, eu vejo também que eles gostam muito de caracterizar o avatar. Criar um personagem. Nossa, eles gostam muito disso. Aí tem uns que já são mais espertos, então, assim tem mais contato com jogos, outros tipos de jogos, então eles já conseguiram desbloquear roupas diferente listrada, nariz de palhaço, chapéu. Aí o outro coleguinha vê, ah, eu quero o meu assim, aí o outro responde: você tem que ir para a frente, então, é bem legal. (Trecho retirado da entrevista final com a professora da Sala de Recursos Generalista, jul. 2022).

O estudante - ao ser perguntado - também emitiu sua opinião sobre a aprendizagem desenvolvida a partir do uso dos recursos tecnológicos *softwares* educativos GraphoGame e EduEdu:

> Pesquisadora: Você gostou de participar das aulas realizadas na Sala de Recursos com os joguinhos no computador?
> **Estudante:** Gostei!
> Pesquisadora: Do que você mais gostou nas aulas?
> **Estudante:** De jogar e aprender as letras.
> Pesquisadora: De qual joguinho você mais gostou?
> **Estudante:** Do sapinho que comia as flores.
> (Conversa informal com o estudante, jul. 2022).

Percebe-se na fala do estudante que o recurso tecnológico utilizado proporcionou prazer e alegria na aprendizagem, Kenski (2012), ao trazer reflexões sobre o uso das novas tecnologias nas ações educacionais, orienta que essas inovações não são meramente suportes tecnológicos, e que suas configurações lógicas e intuitivas dialogam com o intelectivo mental do aprendiz e favorecem o desenvolvimento da compreensão, dos sentimentos, das decisões e comunicações. A responsável pelo estudante também percebeu os avanços ocorridos na aprendizagem dele, após a sua participação na pesquisa com as atividades desenvolvidas por meio dos *softwares* educativos, sobre isso ela relatou:

> Os jogos e a parte de ler, mais de ler e ele está louco assim pra escrever na letra cursiva, mãe, já sei ler, quero escrever na letra cursiva, ele começou a somar os sons, as vogais, as sílabas ele já ficou assim, admirado. Muito, muito mesmo. E ele já chegava pra mim. Mãe, já consigo ler. Já estou lendo o sonzinho. Já estou formando as palavras. (Trecho da entrevista final com a mãe do estudante, jul. 2022).

Para Coscarelli (2017, p. 19), "as competências da leitura, quando desenvolvidas, permitem ao leitor fazer inferências das informações do contexto, realizar conexões de ideias, identificação de informações, fazer comparações."

No que tange à evolução da aprendizagem da leitura do estudante no decorrer da interação com os *softwares*, a professora da sala de aula também foi consultada e relatou que aconteceu gradativamente; segundo ela, à medida que ele interagia com os jogos do aplicativo na Sala de Recursos, a compreensão das letras acontecia e ele começou a identificá-las nas atividades realizadas em sala de aula.

> Então, quando eu fui perguntando para ele, como foi a atividade que ele fez? E do jeito tímido dele dizia que foi bom. Eu perguntava o que você fez? Ele respondia, joguei. Essas eram as primeiras palavras, com o passar dos encontros ele já começou relatar, eu fiz, acertei, gostei disso, vi essa letra e começou a mostrar, olha eu vi essa letra, fiz isso, então eu já vi que ele estava evoluindo desde lá do início. (Trecho da entrevista com a professora da sala de aula, jul. 2022).

Outro aspecto observado no relato da professora da sala de aula foi que o estudante começou a se comunicar mais com ela e com os colegas, e a expressar o que estava aprendendo em decorrência do contato com as atividades dos *softwares.* Na compreensão da professora, essa mudança de atitude concedeu a oportunidade de saber quais competências educacionais ele já havia consolidado.

> Quando eu fiz o teste da psicogênese e vi que ele tinha avançado não só na escrita, mas na percepção da leitura. É como se ele estivesse vendo tudo agora. Então ele está muito disposto a aprender. Eu vejo o quanto o trabalho realizado na Sala de Recursos refletiu na sala de aula, ele vem para uma sala diferente, com outra pessoa, é como se validasse o meu trabalho, eu estou lá falando da letra, mas ele está vendo aqui a letra de outra forma, ele está vendo a letra de uma forma mais lúdica, ele está tendo acesso a um meio tecnológico é importante porque ele não tem esse acesso em outro lugar. (Trecho da entrevista com a professora da sala de aula, jul. 2022).

Dessa maneira, infere-se que a interação do estudante com os *softwares* educativos favoreceu a construção de processos internos – conceito de Vigotski (2003) –, que repercutiram positivamente nas suas atitudes em relação à leitura, na dialogicidade com a professora e os colegas, ademais, as mudanças nas atitudes comportamentais do estudante ajudaram a professora a detectar algumas falhas que ele apresentava em relação à troca de fonemas.

> Os recursos foram escolhidos a partir da necessidade de aprendizagem apresentada pelo aluno. Que nós, primeiro é assim, a gente pensou no EduEdu para fazer a avaliação inicial, então essa foi a intenção e aí depois das avaliações, selecionamos o GraphoGame, que foi o que a gente mais utilizou, até porque o estudante precisava desenvolver o conhecimento dos processos que levam a leitura. Ele precisava conhecer as letras, os sons das letras. A fase inicial mesmo do processo de alfabetização, até vogal, ele não conseguia identificar com segurança, ora parecia que sabia, ora parecia que não sabia. (Trecho da entrevista final com a professora da Sala de Recursos Generalista, jul. 2022).

Conforme observação da professora, a partir da interação do estudante com os *softwares* educativos, ela pôde notar as lacunas na aprendizagem do estudante e definir qual melhor estratégia ela poderia adotar para ajudar o estudante avançar na aprendizagem da leitura. Comenta ainda:

> Mas depois, a gente percebeu que a insegurança era porque realmente ele não sabia. E o GraphoGame tinha essa estrutura, que trazia ali consolidação de vogal e consoante, começava da base que ele precisava. Foi interessante, principalmente, pela questão lúdica do *software*, eu percebi que para eles compreenderem o som das letras foi mais fácil do que quando nós verbalizamos, então dentro do jogo eu percebi que eles tiveram uma facilidade maior para compreender o som das letras. Porque esses estudantes específicos, alguns deles já conheciam a letra em si e associavam a uma imagem, porém o som eles não conheciam e aí utilizando o *game* eu percebi que eles tiveram uma compreensão melhor do som, a facilidade para compreender o som para os estudantes, foi algo essencial para o desenvolvimento do processo de alfabetização, especificamente da leitura. (Trecho da entrevista final com a professora da Sala de Recursos Generalista, jul. 2022).

Nessa fala da professora foi possível notar que os recursos existentes nos *softwares* favoreceram o desenvolvimento da consciência fonológica que faltava no processo de aprendizagem da leitura do estudante. Apresentamos aqui também as contribuições do uso dos *softwares* educativos para o AEE. Constatou-se que a pesquisa realizada na Sala de Recursos com os *softwares* educativos impactou positivamente o trabalho da professora; isso ficou evidente quando ela afirmou que o uso dos *softwares* educativos foi inserido no plano de ação do AEE para o atendimento de todos os alunos acompanhados neste serviço.

> Na verdade, eu já baixei, e vou até atualizar o outro ali e assim eu coloquei no meu plano de AEE para todos os alunos que estão na fase de alfabetização e no plano de ensino dos pequenos da educação infantil, a parte da vogal. (Trecho retirado da entrevista final com a professora da Sala de Recursos Generalista, jul. 2022).

Destacamos também a relevância que foi dada pela professora sobre o requisito ludicidade presente nos *softwares* e sua contribuição para a aprendizagem da leitura dos estudantes. Foi observado que a experiência com os *softwares* no AEE mudou a concepção da professora sobre a prática de ensino promovida por meio de ações pedagógicas lúdicas para a alfabetização. A ludicidade presente nos jogos dos *softwares* educativos é uma proposta interessante para o ensino-aprendizagem na sala de aula (Souza, 2015).

> Para mim foi uma experiência muito significativa e muito valiosa. Eu costumava falar assim que chegou na hora certa. Porque eu caí de paraquedas numa escola que eu nunca tinha atuado, assim a primeira vez na modalidade. A primeira vez na escola, uma escola que estava com a Sala de Recursos sem funcionar há mais de três anos. Um público muito grande. Então, assim, até para esses primeiros seis meses, eu tive que conscientizar os pais da importância da Sala de Recursos. Os professores também. Porque era um trabalho que estava defasado. (Trecho retirado da entrevista final com a professora da Sala de Recursos Generalista, jul. 2022).

Segundo a professora, a pesquisa realizada no AEE foi muito importante para o desenvolvimento das aprendizagens dos alunos atendidos neste ambiente, pois segundo ela o ambiente de aprendizagem necessitava de recursos com esse fim. Aqui cabe fazermos uma reflexão sobre a formação e o acesso aos recursos tecnológicos na escola e a importância de cobrar dos responsáveis o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a educação, já que o espaço do AEE foi conquistado através de luta da sociedade civil e dos pais dos estudantes com necessidades educacionais. Pois, conforme Silva Neto *et al.* (2018, p. 86), "a inclusão resulta da longa trajetória histórica que foi construída por todos ao longo dos anos, num processo marcado pela segregação, discriminação e até morte". Nesse sentido, a professora da Sala de Recursos reconhece a importância do funcionamento desse espaço para o desenvolvimento dos estudantes com necessidades educacionais especiais.

> E o AEE é muito importante para o desenvolvimento das aprendizagens dos alunos com necessidades educacionais especiais. Até criar nos meninos o vínculo com esse serviço. Então, essa pesquisa, para mim me ajudou muito, fundamentou muito as minhas ações. Por exemplo, o *software* EduEdu, foi um aplicativo que eu utilizei com os outros estudantes que eu atendo, eu fiz inclusive a avaliação com todos os estudantes que eu atendo. (Trecho retirado da entrevista final com a professora da Sala de Recursos Generalista, jul. 2022).

Conforme relatou a professora da Sala de Recursos, os *softwares* educativos EduEdu e GraphoGame beneficiaram o trabalho realizado no AEE com outros estudantes atendidos nesse serviço e, além disso, os *softwares* deram suporte pedagógico para ela desempenhar suas funções, como avaliações das aprendizagens, materiais pedagógicos em forma de atividades impressas e recurso inovador para estimular a leitura no caso dos jogos lúdicos presentes nos *softwares.*

Deste modo, foi possível constatar que o uso dos *softwares* educativos contribuiu com o trabalho da professora de modo geral no AEE. É importante registrar que segundo os relatos, da professora do AEE, da professora da sala de aula, da responsável pelo estudante, e no relato do próprio estudante, pode-se compreender que os *softwares* educativos GraphoGame e EduEdu, com suas atividades lúdicas e intuitivas, potencializaram o desenvolvimento das competências iniciais da leitura do aluno com deficiência intelectual, no conhecimento do alfabeto, percepção das funções das letras e reconhecimento dos diferentes tipos de letras; assim como no desenvolvimento da consciência fonológica para relacionar fonemas e grafemas na leitura e escrita; na percepção das diferentes estruturas silábicas para ler e escrever, tudo isso corroborando para o desenvolvimento nas interações sociais.

Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo discutir o uso dos *softwares* educativos, como recursos de apoio à aprendizagem da leitura do estudante com deficiência intelectual em fase de alfabetização nos anos iniciais do ensino fundamental, no atendimento educacional especializado, mais precisamente no ambiente da Sala de Recursos Generalista. O uso de recursos tecnológicos, no contexto atual, tem sido muito explorado no âmbito educacional devido ao avanço desses recursos nas diversas áreas da sociedade. Coscarelli (2017) sobre a inserção das tecnologias no cenário atual, diz que os recursos tecnológicos devem ser estudados e compreen-

didos principalmente no ambiente escolar. Para a autora, a escola precisa discutir seu uso e se apropriar dessas tecnologias visando incorporá-las nas práticas pedagógicas para que os alunos sejam beneficiados pelas oportunidades oferecidas por essas ferramentas.

No que tange ao uso dos *softwares* educativos GraphoGame e EduEdu como apoio à aprendizagem da leitura do estudante com deficiência intelectual, participante da pesquisa, observamos que as configurações dos aplicativos contribuíram para os processos de aprendizagem da leitura em relação ao desenvolvimento da consciência fonológica do estudante. Assim, o uso intencionado dos *softwares* educativos favoreceu os aspectos de assimilação e consolidação dos grafemas e fonemas, a formação e leitura de sílabas, de palavras simples, inferência e contextualização. Em relação aos avanços promovidos pelo uso dos *softwares* educativos na aprendizagem da leitura do estudante, Silva, Pitangui e Oliveira (2020, p. 4) entendem que: "Por meio desses programas, é possível oferecer um ambiente de aprendizagem permeado pelo lúdico, que incentiva a solução de problemas e a reflexão crítica dos estudantes".

Dessa forma, a interação do estudante com os softwares utilizados beneficiou o desenvolvimento de habilidades da leitura em relação à discriminação dos sons que representam os grafemas e conseguiu, por meio do desenvolvimento dessa competência, avançar no processo da leitura; além disso, outras competências foram desenvolvidas no comportamento do estudante como habilidades interpessoais e intrapessoal, e isso desencadeou nele aspectos positivos na autoestima, comunicação, autonomia e socialização.

Cabe destacar a relevância do serviço prestado no atendimento educacional especializado pelo professor no espaço da Sala de Recursos aos estudantes com necessidades educacionais especiais. Notou-se que o trabalho desempenhado pela professora nesse ambiente é um suporte essencial ao público da educação especial e uma ponte para a inclusão dos alunos que necessitam desse apoio.

Ressalta-se a importância da estratégia utilizada com o plano de aplicação na execução da pesquisa, já que a construção do planejamento englobou os requisitos definindo objetivos de aprendizagem, a avaliação das habilidades de leitura do estudante, a seleção dos *softwares* educativos estruturado para o ensino da leitura, materiais pedagógicos de suporte à leitura e a retroalimentação do plano.

Essa organização, feita de forma intencional, conforme Souza (2015) contribui para a efetividade das ações educativas lúdicas trazidas pelos jogos dos *softwares* educativos.

Basicamente, o processo transcorrido durante a pesquisa deu-se através da repetição de jogos educativos relacionados à leitura para a assimilação do conteúdo apresentado, mediante pausas/intervalos que retomassem a atividade – ao longo de 4 meses de pesquisa de campo, revezados em acompanhamentos de 2 a 3 vezes na semana – com o intuito de não tornar tal tarefa extenuante ou mesmo entediante, para todos os envolvidos e, consequentemente, não prejudicar a avaliação do progresso ou até mesmo provocar a estagnação do aluno participante ao longo das tarefas aplicadas, priorizando a disposição do estudante em participar do estudo.

Tais jogos se revestiram de algumas etapas intencionais: reconhecer e nomear as vogais; relacionar as letras aos sons; formar sílabas e ler palavras a partir das vogais e usar como referência as vogais do prenome. Ao término da pesquisa, verificou-se o resultado do desempenho final do aluno comparado à base de conhecimento inicial nas avaliações iniciais e foram constatados significativos avanços e melhorias na absorção e compreensão do conteúdo nas avaliações finais, tais como reconhecimento de sons e fonemas, formação de sílabas, de palavras e frases etc.,

a fim de atingir níveis cruciais da consciência fonológica, da compreensão da escrita alfabética e também da habilidade de leitura e compreensão de texto, elementos fundamentais no processo de alfabetização.

Nesse sentido, foi evidenciado na interação do estudante com as atividades pedagógicas realizadas integrando o apoio dos *softwares* educativos, que dadas as estratégias utilizadas foi possível favorecer o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes com DI, cujo desempenho alcançado demonstraram a capacidade para desenvolver as competências não apenas da leitura, mas da autoestima, autonomia e socialização.

Desse modo, espera-se que este estudo, com a evidência positiva dos resultados alcançados possam contribuir na orientação de práticas pedagógicas com apoio de recursos tecnológicos no AEE e que possam proporcionar melhorias na qualidade do ensino ofertado aos estudantes com deficiência intelectual, mas igualmente a todos os alunos na sua alfabetização.

Referências

AAIDD (AMERICAN ASSOCIATION ON INTELLECTUAL AND DEVELOPMENTAL DISABILITIES). *Defining Criteria for Intellectual Disability*. 2021. Disponível em: https://www.aaidd.org/intellectual-disability/definition. Acesso em: 12 ago. 2022.

ABREU, F. S. D. de A.; PEDERIVA, P. L. M. O desenvolvimento da pessoa com deficiência na teoria histórico-cultural: caminhos indiretos e compensação. *Educação por Escrito*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 1-12, jan./dez. 2021. Disponível em: https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/porescrito/article/view/41900. Acesso: 21 dez. 2022.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2016.

BLANCO R. *Aprendendo na diversidade*: implicações educativas. Foz do Iguaçu, 2003. Disponível em:

HTTPS://SILO.tips/download/aprendendo-na-diversidade-implicaoes-educativas. Acesso em: 21 dez. 2022.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. *LDB – Lei n. 9394/96*, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf. Acesso em: 13 maio 2022.

BRASIL. *Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência*. Lei n. 13.146/2015, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 20 ago. 2022.

COSCARELLI, C. V. *Tecnologias para aprender*. São Paulo: Parábola, 2017.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria do Estado de Educação do Distrito Federal. *Estratégia de matrícula*. Distrito Federal, 2021. Disponível em: https://www.educacao.df.gov.br/estrategia-de-matricula-2/. Acesso em: 21 ago. 2022.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. *Educação especial*. Distrito Federal, 27 out. 2022. Disponível em: https://www.educacao.df.gov.br/educacao-especial/. Acesso em: 28 out. 2022.

FERNANDES, C. *História da leitura*. 2021. Disponível em: https://www.historiadomundo.com.br/curiosidades/historia-leitura.htm. Acesso em: 20 ago. 2022.

FRANCO, M. L. P. B. *Análise de conteúdo*. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2018.

KENSKI, V. M. *Educação e tecnologias o novo ritmo da informação*. 8. ed. São Paulo: Papirus, 2012.

LÉVY, P. *Cibercultura*. Trad. Carlos Irineu da Costa. 3. ed. São Paulo: Ed. 34, 2010.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação*: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: EPU, 2020.

MASCIANO, C. F. R. *O uso de jogos do software educativo Hércules e Jiló no mundo da matemática na construção do conceito de número por estudantes com deficiência intelectual*. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: http://repositorio.se.df.gov.br/bitstream/123456789/916/1/2015. Acesso em: 18 set. 2022.

MATTAR, J. *Games em educação [livro eletrônico]*: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

MORAIS, A. G. de. *Consciência fonológica na educação infantil e no ciclo de alfabetização*. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. *Novas tecnologias e mediações pedagógicas*. Campinas: Papirus, 2006. p. 11-65.

OLIVEIRA, J. B. A. *ABC do alfabetizador*. Brasília: Instituto Alfa e Beto, 2008.

PEDRO; K. M.; CHACON, M. C. M. Softwares educativos para alunos com deficiência intelectual: estratégias utilizadas. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v. 19, n. 2, p. 195-210, abr./jun. 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbee/a/JPSSsSm9ZXVPCbZbgWjm8bv/. Acesso em: 11 ago. 2022.

RAIÇA, D. Tecnologia e educação inclusiva. *In*: RAIÇA, D. (org.). *Tecnologias para a educação inclusiva*. São Paulo: Avercamp, 2008. p.19-33.

SASSAKI, R. K. *Inclusão:* construindo uma sociedade para todos. 5. ed. Rio de Janeiro: 2003.

SILVA, A. F.; SOARES, C. V. C. de O.; SOUZA, E. P. Construção de software educativo, objeto de aprendizagem e recurso educacional aberto para o desenvolvimento do pensamento computacional. *In*: SAMPAIO, F. F.; PIMENTEL, M.; SANTOS, E. O. (org.). *Informática na educação*: pensamento computacional, robótica e internet das coisas. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. Disponível em: https://ieducacao.ceie-br.org/pensamentocomputacional. Acesso em: 12 ago. 2022.

SILVA, F. M.; PITANGUI, C.; OLIVEIRA, T. R. As potencialidades dos softwares educacionais no processo de alfabetização. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 17.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA, 6., 2020, Goiânia [on-line]. *Anais* [...]. Goiânia: Cegraf UFG, 2020. Disponível em: https://esud2020.ciar.ufg.br/wp-content/anais-esud/210351.pdf. Acesso em: 13 set. 2022.

SILVA NETO, A. de O. S.; ÁVILA, É. G.; SALES, T. R. R.; AMORIM, S. S.; Nunes, A. K. F.; SANTOS, V. M. Educação inclusiva: uma escola para todos. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 31, n. 60. p, 81-92. jan./mar. 2018. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/24091/pdf. Acesso: 13 set. 2022.

SILVA, T. C.; SILVA, K.; COELHO, M. A. P. O uso da tecnologia da informação e comunicação na educação básica. *In*: ENCONTRO VIRTUAL DE DOCUMENTAÇÃO EM *SOFTWARE* LIVRE, 8.; Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online, 10., 2016, Belo Horizonte. *Anais* [...]. Belo Horizonte: UFMG, 2016. v. 5, n. 1, p.1-5. Disponível em: http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/10553/9383. Acesso em: 20 nov.2022.

SOARES, M. *Alfaletrar*: toda criança pode aprender a ler e a escrever. São Paulo: Contexto, 2020.

SOUZA, A. M. As tecnologias da informação e da comunicação (TIC) na educação para todos. *Educação em Foco*, Juiz de Fora, v. 1, p. 349-366, 2015. Disponível em: https://periodicos.ufjf.br/index.php/edufoco/article/view/19688. Acesso em: 15 jul. 2022.

VIGOTSKI, L. S. *Psicologia pedagógica*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. 12. ed. São Paulo: Ícone, 2012. Disponível em: https://www.unifalmg.edu.br/humanizacao/wpcontent/uploads/sites/14/2017/04/VIGOTSKI-Lev-Semenovitch-Linguagem-Desenvolvimento-e-Aprendizagem.pdf. Acesso em: 8 jul. 2022.

YIN, R. K. *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Trad. Daniela Bueno. Porto Alegre: Penso, 2016.

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do ifg

Volume 8, Número 2, 2023

Gestão dos Recursos Financeiros Aplicados na Educação Pública de Minas Gerais

MANAGEMENT OF FINANCIAL RESOURCES APPLIED TO PUBLIC EDUCATION IN MINAS GERAIS

GESTIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS APLICADOS EN LA EDUCACIÓN PÚBLICA DE MINAS GERAIS

Ulisses Caetano Pereira
CEFET/MG
ulissescaetano@gmail.com

Luiz Claudio De Almeida Teodoro
CEFET/MG
luiz.teodoro@cefetmg.br

Resumo

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional assegura às unidades escolares públicas a autonomia de gestão pedagógica, administrativa e financeira, atribuindo, assim, à gestão escolar, além do gerenciamento do processo de ensino e aprendizagem, a responsabilidade pela gestão financeira. Nesse contexto, para que essa gestão possa cumprir eficazmente a sua relevante função pedagógica, são necessários recursos financeiros, especialmente para a alimentação dos alunos e a manutenção das unidades escolares. Desse modo, o presente estudo objetiva, por meio de revisão bibliográfica e análise da legislação pertinente, identificar e compreender o modelo pelo qual o governo do estado de Minas Gerais aloca os recursos financeiros para a área da educação. Além disso, também se busca examinar como ocorre a execução financeira desses recursos e, consequentemente, a maneira pela qual a prestação de contas ao poder público é realizada. O estudo revela ser complexo e dinâmico o contexto da gestão dos recursos financeiros para a educação, demonstrando que essa gestão tem um papel fundamental para a transparência da utilização desses recursos, bem como para a garantia de um ambiente educativo de qualidade e para a realização dos objetivos pedagógicos. Espera-se que este artigo traga contribuições enriquecedoras para professores, estudantes e futuros pesquisadores, aprofundando a compreensão sobre esses aspectos. Ao oferecer uma análise embasada e abrangente, este estudo visa promover discussões fundamentadas e estimular o aprimoramento das práticas educacionais e das políticas públicas.

Palavras-chave: *educação pública; gestão financeira; caixa escolar.*

Abstract

The National Education Guidelines and Bases Law ensures public school units the autonomy of pedagogical, administrative, and financial management, thus assigning to school management, in addition to the management of the teaching and learning process, the responsibility for financial management. In this context, for this management to effectively fulfill its relevant pedagogical function, financial resources are necessary, especially for students meals and maintenance of school units. Thus, the present study aims, through a bibliographical review and analysis of relevant legislation, to identify and understand the model by which the Government of the State of Minas Gerais allocates financial resources to the area of education. Additionally, the study also seeks to examine how the financial execution of these resources occurs and, consequently, the way in which accountability to public authorithies is

carried out. The study reveals a complex and dynamic context of financial resource management for education, however, it also demonstrates that it has a fundamental role in transparency in the use of these resources, as well as in ensuring a quality educational environment and achieving pedagogical objectives. It is expected that this article will bring enriching contributions to teachers, students and future researchers, deepening the understanding of the complex management of financial resources in education and their impacts on the quality of the educational environment and the achievement of pedagogical objectives. By offering a grounded and comprehensive analysis, this study aims to promote informed discussions and encourage the improvement of educational practices and public policies.

Keywords: *public education; financial management; school fun.*

Resumen

La Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional asegura a las unidades escolares públicas la autonomía de gestión pedagógica, administrativa y financiera, asignando así a la gestión escolar, además de la administración del proceso de enseñanza y aprendizaje, la responsabilidad de la gestión financiera. En este contexto, para cumplir eficazmente con su relevante función pedagógica, se requieren recursos financieros, especialmente para la alimentación de los estudiantes y el mantenimiento de las unidades escolares. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo, a través de una revisión bibliográfica y un análisis de la legislación pertinente, identificar y comprender el modelo mediante el cual el Gobierno del Estado de Minas Gerais asigna recursos financieros al sector educativo. Además, el estudio también buscó examinar cómo se lleva a cabo la ejecución financiera de estos recursos y, en consecuencia, la forma en que se rinde cuentas al público. El estudio reveló un contexto complejo y dinámico de gestión de recursos financieros para la educación, sin embargo, también demuestra que desempeña un papel fundamental en la transparencia en el uso de estos recursos, así como en la garantía de un entorno educativo de calidad y en la consecución de objetivos pedagógicos. Se espera que este artículo aporte contribuciones enriquecedoras para profesores, estudiantes e investigadores futuros, profundizando la comprensión de la compleja gestión de recursos financieros en la educación y sus impactos en la calidad del entorno educativo y el logro de los objetivos pedagógicos. Al ofrecer un análisis fundamentado y completo, este estudio tiene como objetivo promover discusiones informadas y estimular la mejora de las prácticas educativas y las políticas públicas.

Palabras clave: *educación pública; gestión financiera; caja escolar.*

Introdução

A educação básica é um dos fundamentos para o desenvolvimento social e econômico de um país, sendo responsável pela formação de cidadãos críticos e capacitados para atuarem no mercado de trabalho. Como bem destacou o educador Paulo Freire (1996, p. 29), “a educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo.” Dentro dessa perspectiva, é de suma importância assegurar um financiamento adequado para a educação, visando garantir o acesso universal a esse direito. O financiamento educacional não apenas sustenta a igualdade social e econômica no país, mas também se configura como um dever estatal, conforme claramente estabelecido na Constituição Federal (Brasil, 1988).

No entanto, a crise financeira que assola o Brasil desde 2014 tem acometido diversos setores, inclusive o setor público, onde estão inclusas as escolas. O impacto sobre essas pode ser comprovado através da Emenda Constitucional n. 95/2016, a qual congelou os gastos públicos por 20 anos, fazendo com que os investimentos na educação nacional se tornem cada vez mais limitados (Brasil, 2016).

Ademais, conforme mencionado por Pinto (2018), a atual baixa qualidade educacional no Brasil é frequentemente atribuída à insuficiência de recursos financeiros, devido à inexpressiva quantia disponível por aluno. Isso se torna evidente ao compararmos os valores de investimento por aluno-ano com os países que compõem a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O Brasil investe aproximadamente US$ 3,8 mil por aluno-ano no ensino fundamental, enquanto os países da OCDE investem em torno de US$ 8,6 mil (Marinho *et al.*, 2021).

Além disso, no Brasil, o financiamento da educação pública baseia-se no FUNDEB (Brasil, 2020) e no salário-educação (Brasil, 1988). No entanto, segundo Pereira (2022), devido ao alto índice de desemprego e à redução na arrecadação de impostos, observa-se uma significativa diminuição nos investimentos destinados à educação pública. Ainda nesse cenário, é crucial ressaltar o contexto atual de pandemia da COVID-19 (Lucca, 2020). Essa situação não apenas resultou em uma redução das receitas disponíveis para a educação, mas também impôs custos adicionais ao poder público, tendo em vista a necessidade de assegurar a oferta do ensino público de forma segura.

Dessa forma, a eficácia na gestão de recursos públicos torna-se fundamental. Em tempos de restrição, é necessário saber gerir os recursos escassos por meio de ações mais eficientes no controle das atividades financeiras.

Nesse contexto, considerando a autonomia pedagógica, administrativa e de gestão financeira conferida às escolas públicas, conforme se extrai da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996), às instituições de ensino é atribuída uma atividade-fim: o gerenciamento do processo de ensino e aprendizagem. Além disso, também assumem uma atividade-meio: a gestão burocrática e financeira. Essas atividades estão intimamente interligadas. Quando há um tratamento displicente da atividade-meio, a atividade-fim fica prejudicada em seu pleno funcionamento, resultando em prejuízos significativos para o processo de ensino-aprendizagem.

Em Minas Gerais, de acordo com o que é definido na Resolução SEE n. 3.670/2017, a administração dos recursos financeiros é conduzida por meio de uma entidade jurídica de direito privado, denominada Caixa Escolar, que está vinculada à respectiva unidade estadual de ensino. Cabe a ela o gerenciamento dos recursos financeiros em estrita conformidade com as regulamentações legais, com destaque para os procedimentos de utilização e a subsequente prestação de contas ao poder público (Minas Gerais, 2017).

Assim sendo, para cumprir adequadamente suas atribuições, a escola conta com a figura do Diretor Escolar. Esse gestor, que juntamente da comunidade escolar, através da gestão participativa conhecida como colegiado escolar, assume a responsabilidade de conduzir não só as questões pedagógicas e administrativas, mas assume também a gestão financeira da unidade escolar. Essa que requer a administração das entradas de recursos financeiros, bem como elencando as prioridades nos dispêndios da escola quanto a aquisição de materiais para funcionamento da secretaria, materiais didático-pedagógicos, manutenção de equipamentos, serviços básicos de manutenção conservação do prédio escolar e alimentação escolar. Tudo isso visando aprimorar o ganho educacional para os alunos.

Portanto, considerando que o investimento na educação básica é crucial para o desenvolvimento de um país, se faz necessário compreender a estrutura de disponibilização dos recursos financeiros destinados à educação e a rota que culmina na sua alocação nas escolas. Deste modo, o presente estudo objetivou, por meio de uma revisão bibliográfica e análise da legislação pertinente, identificar e compreender o modelo pelo qual o Governo do Estado de Minas Gerais aloca os recursos financeiros

para a área da educação. Além disso, também buscou-se examinar como ocorre a execução financeira desses recursos e, consequentemente, a maneira pela qual a prestação de contas ao poder público é realizada.

Financiamento da Educação Básica

No âmbito do desenvolvimento socioeconômico e da busca por equidade, a educação desempenha um papel fundamental, constituindo-se como o alicerce para o progresso de uma nação. Diante disso, compreender como os recursos são alocados, gerenciados e monitorados se revela de suma importância.

Atualmente, desde a promulgação da Constituição Federal em 1988, o financiamento da educação no Brasil está sob as diretrizes de vinculação de receitas. O artigo 212 da Constituição Federal de 1988 determina a vinculação da receita resultante de impostos, compreendida a proveniente de transferências, na manutenção e desenvolvimento do ensino, estabelecendo que a União aplicará, anualmente, nunca menos que 18% destas receitas e os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mínimo 25% (Brasil, 1988).

Ademais, o artigo 208 da Constituição Federal de 1988 estabelece que o dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de, dentre outros, do atendimento ao educando, em todas as etapas da educação básica, por meio de programas suplementares de material didático escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde, sendo os dois últimos financiados com recursos provenientes de contribuições sociais, conforme estabelece o parágrafo 4º do artigo 212 da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988). Neste sentido ainda, o parágrafo 5º do artigo 212, da Constituição Federal determina que "A educação básica pública terá como fonte adicional de financiamento a contribuição social do salário-educação, recolhida pelas empresas na forma da lei" (Brasil,1988).

Em consonância, a Lei Federal n. 12.858/13 estabelece a vinculação de uma parcela da participação no resultado ou da compensação financeira oriunda da exploração de petróleo e gás natural para ser aplicada na área da educação (Brasil, 2013).

Neste contexto, a Lei n. 9.394/1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, determina em seu artigo 68 quais os recursos públicos serão destinados à educação (Brasil, 1996).

Ainda é importante destacar o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb). Trata-se de um fundo contábil que tem como objetivo garantir recursos para a educação básica em todo o país. Esse fundo, que, de acordo com o artigo 212-A da Constituição Federal, opera através de um modelo de cooperação entre os entes federativos (União, Estados, Distrito Federal e Municípios) para assegurar o financiamento adequado da educação básica, levando em consideração o número de alunos matriculados nas diferentes etapas e modalidades da educação básica (Brasil, 1988).

Castoni, Cardoso e Cerqueira (2021, p. 288) destacam que

> no novo FUNDEB, foram mantidos os 27 fundos estaduais de natureza contábil, com a mesma cesta de recursos e redistribuição de acordo com a matrícula presencial na educação básica pública, respeitadas as áreas de atuação prioritária dos entes federados. Os municípios ficaram com a educação infantil e ensino fundamental; e os estados, o ensino médio.

Além disso, o FUNDEB define que uma parte dos recursos oriundos de impostos e transferências deve ser destinada à manutenção e desenvolvimento do ensino, bem como à valorização dos profissionais da educação (Brasil, 1988).

Sendo assim, o financiamento da Educação Básica no Brasil é um elemento fundamental para o desenvolvimento socioeconômico e a busca por equidade. A alocação estratégica de recursos, respaldada por diretrizes constitucionais e legislação específica, juntamente com o claro progresso advindo do Fundeb, que visa proporcionar condições mínimas de financiamento dos sistemas educacionais, desempenham um papel crucial na garantia de um sistema educacional robusto e acessível.

Gestão dos recursos financeiros nas escolas estaduais de Minas Gerais

A gestão financeira nas escolas desempenha um papel crucial na asseguração da qualidade educacional e na realização efetiva do direito à educação. Sendo assim, em um contexto em que as instituições de ensino são instadas a serem mais autônomas e eficientes, a Administração Pública, para atingir suas competências constitucionais, "dispõe de duas técnicas diferentes: a desconcentração e a descentralização" (Mazza, 2019, p.104). No caso da desconcentração,

> as atribuições são repartidas entre órgãos públicos pertencentes a uma única pessoa jurídica, mantendo a vinculação hierárquica. Exemplos de desconcentração são os Ministérios da União, as Secretarias estaduais e municipais, as delegacias de polícia, os postos de atendimento da Receita Federal, as Subprefeituras, os Tribunais e as Casas Legislativas (Mazza, 2019, p. 104).

Por desconcentração, no âmbito educacional de Minas Gerais, podemos destacar as Superintendências Regionais de Ensino. Trata-se de órgãos subordinados à Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG), uma vez que, possuem a função de "supervisão técnico-pedagógica, administrativa e financeira, de pessoal, de orientação normativa, de cooperação, de articulação e de integração do Estado e Município, em consonância com as diretrizes e políticas educacionais" (Minas Gerais, 2019).

Lado outro, segundo Mazza (2019, p. 105), "na descentralização, as competências administrativas são distribuídas a pessoas jurídicas autônomas, criadas pelo Estado para tal finalidade."

Neste contexto, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, em seu artigo 15º, estabelece que "os sistemas de ensino assegurarão às unidades escolares públicas de educação básica que os integram progressivos graus de autonomia [...] de gestão financeira" (Brasil, 1996).

Dessa forma, conforme destacado por Carvalho (2013, p.20), "a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG) adotou as caixas escolares como meio de transferência, utilização e prestação de contas dos recursos financeiros." Com essa medida, descentralizou-se à gestão escolar a otimização dos dispêndios relativos às suas unidades escolares, bem como a obrigação de atender à legalidade tanto na execução dos recursos quanto na prestação de contas (Carvalho, 2013).

Antes da implementação da descentralização, a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG) realizava a execução financeira por meio de uma unidade central e, então, distribuía as demandas às escolas. Nessa situação, não se observavam as demandas específicas de cada escola, sobretudo no que se refere à cultura regional alimentar. Convivia-se com o absurdo de que o ato de comprar uma simples lâmpada necessitava ser realizado pelo Poder Educacional Central (Minas Gerais, 2013).

Em 2009, o Decreto 45.085 foi um marco importante ao trazer organização para as Caixas Escolares nas unidades estaduais de ensino. Esse decreto sistematiza normas para a transferência, utilização e prestação de contas dos recursos financeiros (Minas Gerais, 2009). Com esse normativo, o Estado de Minas Gerais estabeleceu parâmetros sólidos para a gestão dos recursos das Caixas Escolares, assegurando transparência, eficiência e responsabilidade. O decreto definiu diretrizes claras para transferência e uso dos recursos, culminando em um avanço significativo no arcabouço regulatório das Caixas Escolares em Minas Gerais.

Atualmente a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG) realiza a transferência de recursos para as escolas, conforme preceitua o artigo 1º da Resolução SEE/MG n. 3.670/2017, “mediante a elaboração de plano de trabalho e celebração de termo de compromisso” (Minas Gerais, 2017).

Conforme se observa, não se trata de plena autonomia financeira, uma vez que os recursos, ao chegarem nas escolas, já possuem um direcionamento predeterminado. A Resolução SEE/MG n. 3.670/2017 determina que “o termo de compromisso deverá ser fielmente executado pelas partes, de acordo com as cláusulas acordadas, o plano de trabalho aprovado e a legislação em vigor, respondendo cada parte pelas responsabilidades assumidas” (Minas Gerais, 2017).

Além disso, as políticas públicas destinadas ao repasse direto de recursos financeiros para as escolas possibilitam a tomada de decisões mais acertadas, tanto no desenvolvimento quanto no cumprimento das ações delineadas no Projeto Político Pedagógico da instituição escolar. Por exemplo, a descentralização de recursos financeiros destinados à alimentação escolar viabiliza a elaboração de um cardápio em consonância com as tradições alimentares da região em que a escola está localizada. No entanto, “recursos financeiros que chegam às escolas são frutos de políticas públicas que, devido às suas peculiaridades, apresentam desajustes que, muitas vezes, inviabilizam a sua efetivação (Anjos, 2018, p. 35).

Isso pode ser ilustrado por uma situação em que uma escola recebe recursos direcionados para a aquisição de mobiliário, mesmo já possuindo móveis suficiente no recinto escolar, por outro lado, enfrenta a carência de recursos para adquirir equipamentos de informática para um laboratório.

Apesar de não haver ampla discricionariedade da gestão escolar quanto à utilização dos recursos financeiros recebidos, há de certa forma aspectos positivos na autonomia da gestão financeira, uma vez que a escola não vai depender de procedimentos burocráticos demorados de liberação de recursos centralizados. Dessa maneira, o gestor poderá atender prontamente a demandas simples, porém com significativo impacto no funcionamento da unidade escolar, como a realização de reparos, conservação das instalações, móveis e equipamentos, além da aquisição de bens e serviços necessários para a execução da proposta pedagógica (Viana, 2015, p.10).

Deste modo, as seções seguintes tratarão especificamente da atuação das Caixas Escolares, a execução dos recursos públicos, bem como a crucial etapa da Prestação de Contas dos recursos recebidos ou arrecadados.

A caixa escolar

Na busca por uma educação de qualidade, a gestão financeira desempenha um papel fundamental no funcionamento eficiente das unidades escolares. A descentralização da administração dos recursos financeiros não apenas viabiliza a operação diária da escola, mas também possibilita a implementação de iniciativas que promovem o desenvolvimento dos estudantes e o cumprimento dos objetivos educacionais.

O objetivo principal de uma unidade escolar é proporcionar o desenvolvimento de conhecimentos aos estudantes e prepará-los como indivíduos capazes de contribuir para a sociedade.

> A escola é o lócus onde se desenvolve a educação, dever constitucional do Estado e da sociedade. Para satisfazer a este dever e atender ao princípio da gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais previsto na Lei Suprema, Minas Gerais disponibiliza para sua população inúmeras Escolas Estaduais que se encontram distribuídas por seus municípios e localidades (Costa, 2017, p. 39).

Contudo, a rotina escolar vai muito além da relação entre professor e aluno. Ocorre que, para cumprir eficazmente a sua relevante função pedagógica, são necessários recursos financeiros, especialmente para alimentação dos alunos e a manutenção da instituição.

A trajetória dos recursos financeiros destinados à educação não se resume simplesmente à saída dos cofres públicos e à chegada à instituição de ensino. A escola, "enquanto instituição educacional, possui características e peculiaridades bem mais complexas que outros tipos de organização" (Anjos, 2018, p. 34). Nesse contexto, as "escolas públicas apenas integram a pessoa jurídica a qual pertence, ou seja, suas mantenedoras, que em via de regra são as Secretarias Estaduais ou Municipais de Educação" (Costa, 2017, p. 41). Dessa forma, as escolas públicas não estão aptas para a movimentação de recursos financeiros, uma vez que não possuem personalidade jurídica própria.

Deste modo, para cumprimento do art. 15 da Lei n. 9.394/1996, no que se refere à autonomia de gestão financeira, os recursos são transferidos a uma unidade executora (Brasil, 1996).

> Devido às várias nomenclaturas utilizadas para denominar a sociedade civil sem fins lucrativos, o MEC estabeleceu, de forma genérica, a denominação de Unidade Executora – UEX. Outras nomenclaturas são utilizadas, nas diversas regiões do Brasil, para se referir a essa associação, tais como Caixa Escolar, Associação de Pais e Professores e Associação de Pais e Mestres ou Círculo de Pais e Mestres (Carvalho, 2013, p. 36).

Em Minas Gerais, conforme artigo 1º da Resolução SEE/MG n. 3.670/2017, a transferência de recursos da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE-MG) ocorre para as Caixas Escolares vinculadas às respectivas unidades estaduais de ensino (Minas Gerais, 2017).

A Caixa Escolar é uma sociedade civil com personalidade jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, com capacidade para receber e administrar recursos, públicos e privados, destinados às escolas públicas (Minas Gerais, 2013). Assim, é estabelecida por meio de um estatuto próprio, conforme previsto no artigo 54 da

Lei n. 10.406, de 10 de janeiro de 2002, que institui o Código Civil brasileiro (Brasil, 2002). Em consonância, a Resolução SEE/MG n. 3.670/2017, no Anexo I, apresenta o Modelo de Estatuto das Caixas Escolares (Minas Gerais, 2017), o qual, no artigo 3º, elenca suas atribuições:

> I - gerenciar recursos próprios e transferidos pela União, Estados e Municípios no cumprimento dos objetivos pedagógicos da escola; II - adquirir bens de consumo e permanentes, obedecendo às dotações orçamentárias, quando se tratar de recurso público, para os fins necessários às ações pedagógicas e administrativas; III - apoiar ações solidárias dos alunos, do Colegiado, Conselhos, Associações de Pais e Mestres, Grêmios Estudantis e outros; IV - participar de programas e serviços de Educação, Cultura, Saúde e Meio Ambiente, desenvolvidos pela Comunidade; V - garantir, em suas aquisições e contratações, a realização de processo de escolha de proposta mais vantajosa para a utilização dos recursos; VI - garantir ampla e plena participação do Colegiado Escolar nas atividades e ações da Caixa Escolar (Minas Gerais, 2017).

Sendo assim, o objetivo da Caixa Escolar é coadjuvar no cumprimento dos preceitos do ensino, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Minas Gerais, 2013). Deste modo, "tem como objetivo principal gerenciar recursos financeiros oriundos da União, do estado, do município ou daqueles arrecadados por ela, necessários à realização do processo educativo escolar" (Carvalho, 2013, p. 36). Tais recursos são "provenientes dos programas voltados à alimentação escolar, manutenção, reformas e construções das escolas e projetos pedagógicos" (Silva, 2018, p.15).

Portanto, a Caixa Escolar tem um caráter assistencial, uma vez que seu foco não reside na geração de lucros. Dentro do conceito de "público não estatal"[1], sua atribuição é a gestão dos recursos financeiros disponíveis para a concretização dos objetivos educacionais.

Para essa gestão o Estatuto da Caixa Escolar dispõe ainda, em seu artigo 5º, que o corpo social da Caixa Escolar é constituído por um número ilimitado de associados efetivos e associados colaboradores, devidamente qualificados na Ata da Assembleia de constituição da Caixa Escolar.

Os associados efetivos são definidos como:

> I - diretor ou coordenador da escola; II - vice-diretor da escola; III - professores e demais servidores da escola; IV - pais de alunos ou seus responsáveis legais; V - alunos maiores de 18 (dezoito) anos de idade e, se menores, emancipados nos termos da Lei Civil Brasileira, regularmente matriculados na escola (Minas Gerais, 2017).

Adicionalmente, podem participar de forma colaborativa ex-diretores do estabelecimento de ensino; pais/responsáveis de ex-alunos; ex-alunos maiores de 18 anos de idade e, se menores, emancipados nos termos da Lei Civil brasileira; ex-professores/servidores da escola; membros da comunidade que desejam contribuir voluntariamente com a escola (Minas Gerais, 2017).

1 Organizações sem fins lucrativos, que não são propriedade de nenhum indivíduo ou grupo e estão orientadas diretamente para o atendimento do interesse público (Chiavenato, 2012, p. 36).

Conforme se observa, a composição da Caixa Escolar é integrada por membros da comunidade escolar, sobretudo por servidores da escola.

A Caixa Escolar, conforme determinação estatutária, é composta pelos seguintes órgãos administrativos e deliberativos: i) a Assembleia Geral; ii) a Diretoria; e, iii) o Conselho Fiscal (Minas Gerais, 2017). "Os membros destes órgãos são democraticamente eleitos e a eles é facultado assumir ou não tais funções, exceto o Presidente e Vice-Presidente da Diretoria, cujo exercício de tais cargos é compulsório (Costa, 2017, p. 44)." Além disso, conforme estatuto, "o exercício das atividades dos componentes dos órgãos que constituem a Caixa Escolar não implica retribuição financeira (Minas Gerais, 2017).

> Desta forma e nos termos de seu estatuto, compete notadamente a Caixa Escolar, devidamente resguardada e assessorada por seus Órgãos Estatutários, Comissão de Licitação e pelo Colegiado Escolar, gerenciar os recursos financeiros destinados às Escolas Estaduais. Tais recursos englobam as subvenções e auxílios oriundos dos Entes Federados, de Pessoas Físicas ou Jurídicas, públicas ou privadas, de associações de classe e de moradores, assim como as receitas por ela diretamente arrecadadas, provenientes de eventos e promoções legalmente permitidas e as contribuições voluntárias recebidas, efetuando-se ao final, a devida Prestação de Contas aos Órgãos competentes (Costa, 2017, p. 46).

Portanto, para bem cumprir os dispositivos constitucionais da educação, o papel da Caixa Escolar transcende a mera gestão financeira. Pois, além da rigorosa observância das normas legais que regulamentam a movimentação dos recursos, abrange uma atuação como uma instância de garantia da transparência, eficácia e responsabilidade no uso dos recursos destinados à educação. Nesse contexto, as figuras do Presidente e Vice-Presidente da Caixa Escolar assumem um papel primordial para que os objetivos educacionais sejam alcançados de forma eficiente e em conformidade com a legislação vigente. Pois são estes gestores que irão orquestrar os diversos procedimentos legais para execução de recursos provenientes de diversas fontes e prestação de contas dos dispêndios para aquisição de bens e serviços.

A execução dos recursos públicos

Na Administração Pública, nos termos da Constituição Federal de 1988, em seu artigo 37, inciso XXI, "as obras, os serviços, as compras e as alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes" (Brasil, 1988).

> O objeto da licitação pode ser dividido em dois: um objeto mediato e um objeto imediato. Enquanto o objeto imediato é a seleção da proposta que melhor atenda aos objetivos e interesses da Administração Pública, o objeto mediato consiste na obtenção de obra, serviço, realização de compra, locação ou prestação de serviço público a ser produzidos por um particular por meio de uma contratação formal. O procedimento, portanto, possui caráter instrumental e se destina à realização da melhor contratação pela Administração. Exatamente por isso, o objeto do contrato deve ser muito bem delineado pelo gestor público no instrumento convocatório, garantindo, assim, o julgamento objetivo das propostas (Thamay *et al.*, 2021, p. 12).

A Caixa Escolar, enquanto associação civil com personalidade jurídica de direito privado, é pessoa externa à administração pública. Não obstante, tendo em vista o controle indireto do Poder Público a esta entidade, nos termos do art. 119 da Lei n. 8.666/93, aplica-se subsidiariamente, a necessidade da observância de procedimentos análogos, ou seja, processos similares à licitação (Contagem, 2014).

Assim, as Caixas Escolares possuem o seu regulamento próprio de licitações em obediência ao art. 119 da citada lei federal de licitações.

> art. 119. As sociedades de economia mista, empresas e fundações e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União e pelas entidades referidas no artigo anterior editarão regulamentos próprios devidamente publicados, ficando sujeitas às disposições desta Lei (Brasil, 1993).

Nesta vertente esclareceu o eminente Desembargador Raimundo Messias Júnior em seu voto proferido no acórdão do processo 1.0470.10.001557-2/004:

> verifica-se que a Lei Federal n. 8.666/93, que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública, em seus arts. 118 e 119, admite que as entidades controladas direta ou indiretamente pelo Estado, como é o caso das Caixas Escolares, editem regulamentos próprios para tratar do procedimento licitatório no âmbito de suas atividades, desde que depois de aprovados pela autoridade de nível superior à que estiverem vinculados (Minas Gerais, 2013).

Segundo Sales (2017, p.69), "até 2009, as Caixas Escolares executavam seus recursos financeiros amparando-se nas orientações do manual da caixa escolar desenvolvido pela Superintendência de Finanças da SEE/MG, coordenado pela Diretoria de Prestação de Contas", no qual "não havia a exigência de processo de licitação pelo entendimento da Procuradoria Geral do Estado de Minas Gerais" (Pareceres n. 8.253, de 6 de junho de 1992, e n. 10.597, de 4 de agosto de 1999, *apud* Carvalho, 2013, p. 52).

> Diante disso, os órgãos de controle social do estado, o Ministério Público – MP, através de carta de recomendação expedida em 2007, e o Tribunal de Contas – TC, apontaram a obrigação de as caixas escolares, ainda que caracterizadas como pessoas jurídicas de direito privado, externas à Administração pública, se subordinarem ao regime de contratações públicas, disposto na Lei Federal n. 8.666/93, sob pena de ferirem princípios constitucionais e incorrerem em vício de legalidade (Carvalho, 2013, p. 14).

A Advocacia Geral do Estado de Minas, através do Parecer n. 14.843 de 16 de abril de 2008, ratificou, em parte, a recomendação dos órgãos de controle social do estado, orientando às Caixas Escolares a edição do seu regulamento próprio de licitações.

> As caixas escolares na qualidade de pessoas jurídicas de direito privado, tendo em vista o controle sobre a as mesmas exercido pelo estado de Minas Gerais, encontram-se sujeitas não só a prestação de contas dos recursos públicos que percebem, mas, também nas contratações que realiza ao instituto jurídico da licitação pública, admitida a edição de regulamentos próprios nos termos do artigo 119 da lei federal n. 8.666, de 21 de junho de 1993 (Minas Gerais, 2008, p. 1).

A recomendação gerou o Decreto n. 45.085, de 8 de abril de 2009, sendo este, inicialmente regulamentado pela Resolução SEE n. 1.436, de 8 de junho de 2009. Esses normativos criaram em Minas Gerais um sistema de contratações regido por Regulamento Próprio de Licitação análogo ao da Lei das Licitações e Contratos, assim, padronizando os processos de compras, contratações e prestação de contas das Caixas Escolares.

De acordo com Silva (2018), hodiernamente vigora a Resolução SEE n. 3.670, de 28 de dezembro de 2017 que, juntamente com a Nota Técnica n. 1/2017 de 30/03/2017, regulamentam a gestão e aplicação dos recursos públicos movimentados pelas Caixa Escolares.

A Resolução SEE n. 3.670, de 28 de dezembro de 2017, em seu art. 12, determina que "toda despesa realizada pela Caixa Escolar deverá ser precedida de adequado processo, conforme regulamento próprio de licitação, exceto na aquisição de alimentação escolar que seguirá nota técnica da SEE-MG" (Minas Gerais, 2017).

> Tratamento particular é atribuído à utilização dos recursos provenientes do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE voltados a manutenção dos projetos do Programa Dinheiro Direto na Escola – PDDE, cuja aplicação dos recursos deve observar o disposto na Resolução n. 9 de 02 de março de 2.011 do Conselho Deliberativo do FNDE e a prestação de contas segue o disposto na Resolução FNDE n. 15 de 10 de julho de 2.014 (Silva, 2018, p.16).

O Anexo II da Resolução SEE n. 3.670, de 28 de dezembro de 2017, traz o modelo do regulamento próprio de licitação a ser aplicado pelas caixas escolares do estado de Minas Gerais. Este regulamento prevê as modalidades e os procedimentos de licitação a serem adotados e utilizados pela Comissão de Licitação, cuja composição, atribuições e funcionamento também se encontram inseridas neste Regulamento (Minas Gerais, 2017). "A realização de licitação nas modalidades Convite e Tomada de Preços é a regra, contudo existem outras formas de contratação com a Caixa Escolar, como a Chamada Pública e as conhecidas por Dispensa ou Inexigibilidade de Licitação" (Costa, 2017, p. 52).

Desta forma, realizados processos licitatórios e constatado o proponente vencedor do certame, será providenciado o devido contrato ou emitida a autorização de fornecimento, podendo assim a despesa ser realizada.

A prestação de contas dos recursos recebidos ou arrecadados

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 70, parágrafo único, prevê que "Prestará contas qualquer pessoa física ou jurídica, pública ou privada, que utilize, arrecade, guarde, gerencie ou administre dinheiros, bens e valores públicos ou pelos quais a União responda, ou que, em nome desta, assuma obrigações de natureza pecuniária" (Brasil, 1988). Coaduna com a Lei Suprema a Constituição do Estado de Minas Gerais ao estabelecer nos incisos do § 2º de seu artigo 74, dever idêntico ao prescrito (Minas Gerais, 1989).

Nesse contexto, a prestação de contas encerra o processo licitatório (Carvalho, 2013). Em Minas Gerais, na seara educacional, o Decreto Estadual n. 45.085, de 8 de abril de 2009, normatizado pela Resolução SEE n. 3.670, de 28 de dezembro de 2017, orienta a Prestação de Contas dos recursos financeiros recebidos pelas Caixas Escolares.

Dessa forma, é atribuído ao Presidente e ao vice-presidente da Caixa Escolar, concomitantemente ao tesoureiro e demais órgãos estatutários, não apenas a execução do projeto, mas também o controle financeiro e a elaboração da prestação de contas dos recursos recebidos por meio dos termos de compromisso estabelecidos com Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (Minas Gerais, 2017).

Deste modo, de acordo com o artigo 24 da Resolução SEE n. 3.670, de 28 de dezembro de 2017,

> Para cada termo de compromisso assinado, a Caixa Escolar deverá elaborar processo de prestação de contas em duas vias de igual teor e forma, devendo o original ser apresentado à SRE em até 30 (trinta) dias após o término da vigência do instrumento jurídico, e a segunda via mantida nos arquivos da Caixa Escolar em boa ordem (Minas Gerais, 2017).

Conforme Costa (2017), é importante ressaltar que a prestação de contas dos recursos recebidos pela Caixa Escolar deverá ser apresentada no final da vigência de cada termo de compromisso, inclusive se o objetivo acordado não tiver sido completamente executado. Caso o programa ou projeto definido seja concluído antes do prazo estabelecido, a prestação de contas deverá ser realizada no momento da conclusão. Além disso, no que se refere aos recursos diretamente arrecadados, a prestação de contas deverá ser apresentada ao final de cada exercício financeiro.

Segundo Carvalho (2013, p. 25) “compõem os recursos diretamente arrecadados pela caixa escolar através de doação, parceria, contribuições, serviços prestados, festas e outras fontes. Portanto, não se originam da arrecadação de impostos e de contribuições sociais.”

Nos termos do art. 33, parágrafo único da Resolução SEE n. 3.670, de 28 de dezembro de 2017, a prestação de contas dos recursos diretamente arrecadados (RDA) deve ser elaborada em via única e aprovação do Conselho Escolar, sendo arquivada na escola para disponibilização, quando solicitada pela SEE-MG ou demais órgãos de controle interno e externo (Minas Gerais, 2017).

O art. 25 da Resolução SEE n. 3.670, de 28 de dezembro de 2017, elenca os documentos necessários à instrução do processo de prestação de contas (Minas Gerais, 2017). Neste sentido, Costa (2017) esclarece:

> Uma Prestação de Contas devidamente instruída deverá conter, dentre outros, o seguinte: i) Anexos produzidos pela Caixa Escolar; ii) Pareceres emitidos pelo Colegiado Escolar; iii) Extrato Bancário completo, inclusive de aplicação financeira; iv) Processos de contratações completos (Licitação, Dispensa e/ou Inexigibilidade de licitação e Chamada Pública da Agricultura Familiar); v) Documentos Fiscais originais; vi) Comprovantes de recolhimento de Retenções e pagamento de Taxas e Impostos; vii) cópia de cheques emitidos; viii) Comprovante da restituição de saldos de recursos não utilizados; ix) Justificativas, Declarações e outros documentos necessários a fiel Prestação de Contas dos recursos recebidos (Costa, 2017, p. 56).

No que concerne a elaboração da prestação de contas dos recursos recebidos pela Caixa Escolar, havendo a estrita observância aos normativos que orientam o assunto, a documentação necessária para esta obrigação é formada de maneira sincrônica ao processo de contratação concernente à execução do objeto do termo

de compromisso em questão. De acordo com Costa (2017, p. 56), “ao se chegar ao término da vigência de um Termo de Compromisso ou concluído o projeto ou programa que o originou, a elaboração de sua respectiva Prestação de Contas já estará praticamente pronta.”

Conforme se observa o processo de utilização e prestação de contas dos recursos financeiros recebidos pela Caixa Escolar é complexo e traz consigo muitas responsabilidades ao corpo gestor da Caixa Escolar, mas também contribuem para a construção de um sistema educacional sólido e responsável. Importante ressaltar que a prestação de contas não apenas encerra o processo de utilização do recurso público, mas também é uma etapa crucial para a transparência, *accountability* e eficiência na utilização dos recursos públicos.

Considerações finais

Em suma, este estudo explorou com profundidade a gestão dos recursos financeiros na educação pública de Minas Gerais. Examinamos diversos aspectos que compõem esse cenário, desde o financiamento da educação básica até a execução dos recursos públicos e a prestação de contas.

O financiamento da educação básica se apresenta como um pilar fundamental para a promoção da igualdade de oportunidades e a melhoria da qualidade do ensino. Nesse sentido, compreendemos a importância das políticas de repasse de recursos e a necessidade de garantir uma alocação eficaz e transparente desses valores, visando à melhoria dos resultados educacionais.

A gestão dos recursos financeiros nas escolas estaduais de Minas Gerais, mediada pelas Caixas Escolares, trouxe à tona a relevância da boa administração desses fundos. A compreensão dos princípios estatutários, a implementação coerente dos projetos educacionais e a observância das normas regulamentares emergem como elementos chave para a eficácia desse processo. A execução dos recursos públicos, alinhada às diretrizes legais, reflete o compromisso de traduzir os investimentos em benefícios educacionais tangíveis.

A etapa de prestação de contas destaca-se como ápice da *accountability*, evidenciando a responsabilidade e transparência na utilização dos recursos, de acordo com as diretrizes regulamentares estabelecidas pela Resolução SEE n. 3.670/2017. A Prestação de Contas se configura como uma manifestação concreta da responsabilidade social, evidenciando a correta utilização dos recursos e o alcance dos objetivos educacionais.

Este estudo constatou que a gestão dos recursos financeiros na educação pública de Minas Gerais é uma tarefa que requer constante aprimoramento e cooperação. A excelência nesse processo demanda conhecimento técnico, integridade ética e uma postura colaborativa entre o governo, gestores, educadores, comunidade escolar e órgãos de controle. Somente através desse esforço conjunto será possível assegurar uma educação de qualidade, equidade e responsabilidade.

Portanto, a gestão dos recursos financeiros na educação pública de Minas Gerais transcende a esfera administrativa, transformando-se em um compromisso social de alta relevância. O desafio reside em harmonizar a eficiência na alocação dos recursos, a excelência na execução dos projetos e a transparência na prestação de contas, visando ao desenvolvimento educacional sustentável e ao fortalecimento do sistema escolar. Ações conjuntas e persistentes são a chave para uma educação

pública de qualidade, capaz de moldar um futuro promissor para os estudantes e para o estado como um todo.

Necessário se faz reconhecer a existência de limitações inerentes a este estudo. Embora a abordagem adotada tenha sido abrangente, é possível que não tenha sido contemplado todas as nuances da complexa gestão dos recursos financeiros na educação pública de Minas Gerais. As variáveis contextuais em constante evolução, as dinâmicas específicas das escolas, bem como as suas particularidades administrativas podem não ter sido totalmente exploradas. Ademais, a análise pode ter sido influenciada por fatores temporais e contingências que, por sua natureza, são difíceis de prever ou controlar.

Com base nas limitações identificadas, sugerimos aprofundar a investigação sobre as implicações das políticas de repasse de recursos, examinar o impacto das mudanças regulatórias na gestão financeira escolar e explorar as percepções dos diversos *stakeholders*. Essa abordagem poderá enriquecer ainda mais a compreensão do tema. Adicionalmente, uma análise longitudinal possibilitaria uma visão mais abrangente das tendências e padrões ao longo do tempo. Estudos comparativos entre diferentes regiões do estado de Minas Gerais poderiam fornecer *insights* valiosos para aprimorar as práticas de gestão financeira na educação pública, sobretudo neste ente federado.

Portanto, embora este estudo represente uma contribuição para a compreensão da gestão dos recursos financeiros na educação pública de Minas Gerais, há espaço para investigações mais detalhadas e abrangentes. Essas propostas para pesquisas futuras têm como objetivo impulsionar uma investigação contínua e aprofundada, fundamentada na melhoria contínua das práticas de gestão financeira, contribuindo assim para a construção de um sistema educacional mais eficiente e equitativo.

Referências

ANJOS, J. F. D. *Aprimoramento da gestão financeira nas escolas da SRE-Patrocínio.* 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Avaliação da Educação Pública) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. *Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993*. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. *Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. Lei n. 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. *Lei n. 12.858, de 9 de setembro de 2013*. Dispõe sobre a destinação para as áreas de educação e saúde de parcela da participação no resultado ou da compensação financeira pela exploração de petróleo e gás natural, com a finalidade de cumprimento da meta prevista no inciso VI do caput do art. 214 e no art. 196 da Constituição Federal; altera a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12858.htm. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. *Emenda Constitucional n. 95, de 15 de dezembro de 2016*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc95.htm. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. *Lei n. 14.113, de 25 de dezembro de 2020*. Regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb), de que trata o art. 212-A da Constituição Federal; revoga dispositivos da Lei n. 11.494, de 20 de junho de 2007, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14113.htm. Acesso em: 21 ago. 2023.

CARVALHO, E. D. O. H. *Gestão financeira*: análise da prestação de contas das caixas escolares da superintendência de ensino de Ituiutaba-MG. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Avaliação da Educação Pública) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

CASTONI, R.; CARDOSO, M. A. S.; CERQUEIRA, L. de B. R. Novo Fundeb: aperfeiçoado e permanente para contribuir com os entes federados na oferta educacional. *Revista Educação e Políticas em Debate*, Uberlândia, v. 10, n. 1, p. 280-298, 2021.

CHIAVENATO, I. *Administração geral e p*ública. 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2012.

CONTAGEM. *Manual e instruções para prestação de contas da Caixa Escolar*. Contagem, MG, 2014. Disponível em: https://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/arquivos/atos_normativos/manual_caixa_escolar.pdf. Acesso em: 21 ago. 2023.

COSTA, S. M. D. *Gestão financeira*: o acúmulo de processos de prestação de contas na Regional de Ensino de Barbacena. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional Programa de Pós-Graduação em Gestão e Avaliação da Educação Pública) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

LUCCA, S. R. DE. Coronavírus: o trabalho sob fogo cruzado. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, n. 9, p. e00237120, 2020.

MARINHO, I. D. C.; SOUSA, E. J. D.; MENDES, C. M. S.; VIDAL, E. M.; VIEIRA, S. L. Gestão dos recursos financeiros da educação: um estudo em cinco municípios cearenses. *Linhas Críticas*, Brasília, v. 27, p. e34818, 2021.

MAZZA, A. *Manual de Direito Administrativo*. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

MINAS GERAIS. *Constituição do Estado de Minas Gerais de 1989*. Disponível em: https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/leis/constituicao-estadual. Acesso em: 21 ago. 2023.

MINAS GERAIS. Advocacia Geral do Estado de Minas. *Parecer n. 14.843, de 16 de abril de 2008*. Disponível em: https://advocaciageral.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/10/parecer-14.843.pdf. Acesso em: 21 maio 2022.

MINAS GERAIS. *Decreto n. 45.085, de 8 de abril de 2009*. Dispõe sobre a transferência, utilização e prestação de contas de recursos financeiros repassados às caixas escolares. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/DEC/45085/2009/?cons=1. Acesso em: 21 ago. 2023.

MINAS GERAIS. Tribunal de Justiça do Estado de Minas Gerais. *Acordão 1.0470.10.001557-2/004*. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: https://www5.tjmg.jus.br/jurisprudencia/pesquisaNumeroCNJEspelhoAcordao.do?numeroRegistro=1&totalLinhas=1&linhasPorPagina=10&numeroUnico=0015572-58.2010.8.13.0470&pesquisaNumeroCNJ=Pesquisar. Acesso em: 21 ago. 2023.

MINAS GERAIS. *Resolução SEE n. 3.670, de 28 de dezembro de 2017*. Resolução regulamenta o disposto no Decreto Estadual n. 45.085, de 8 de abril de 2009, que dispõe sobre a transferência, utilização e prestação de contas de recursos financeiros repassados às caixas escolares vinculadas às unidades estaduais de ensino. Disponível em: https://homo-portal.educacao.mg.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/Resolucao-SEE-n%C2%B0-3.670-de-28-de-dezembro-de-2017-Atualizada-e-compilada.pdf. Acesso em: 21 ago. 2023.

MINAS GERAIS. *Decreto n. 47.758, de 19 de novembro de 2019*. Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Educação e dá outras providências. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/DEC/47758/2019/. Acesso em: 21 ago. 2023.

PEREIRA, M. de A. G. *Política fiscal, teto de gastos e os impactos no desenvolvimento econômico e social brasileiro*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2022.

PINTO, J. M. de R. O financiamento da educação na Constituição Federal de 1988: 30 anos de mobilização social. *Educação & Sociedade*, Campinas, SP, v. 39, n. 145, p. 846-869, out. 2018.

SALES, A. M. *A Influência do Atb/Auxiliar da Área Financeira na Gestão das Escolas Estaduais da SRE/Ubá.* 2017. Dissertação (Mestrado Profissional Programa de Pós-Graduação em Gestão e Avaliação da Educação Pública) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

SILVA, D. D. L. *Caixas escolares*: sua atuação na gestão dos recursos públicos direcionados à Educação Básica no estado de Minas Gerais. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública) – Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2018.

THAMAY, R. F. K.; GARCIA JUNIOR, V.; MACIEL, I. M.; PRADO, J. *Nova lei de licitações e contratos administrativos comentada*. São Paulo: Saraiva, 2021.

VIANA, M. P. *Recursos financeiros descentralizados para a escola pública*: uma política necessária. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do ifg

Volume 8, Número 2, 2023

A desvalorização e a renovação da educação[1]

THE DEVALUATION AND RENEWAL OF EDUCATION

LA DEVALUACIÓN Y RENOVACIÓN DE LA EDUCACIÓN

Elcio Alcione Cordeiro
Universidade de Passo Fundo - UPF
elcioacordeiro87@gmail.com[2]

Angelo Vandiney Cordeiro
ETEVI - Escola Técnica do Vale do Itajaí
cordeiroav@gmail.com[3]

Resumo

Neste artigo nos propomos a problematizar e entender o processo histórico que desencadeou transformações significativas dos principais sujeitos-agentes do campo educacional. O objetivo da investigação qualitativa de cunho bibliográfico é compreender como historicamente ocorreu o movimento que transformou a identidade do professor e da escola, levando-a a uma crise, e, a partir disso, pensar sua possível reestruturação. Os autores estudados propõem uma discussão voltada para a compreensão da historicidade da educação escolar formal, bem como o entendimento da escola e da figura do professor no que se refere às profundas transformações sofridas por ambos e à crise em que se encontram. O professor surge com a própria escola, caracterizado, a princípio, como fonte do conhecimento, do saber e da disciplina, mas, ao longo da história, viu desmoronar esses pilares, o que deu espaço à incerteza e à desvalorização da própria profissão, perante si mesmo e a sociedade. Dada essa realidade, apontam-se as possíveis saídas de tal situação preocupante. Demonstra-se, assim, ser necessária uma renovação-reinvenção da área educacional, em específico da escola, da universidade e da formação docente.
Palavras chave: professor; educação; crise de identidade; renovação.

Abstract

In this article we propose to problematize and understand the historical process that triggered significant transformations of the main subject-agents in the educational field. The objective of this qualitative bibliographical research is to understand how the movement that transformed and led to an identity crisis of the teacher and the school occurred historically and, from there, think about its possible restructuring. The authors studied propose a discussion aimed at understanding the historicity of formal school education, as well as understanding the school and the role of the teacher regarding the profound transformations suffered by both and the crisis in which they find themselves. The teacher appears with the school itself, characterized in principle as a source of knowledge, knowledge and discipline,

1 Este artigo é uma atualização e desenvolvimento com mais conteúdo, autores e pesquisas do artigo original intitulado: Entendendo a Crise da Profissão Professor, entregue a Universidade Candido Mendes, como Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, em 2015, no curso de Pós-Graduação *Latu Sensu* em Metodologia do Ensino de Filosofia e Sociologia, sob a autoria de Elcio Alcione Cordeiro.

2 Discente doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo - UPF. Bolsista do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições Comunitárias de Educação Superior – PROSUC-II/CAPES. Email: 191732@upf.br

3 Mestre em Educação pela Universidade Regional de Blumenau – FURB. Email: cordeiro.av@gmail.com

but throughout history, it has seen these pillars crumble, which has given rise to uncertainty and the devaluation of the profession itself, in face of self and society. Given this reality, possible solutions to this worrying situation are highlighted. Therefore, a renewal-reinvention of the educational area is necessary, specifically the school, university and teacher training.

Keywords: *teacher; education; identity crisis; renovation.*

Resumen

En este artículo, nos proponemos problematizar y comprender el proceso que desencadenó transformaciones significativas de los principales sujetos-agentes en el campo educativo. El objetivo de la investigación bibliográfica es comprender cómo se produjo históricamente el movimiento que transformó y condujo a una crisis de identidad del docente y de la escuela y, a partir de allí, pensar en su posible reestructuración. Los autores estudiados proponen una discusión encaminada a comprender la historicidad de la educación escolar formal, así como a comprender la escuela y el papel del docente, que sufrieron profundas transformaciones y entraron en crisis. El maestro aparece con la propia escuela, catalogado en principio como fuente de conocimiento, de saber y de disciplina, pero a lo largo de la historia ha visto desmoronarse estos pilares, dando paso a la incertidumbre y la devaluación de su propia profesión, ante sí mismo y ante la sociedad. Ante esta realidad, se destacan posibles soluciones a esta preocupante situación. Por tanto, es necesaria una renovación-reinvención del ámbito educativo, específicamente de la escuela, la universidad y la formación del profesorado.

Palabras clave: *docente; educación; crisis de identidad; renovación.*

Introdução

Pensar sobre a educação requer reflexões sobre os agentes que estão diretamente ligados a ela. O objetivo do presente trabalho é compreender como historicamente ocorreu essa crise de identidade dos professores e da educação escolar de modo geral e esboçar possíveis vias de renovação. A metodologia é qualitativa, o método de pesquisa fundamenta-se na discussão bibliográfica, de autores como, Jacques Rancière, Rui Canário, Julia Varela, António Nóvoa, Kant, dentre outros.

Perceber-se-á pelos textos discutidos nesse trabalho, que o professor, inicialmente teve um papel de destaque e reconhecimento na escola, bem como, na sociedade. O professor a princípio, era de modo geral uma figura com status, sobre ele recaia o papel de liderança e portador do próprio conhecimento e da moral social.

Com o passar do tempo e das transformações no mundo do trabalho, a profissão de professor foi se transformando em uma atividade próxima das outras tantas profissões, assim, aquela “aura” de autoridade e centralidade do mestre foi se perdendo, e a própria educação sofreu impactos profundos, na medida em que as transformações sociais afetaram os modelos tradicionais, que tinham o professor como figura de destaque.

Cientes deste cenário histórico de diluição do modelo centrado no *status quo* do professor, nos propomos a pensar também algumas possibilidades de renovação e transformação, com vistas a perceber as mudanças e as exigências da atualidade para toda a educação escolar.

Aspectos históricos

a história denota e conserva em si o "espelho" do que se fez, é importante revisitá-la para compreender os passos que nos trouxeram até o século XXI. As raízes de todas as transformações, progressos e retrocessos estão cravados na história e são passíveis de conhecimento, bem como de interpretação. Sob o olhar da história revisita-se alguns pontos fundantes da profissão professor que nos darão sustentáculo para o desenvolvimento da reflexão. Embora o objetivo central não seja demarcar a historicidade dos temas, faz-se necessário destacar alguns momentos históricos que marcaram a educação brasileira e global.

Na aurora da educação formal brasileira a partir do século XVI, além de transformar crianças em alunos, foi necessário construir a figura do mestre, " é preciso assinalar que a constituição da infância e a formação de profissionais dedicados à sua educação são as duas faces da mesma moeda" (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 79). Sendo assim, é preciso entender a historicidade dos profissionais ligados a educação escolar, para compreender as transformações que colocam os professores "no olho do furacão" (Canário, 2006).

Historicamente, foi a partir da Igreja Católica que surgiu o modelo de mestre na educação formal, pois com o surgimento dos colégios e da Companhia de Jesus - Jesuítas[4], nasceu a preocupação com a figura do professor, o qual deve ser entendido como um modelo de virtude, visto como portador de "saberes codificados acerca de como resultar mais eficaz a ação educativa" (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 79). Existiu aí uma extensão religiosa para a educação, a mística dos padres e líderes religiosos adentrou no campo escolar, mas com um significado semelhante da liderança espiritual, na transcendência, no sagrado que se reveste o mestre, porém, aos poucos foi sendo direcionado as suas práticas educativas como sendo,

> Vigilância amorosa, uma direção espiritual atenta, uma organização cuidada do espaço e do tempo, uma séria programação dos conteúdos e uma aplicação de métodos de ensino que, além de manter os alunos dentro dos limites corretos, os estimulem ao estudo e a se converterem em cavalheiros católicos perfeitos (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 79).

Além de transmitir o conhecimento, o professor também deveria ser o transmissor da moralidade, a qual os alunos deveriam estar inseridos, sabendo por exemplo que tipos de conhecimentos cada classe deveria aprender, pois a educação escolar estava direcionada para dar continuidade e contribuir para a manutenção das desigualdades sociais, e os professores estavam cientes deste papel, de mostrar onde, como e para que, cada um deveria ser educado[5].

Juntamente com os Jesuítas, figuravam os escolápios[6], padres que se dedicavam ao ensino de meninos pobres, que aos poucos também foram se infiltrando na educação de outras camadas sociais, sob a alegação de que todos são filhos de Deus.

4 Mais informações a respeito da Companhia de Jesus podem-se encontrar em: https://jesuitasbrasil.org.br/

5 "Havia uma divisão clara de ensino: as aulas lecionadas para os índios ocorriam em escolas improvisadas, construídas pelos próprios indígenas, nas chamadas missões; já os filhos dos colonos recebiam o conhecimento nos colégios, locais mais estruturados por conta do investimento mais pesado" (Azevedo, 2018).

6 Mais informações sobre a respeito dos Escolápios pode-se encontrar em: https://www.escolapiosbrasil.com.br/

Eles se diferenciavam dos Jesuítas em alguns pontos, como no disciplinamento por exemplo, por serem mais severos.

Nesta perspectiva, o professor era visto como modelo, detentor do conhecimento e conhecedor do que era bom e correto para seus alunos, sobre ele a educação se fazia, a disciplina e o aprendizado estavam sob a égide do mestre, bem como o status deste profissional era prestigiado, reconhecido e respeitado pela sociedade, ele era o especialista do conhecimento e conhecia a forma de transmiti-lo, ele tinha autoridade e "entendia" de educação, o que denota uma educação centrada no professor.

Pode-se observar na regra três, intitulada "Regras comuns a todos os professores das faculdades superiores" do Método Pedagógico dos Jesuítas "Ratio Studiorum": "O fim especial do Professor, tanto nas aulas quando se oferecer a ocasião, como fora delas, será mover os seus ouvintes ao serviço e ao amor de Deus e ao exercício das virtudes que lhe são agradáveis, e alcançar que para este objetivo orientem todos os seus estudos" (Franca, 1952, p. 15). Portanto, ser professor neste alvorecer escolar significava o centro da educação e suas implicações, nele e com ele estava o saber e a verdade, isso os alunos deveriam reconhecer nele.

A partir do século XIX, com as mudanças sociais e políticas, começaram a surgir escolas como a Normal de Madri e a Real Ordem (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 81). Nestas outras formas de escola, surgiram também distintos modos de ser professor, assim, o espanhol Gil Zárate, em 1843, "elabora um regulamento uniforme para todas elas em cujo preâmbulo destaca a enorme importância do caráter educativo das disciplinas a que devem se submeter os professores" (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 81). Neste momento ocorre uma preocupação em modelar a figura do professor, mas para isso era preciso exercitar-se, esforçar-se para exercer o ofício dentro do esperado. Desse modo,

> Os aprendizes de professor sofrerão um processo intensivo de transformação e vigilância de forma que sua vida privada se imole no altar de sua futura entrada e abnegação à vida pública. Este policiamento do magistério foi tão eficaz que não faltaram as depurações dos indóceis e dos sonhadores (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 82).

A preocupação desta época também está sobre o professor, pois ele era o formador dos cidadãos esperados e aprovados pelas condições sociais e, o mesmo não poderia abnegar-se desta função.

A escola desde sua fundação tem um papel social, essa tarefa perpassa pelas atitudes dos professores e no decorrer do século XIX, sua formação deveria coincidir com as preocupações sociais, em infundir nos cidadãos "a ideia de pátria e unidade" (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 82). Ou seja, o Estado necessitava da educação escolar para ter bons cidadãos, e o professor seria esta ponte entre a sociedade docilizada e as exigências legais do governo, ou trabalhadores para o exercício disciplinado nas fábricas.

> A história da escola é conhecida. Na longa duração do tempo, sobretudo a partir do século XVI, foram-se estabelecendo processos e modos de organização que ganharam forma, definitivamente, na segunda metade do século XIX. Consagra-se, então, o princípio da escolaridade obrigatória e consolidam-se os grandes sistemas de ensino, em três ciclos principais: o primário, o secundário e o terciário (superior). Precisamente no mesmo período, consolida-se um modelo escolar que, nos seus traços fundamentais, chega até os nossos dias (Nóvoa, 2022, p. 10).

Com o estabelecimento de um modelo de educação que visava ampliar a escola para um número cada vez maior de pessoas, o professor passa a ter outras atribuições, além do ensino ao qual ele está sujeito, terá o trabalho de "inculcar estereótipos e valores morais em oposição aberta às formas de vida das classes populares, e sobretudo impor-lhes hábitos de limpeza, regularidade, postura, obediência, respeito a autoridade, amor ao trabalho e espírito de poupança" (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 82). Esse é um modelo de professor, passa por ele a tarefa de ordenar, pois é preciso valorizar os princípios de trabalho, necessário para conservação e crescimento da industrialização em pleno desenvolvimento na maioria dos países europeus.

A escola servia como um princípio de ordenamento disciplinar, e o professor seria o encarregado de incluir na formação das crianças pré-requisitos utilizados no trabalho, na linha de montagem das empresas.

Nesta passagem de colégios ligados às ordens religiosas, fundamentalmente ordenado pela Igreja Católica, para escolas normais para todos, sob a organização do Estado, o papel e a figura do professor sofrem transformações significativas, porém o sentido de "sacerdócio" ainda prevalece,

> Será investido de autoridade, dignidade e respeito, falsas imagens às quais deverá se adequar não sem dificuldades. E para que cumpra melhor suas funções, ou para o caso de rejeitar abertamente o modelo, haverá inspetores que se encarregarão de recordar-lhe as pautas corretas a que tem que ajustar-se, e de penalizá-lo no caso de que ele as infrinja (Varela; Alvarez-Uria, 1992, p. 83).

Importante perceber que o professor, em todos os modelos históricos, foi essa figura que serviu de legitimador da ordem social, através da detenção de disciplinas e saberes necessários, para a vida fora e dentro da escola.

Do século XIX para o século XX, mais precisamente a partir de 1960, denomina-se "crise mundial da educação" (Canário, 2006). Se a educação reconhece uma crise, é preciso entender também o papel do professor, e compreender que esta profissão igualmente está enfrentando problemas, pois "no epicentro desta crise estão, naturalmente, os professores, que durante este período viram abalados alguns dos fundamentos da sua identidade profissional" (Canário, 2006. p. 11). Que fundamentos seriam esses? Rui Canário (2006, p.21) elege alguns:

> Em primeiro lugar, assistimos, hoje, à queda de algumas das crenças fundadoras dos sistemas escolares e, nos últimos 30 anos, o desencanto em relação à escola teve uma repercussão negativa no modo como é socialmente vista a profissão do professor. Em segundo, a escolarização massiva e o consequente crescimento exponencial do número de professores conduziu a desvalorização do seu estatuto profissional. Em terceiro, a emergência de novas formas de regulação, aos diferentes níveis dos sistemas escolares, e de divisão do trabalho, nos estabelecimentos de ensino, traduziu-se em uma "proletarização" tendencial do ofício do professor, de quem escapa o controle sobre o exercício de seu próprio trabalho. Finalmente, a escola passou (com a democratização do acesso e a consequente heterogeneidade dos públicos escolares) a ser "invadida" pelos problemas sociais que antes lhe eram exteriores, apresentando aos professores novos problemas cuja solução não é fácil.

Todas estas mudanças dentro da instituição escolar e fora dela, recaem sobre o trabalho do professor. O ofício que antes era desempenhado com o aval e apoio da família, sendo a escola certa extensão de casa, não no sentido de aprendizagem, mas no que tange a disciplina e a hierarquia, seguida em casa pelo pai e revestida no professor, na escola não se questionava.

Com as mudanças provenientes de um discurso e obrigatoriedade de escola para todos, ela passou a receber a diversidade de educandos, provenientes de todas as classes sociais, advindos das mais diferentes concepções de vida, juntando-se na mesma sala, para aprender os mesmos conteúdos, com o mesmo professor, em um único tempo, com igual disciplina.

Na trama destas mutações sociais, culturais, econômicas e políticas está o professor, que com a crise da família, e a pouca interferência das religiões visualizada na figura dos sacerdotes, precisa ser polivalente, sobrou tudo para a escola, e ela não está dando conta de tantas obrigações, porém faz o seu papel de homogeneizar e igualar as diferenças, mesmo que muitas vezes acaba por desqualificar as vivências e os conhecimentos que cada aluno carrega consigo.

Os professores viram aos poucos definhar os modelos escolares disciplinados, atentos, onde o silêncio reinante deu lugar a ruídos intermináveis, falta de concentração e consequentemente desvalorização do status do professor. Status este não só de uma profissão exemplar, respeitada, mas também de cunho econômico, esta tarefa dita nobre se confunde com decadência. Importante apresentar o seguinte questionamento: Se a profissão é nobre por que se valoriza tão pouco?

Sendo a educação formal uma invenção histórica, ela sofre mudanças conforme as transformações sociais, deste modo, a evolução dos processos políticos, econômicos, tecnológicos e culturais exigem da escola algumas metamorfoses. Nas palavras de Canário (2006), a escola já foi lugar de certezas, passou para promessas e chegou a um espaço de incertezas, tudo isso dentro de um tempo e na contemporaneidade. Estamos envolvidos grandemente pelas incertezas, e os professores continuam ensinando certezas, embasados na cultura escolar petrificada no império da verdade, da qual são anunciadores.

A crise de identidade da escola e dos professores é impactante na contemporaneidade, como também não cessam as pesquisas que relatam a diminuição constante de interesse a profissão[7]. Não é difícil reconhecer na trajetória professoral as nuances desta “crise de identidade”, o professor tem uma tendência a naturalizar o ensino, a explicação, a palavra, ou seja, ele acostumou a ser o centro onde tudo gira ao seu redor. Porém, essa concepção vem sendo ao longo do tempo impactada e discutida, por pesquisadores ligados a educação, se a educação é centrada no professor ou no aluno, a “cultura escolar” se pronuncia sempre nas falas dos professores, mesmo sendo facilitador, reflexivo ou mediador.

Naturalizou-se a ideia de professor explicador, detentor do conhecimento, muito bem discutido por Rancière na obra *O mestre ignorante* (2007), na qual o autor disponibiliza a discussão de ensinar o que não sabe, de igualar-se e não ser um explicador e fonte de saber, pois quem explica não só diz a verdade pela retórica, mas também precisa fazer o outro reconhecer que sem o mestre não é capaz, cria-se distanciamentos entre o dizer e o absorver, onde está a verdade e o saber que dirige a palavra

7 A respeito disso, pode-se encontrar uma reportagem que trabalha essa questão, disponível em: https://g1.globo.com/educacao/noticia/2022/09/29/brasil-pode-enfrentar-apagao-de-professores-em-2040-diz-pes quisa .ghtml. Acesso em: 9 ago. 2023.

aos que não sabem, estes precisam reconhecer na explicação a fonte e a possibilidade de assimilar o conhecimento.

Esse modelo educacional centrado na pessoa do professor fonte do saber, aos poucos foi desmoronando sem que os mestres se dessem conta, pois a informação através da evolução tecnológica da comunicação está cada vez mais disponível, e o professor não é mais a única fonte de conhecimento. Porém, ainda ocorre a tentativa tradicional de repassar conteúdos prontos, o que Paulo Freire chamou de "Educação Bancária", decorar fórmulas, fazer testes avaliativos, sem a real compreensão e significação da formação escolar para a vida.

Neste sentido, reflete Nóvoa (2022, p.18):

> Durante muito tempo a escola foi considerada como um período de preparação para a vida. Depois, nos primórdios do século XX, autores como John Dewey explicaram que a escola é a própria vida. Hoje, provocatoriamente, gostaria de sugerir que a escola tem de ser mais do que a vida, isto é, mais do que a vida culturalmente limitada de muitas crianças e jovens.

O cenário que se desvela a partir do século XX e início do XXI, é desafiador, e ao mesmo tempo incerto no que tange a escola e o professor, ele está revestido de outras subjetividades, por isso a urgência de repensar o seu próprio modo de trabalhar.

O panorama atual é imprevisível, as mudanças sociais e humanas, em sua grande maioria alavancadas pela revolução digital trouxeram em seu arcabouço novos desafios.

> A sociedade contemporânea vive um estágio novo, uma nova época marcada pela transitoriedade, globalidade e imprevisibilidade dos eventos. [...]. É o século da ciência, do conhecimento, da tecnologia da informação e da comunicação, da globalização, da competitividade de mercado – um tempo de rápidas inovações em todos os campos das organizações humanas (Paiva; Sponchiado, 2011, p. 172).

A educação necessita de um olhar atento ao formador, ao professor. Este personagem que forma a maioria das profissões necessita ser formado, pois todo professor um dia foi estudante, e oxalá: Que continue o sendo!

Não há receita pronta! O que se pode estabelecer são propostas fundantes que soam como esperança de um novo paradigma formativo ao professor, que seja apto a responder as indagações e problemas dos tempos atuais. "Ainda é possível um gesto de sobrevivência, de transformação, de metamorfose da escola" (Nóvoa, 2022, p. 14).

Este direcionamento é desenvolvido de maneira incidente por António Nóvoa, professor universitário de Portugal, que tem se debruçado sobre pesquisas e reflexões sobre a formação do professor, destacando que a educação deve ser pensada no sentido do bem comum. A escola como ao modelo do século XIX parece não responder mais aos questionamentos atuais. É preciso uma transformação, os alunos deste século requerem uma educação que contemple esta realidade. A escola necessita passar por uma metamorfose, uma mudança substancial.

A partir daquilo que temos no chão de nossas escolas, das experiências já vivenciadas, renovar o modo de fazer educação. "Tudo surgirá de iniciativas locais, cada uma a seu ritmo e no seu momento, fruto do envolvimento de professores e da

sociedade" (Nóvoa, 2022, p. 14). A cooperação entre todos será imprescindível para a mudança escolar e uma constante renovação da mentalidade educacional.

Enfim, já no final do século XX o modelo clássico escolar apresentava sinais de desgaste e fragilidades. No início do século XXI a pandemia da Covid-19 acelerou um processo de mudança, foi um ponto histórico de mutação de paradigma. As práticas usadas durante o período de isolamento social, causado pela pandemia da Covid-19, como aulas online, diferentes modos de avaliação, horários readequados, materiais de ensino virtual, responderam a uma emergência, alguns pontos ficarão, entretanto, o cerne da educação não se realiza sem a presença física.

Repensar os espaços educativos

após essa abordagem histórica, é importante pensar na estrutura organizacional da escola. A arquitetônica da escola, a qual abarca várias maneiras de ser e formar, assim como compreende Antonio Nóvoa:

> Diversificação dos espaços e dos tempos, dos currículos e das formas de avaliação, do papel dos professores, do enquadramento dos professores... o fundamental é a criação de novos ambientes de aprendizagem, que permitam o estudo individual e o trabalho de grupo, o acompanhamento pelos professores e projetos de investigação, trabalho presencial e através do digital (Nóvoa, 2022, p. 28).

Nesta forma de pensar existe a necessidade de repensar o espaço educativo. A aula deve ser ampliada além da sala "entre quatro paredes" em uma junção perfeita entre aluno e professor que trabalharão juntos em busca do conhecimento. A aula em si deve ser expandida a uma dimensão extraterritorial:

> Compreender a aula como espaço e tempo de aprendizagem por parte do aluno modifica completamente esse quadro. Com efeito, a sala de aula é o espaço e tempo durante o qual os sujeitos de um processo de aprendizagem (professor e alunos) se encontram para, juntos, realizarem uma série de ações (na verdade, interações), como estudar, ler, discutir e debater, ouvir o professor, consultar e trabalhar, participar de conferências de especialistas, entrevistá-los, fazer perguntas, solucionar dúvidas, orientar trabalhos de investigação e pesquisa, desenvolver diferentes formas de expressão e comunicação, realizar oficinas e trabalhos de campo (Masetto, 2005, p. 89).

A escola não vai desaparecer, a universidade não vai sucumbir, muito menos a profissão professor, porém é inevitável uma metamorfose na educação. Ressignificar a escola, a universidade e a formação do professor são prioridades urgentes neste século XXI. A partir da realidade que permanece e se transforma, a educação precisa se empenhar para viabilizar novas formas de existir criando outras possibilidades de formar.

Com o advento da internet no final do século XX e sua evolução permanente no século XXI, não é possível pensar a educação sem a presença da virtualidade. A educação precisa pensar metodologias que usem os avanços tecnológicos como meios e ferramentas para o conhecimento. As tecnologias são importantes e devem estar entre as primeiras ferramentas. Entretanto, "Uma educação baseada só no

conhecimento técnico e científico não capacita o ser humano para o cultivo de si e para a convivência solidária e democrática com o outro" (Dalbosco, 2021, p. 173). Por isso, a necessidade de atualização e vigilância ininterrupta aos meios tecnológicos atuais soa como nova forma de existir.

O esforço comum entre toda a comunidade educativa fará com que as instituições de ensino evoluam. "A educação implica sempre uma intencionalidade, obriga a um esforço de construção, de criação e de composição das condições, dos ambientes e dos processos propícios ao estudo e ao trabalho dos alunos" (Nóvoa, 2022, p. 37). A educação é coletiva e se faz no meio comunitário.

O futuro deve ser criado pelos próprios sujeitos da educação, os professores, alunos, comunidade escolar. Sem apressar, na paciência do tempo construir o novo que brota do que já se tem. Não se trata de acabar com a escola, mas de repensá-la, ela é o local adequado para aprender. Um ambiente que se faz entre diferentes, é um lugar de muitos, um bem público, um espaço comum de aprendizagem.

> Para levantar este espaço público comum da educação são necessários construtores. Precisamos de professores que assumam plenamente esta missão. São eles que, em proximidade com as famílias, os poderes locais, as entidades públicas e privadas, podem construir as condições para uma capilaridade educativa baseada no comum e na convivialidade (Nóvoa, 2022, p. 42).

Seguindo o pensamento de Nóvoa (2022), a capilaridade educativa, é algo a ser pensado, representa a distribuição da educação por diferentes espaços e tempos. Nesse sentido, a ideia é buscar com ênfase a participação social, repensar o movimento da sociedade em vista da educação.

> Precisamos de uma metamorfose da escola, de uma transformação da sua forma. O mais importante é construir ambientes escolares propícios ao estudo e ao trabalho em conjunto. Aprender não é um ato individual, precisa dos outros. A autoeducação é importante, mas não chega. O que sabemos depende, em grande parte, do que os outros sabem. É na relação e na interdependência que se constrói a educação (Nóvoa, 2022, p. 44).

Os espaços escolares precisam e necessitam de maior cuidado, sua arquitetura com abertura dialógica e democrática devem conter ambientes que possibilitem múltiplas formas de interação. É inevitável pensar que se está a formar um ser humano, dentro das relações humanas forma-se pessoas humanas.

Portanto, é importante renovar o cuidado com o espaço público da educação, com novas estruturas e formas de interação e engajamento da comunidade escolar. O espaço educativo é o lugar do encontro e da diversidade. Pensar e problematizar a educação pública, com ênfase a educação comunitária e cooperativa, a troca de experiências e o diálogo a partir do encontro é uma saída genial para aperfeiçoar o lugar onde se molda a alma dos sujeitos. Esse propósito está fundamentalmente ligado ao Professor, ele representa o ponto crucial da mudança, é viável pensar sua profissão como uma "virada de chave" no processo educacional.

Repensar a profissão professor

perante tal contexto explicitado, o que a escola na figura do professor pode oferecer de atrativo, que valorize a capacidade inventiva, criativa e dinâmica que está localizada a vida dos educandos? Como ser professor nesta trama social? Ensinar? Aprender? Como organizar a vida escolar para que ela seja pensada positivamente e necessária para os seres humanos de hoje? Como pensar a formação do próprio professor nessa transformação da educação? São inúmeros os questionamentos que podem servir de balizas para nossa ação em favor da educação.

O professor precisa reconhecer este mundo em fluxo constante e pensar na prática educacional como continuidade, apesar da dispersão e incerteza. A sociedade em transformação não é mais compatível com a escola, e a sala que era o local de segurança do professor detentor do conhecimento, passou a ser um pesadelo para ele e para os próprios alunos que não se identificam com ela, nem se espelham na figura do mestre.

Como afirma Maria Teresa Nidelcoff (2004, p. 24),

> Efetivamente poucas instituições são e tem sido tão criticada em nossa época como a escola, do ponto de vista de seus métodos e, ultimamente, frente a realidade do fracasso escolar. Do mesmo modo, poucos profissionais têm recebido tantas críticas como nossos - professores de ensino primário e médio. Deixamos de ser considerados “apóstolos” e figuras paternais ou maternais para nos convertermos em pessoas que parecem fazer tudo errado.

O modelo de virtude, o vocacionado e o apóstolo, não existem mais, se entendermos estas mudanças pode-se pensar na existência do professor como uma profissão como todas as outras, mas o que faz desta profissão docente ser especial e imprescindível? Ela é a mãe de todas as demais profissões, ou existe alguém que nunca precisou de um mestre? Entretanto, além de perder o status e reconhecimento, o ofício do professor vem sofrendo críticas, vêm sendo inferiorizado[8] perante os discursos sociais, e esses discursos adentram aos espaços escolares e influenciam na relação entre professores e estudantes.

Da calmaria da sala de aula, advinda da autoridade do professor legitimada pela escola e sociedade, vislumbramos em nossos dias um desinteresse generalizado, onde o professor só é ouvido depois de muita insistência perante seus alunos. Daí brota muitos questionamentos, como reflete Dalbosco (2021, p. 178): “como tornar a sala de aula presencial um ambiente pedagógico formativo, isto é, como espaço recíproco de ensino e aprendizagem, onde professor e aluno ensinam e aprendem simultaneamente”.

Dessa relação de conflito que se estabeleceu nos centros escolares, surge a figura do professor estressado, desgastado, depressivo, esgotado, ele se vê sugado pela avalanche de falas e da própria insignificância com a qual aprende a conviver perante seus próprios alunos. Não é só o trabalho que é negativo e desgastante, mas a própria valorização do professor, que viu seu salário emagrecer, seus direitos sucumbirem.

8 Exemplo dessa desvalorização pode-se encontrar nesta reportagem: https://veja.abril.com.br/coluna/matheus-leitao/o-recado-absurdo-de-eduardo-bolsonaro-para-os-professores Acesso em: 9 ago. 2023.

Esta profissão, como outras, virou uma mera mercadoria, onde a clientela também é levada pela lógica da mercantilização, do consumo, sendo assim, é comprável e descartável. “Ao curvar-se à lógica mercadológica baseado exclusivamente na competição lucrativa, a educação não questiona mais sobre as coisas que são centrais ao fortalecimento da democracia e, o que é ainda pior, abandona o caminho que conduz à formação democrática das novas gerações” (Dalbosco, 2021, p. 162). Essa lógica não é aceitável na existência profissional dos professores, não há como se acostumar a ser uma mercadoria barata, por ter bastante oferta e qualidade limitada. É dos professores que devem partir as mais diversas iniciativas para esta mudança de cenário.

Diante deste ambiente conturbado e desgastante da profissão professor, alguns teóricos da educação propõem a renovação. Um deles, Rui Canário, sugere a reinvenção e a recriação do ofício do professor, em sua reflexão aponta quatro elementos para esse novo modo de ser professor, “ o professor entendido como um analista simbólico, artesão, um profissional de relações e um construtor de sentidos” (Canário, 2006, p. 22).

Um ser simbólico é aquele que não precisa dar respostas prontas, que investe nas incertezas as quais estão em sintonia com esse mundo tecnológico. O artesão é um constante construtor, não se acomoda com o mesmo, está sempre se reinventando. O profissional de relações, é humano, investe no ser, no que é, na existência compartilhada pelas pessoas em suas vivências. O construtor de sentidos, mostra a possibilidade da compatibilidade e da valorização da educação para a vida de todos que estão envolvidos com ela.

Nesta reinvenção do ofício do professor, é preciso também entender que a escola fechada em si mesma, precisa abrir-se e reconhecer a importância dos conhecimentos apresentados pelos alunos, uma construção do conhecimento em sintonia com o todo é de grande importância para a emergência de novos modos de pensar a relação professor e seu trabalho. A predisposição ao diálogo é o início da transformação.

No mesmo sentido, pode-se tomar a reflexão de Marcos Masetto: “Pretendemos formar um profissional não apenas competente, mas também compromissado com a sociedade em que vive, buscando meios de colaborar com a melhoria da qualidade de vida de seus membros, formar um profissional competente e cidadão” (Masetto, 2005, p. 83). Nesta direção o professor precisa estar ciente do mundo em que vive, e tentar entender também em que mundo seus alunos estão inseridos, se isso não acontecer, continuaremos a aumentar a distância entre o professor e os alunos. A aula ministrada pelo professor sem pensar nas condições existenciais dos alunos, pode ser boa e atraente para ele mesmo, menos para os alunos. O conhecimento construído em sintonia com a realidade de todos os envolvidos com a escola, pode melhorar o trabalho e a valorização do professor. Sobre isso, da mesma forma, Paiva e Sponchiado (2011, p. 172) afirmam:

> Seja na ecologia da classe ou em outros espaços socioeducativos, o professor é considerado um profissional do saber, um mediador de múltiplos e diversificados conhecimentos, presença imprescindível na gestão dos processos de ensino e aprendizagem compreendidos na extensão de sua multidimensionalidade e permanente elaboração de sentidos e significados.

O professor deve ser o principal autor de sua auto reinvenção, é seu dever buscar em sua criatividade novas formas de mediar o conhecimento. Inserir-se no mundo da pesquisa e da atualização, buscando o que de mais avançado se tem no mundo do conhecimento. Como diria Rubem Alves, a tarefa do professor é provocar admiração e espanto nas crianças. Ele deve ser visto como um provocador, um criador de gostos, mas para isso ser possível é preciso haver sintonia entre as partes, e não o distanciamento entre quem sabe e quem precisa aprender.

O professor, seja da educação infantil, fundamental, médio ou de ensino superior, teve seus mestres, sua formação, ou seja, ele é resultado do trabalho coletivo de muitos professores. Um professor forma muitas profissões, entre as quais o próprio professor. Logo, é viável e faz-se urgente pensar a formação dos novos professores. Assim como afirmou Immanuel Kant (2008. p. 62), trata-se de realizar " a saída do homem de sua menoridade, da qual ele próprio é culpado. A menoridade é a incapacidade de fazer uso de seu entendimento sem a direção de outro indivíduo". Ir além, desafiar-se, pensar de maneira independente. Para responder aos desafios do século XXI precisa-se de professores preparados à altura das transformações sociais e dos avanços científicos. Urge a necessidade de centrar a atenção no modo como se forma o professor.

Outro teórico da educação, digno de nota, que novamente toma-se como base é António Nóvoa (2022, p. 62), que expressa: "Não é possível aprender a profissão docente sem a presença, o apoio e a colaboração dos outros professores". É necessário pensar em um novo ambiente para a formação de professores. Nóvoa (2022) propõem a importância de uma interação entre professores, universidades e escolas, neste envolvimento se encontram as potencialidades que serão essenciais na transformação da formação docente. Este educador, em seu livro *Escolas e professores: proteger, transformar, valorizar*, com a colaboração de Yara Alvim, apresenta três momentos, nos quais deve-se formar o profissional docente: a formação inicial, a indução profissional e a formação continuada.

Primeiramente, é importante pensar sobre a formação inicial, um contato comum entre os formandos e os profissionais docentes. Propõem a criação de uma espécie de casa comum para formar professores. Esse lugar deve ser dentro das universidades e que estejam estreitamente ligadas as escolas.

> É tão importante a existência, nas universidades, de uma casa comum da formação e da profissão, isto é, de um lugar de encontro entre os professores universitários que se dedicam a formação docente e os professores de rede. [...]. Nesta casa comum faz-se a formação de professores ao mesmo tempo que se produz e se valoriza a profissão docente (Nóvoa, 2022, p. 65).

Trata-se de um terceiro lugar, um espaço de articulação entre os futuros docentes, os próprios docentes, a escola e a sociedade. Um esforço cooperativo na formação dos novos mestres. Esta colaboração é deveras essencial, quando as decisões e iniciativas são tomadas em conjunto, elas ganham força e vivacidade.

Em segundo lugar, o acompanhamento dos primeiros anos de profissão. Sabedores de que a formação é permanente na vida de um educador, a convivência com os docentes formados prepara para os primeiros anos da profissão docente. Inserir os jovens professores vagarosamente no trabalho com o acompanhamento de um docente experiente, a essa experiência dá-se o nome de indução profissional. Como na medicina, seria uma espécie de "residência médica", a inserção na vida docente.

Para esta missão de "pedagogo" dos novos professores, necessita-se que seja realizada pelos melhores docentes. A ideia é instaurar, processos coletivos de docência, a consciência prática do novo professor será formada com base no trabalho em equipe. "Esta nova construção pedagógica precisa de professores empenhados num trabalho em equipe e numa reflexão conjunta" (Nóvoa, 2022, p. 67).

Construir uma comunidade formativa que articulará a universidade com a escola e a sociedade. Assim, os novos docentes irão, aos poucos, formando-se nesse ambiente de relações e crescimento humano. "A missão deste lugar, desta casa comum da formação e da profissão, não se esgota na formação inicial e deve dar origem a novas políticas de inserção na vida profissional e a um novo desenho da formação continuada dos professores, tendo como base uma reflexão coletiva, partilhada" (Nóvoa, 2022, p. 81). A educação é um espaço coletivo, esse ambiente deve respirar ajuda mútua, solidariedade e cooperação.

A formação docente se faz no chão do trabalho pedagógico através da pesquisa, das reflexões, das publicações. "Possam trabalhar em conjunto um lugar onde se valorize o trabalho de formação num compromisso com a escola pública, com a pesquisa sobre o ensino e com a ação pública em educação" (Nóvoa, 2022, p. 87). Estas são ótimas iniciativas que ajudarão a qualificar e revalorizar a profissão docente.

Por fim, a consciência de que a formação continuada é para toda a vida. Esta formação continuada se dá no espaço da escola, nos espaços em comum, na troca de experiências, na convivência diária.

> A formação continuada não deve dispensar nenhum contributo que venha de fora, sobretudo o apoio dos universitários e dos grupos de pesquisa, mas é no lugar da escola que ela se define, se enriquece e, assim, pode cumprir o seu papel no desenvolvimento profissional dos professores (Nóvoa, 2022, p. 68).

Essa ousadia é necessária para que se tenha profissionais atualizados e capazes de formar o humano atual. "A formação de professores é um espaço central na defesa da escola pública e da profissão docente" (Nóvoa, 2022, p. 88). Como vimos nas primeiras páginas desta reflexão, os problemas surgiram no decorrer da história, longos anos precisarão serem enfrentados com disciplina e determinação para renovar o espírito e o significado social da profissão professor.

A formação continuada deve estar presente na vida do professor desde o primeiro dia de sua atuação até o último instante de sua jornada como docente.

> A importância da formação continuada, a busca de soluções técnicas que, juntamente com o aspecto tecnológico, contemplem o contexto da população, do meio ambiente, as necessidades da comunidade que será atingida diretamente pela solução técnica ou suas consequências, as condições culturais, políticas ou econômicas da sociedade, os princípios éticos na condução de sua atividade profissional e que estão presentes em toda decisão técnica que se toma" (Masetto, 2005, p. 83).

Tanto o aprendiz como o professor juntamente com a escola e a comunidade exercerão juntos a tarefa de ensinar e aprender. Cabe a cada um o protagonismo necessário para ser sujeito dessa educação cooperativa. O futuro democrático da educação depende do empenho de cada agente educacional.

O momento atual, requer calma e reflexão, para pensar a escola, universidade e comunidade educadora, envolvendo a sociedade como um todo em vista da educação. Nesse sentido, Lorenzon e Fávero (2023, p. 328) pontuam: “Se passa por um processo de crise e reconfiguração, seja na universidade, na docência universitária, nas práticas de ensino e no paradigma de formação de professores”. Todo momento de crise deve ser encarado como oportunidade de grandes transformações, na crise se movimenta e, em sua grande maioria, consegue-se sair melhor.

O tempo atual exige novas abordagens, tendo em mente que a cada nova forma, ou a cada mudança que se faz, gera-se indubitavelmente algum desconforto ou conflito, este desconforto é necessário para crescer. É crível pensar que: “O momento contemporâneo é propício para experimentar práticas inovadoras, bem como ressignificar tempos e espaços que até então estavam naturalizados” (Lorenzon; Fávero, 2023, p. 328).

É preciso entender a educação, a aula, a sala ampliada, como espaço de diálogo aberto e franco, o diálogo é o ponto de partida da educação.

> Mas ações simples e aparentemente triviais, como o diálogo vivo baseado na abertura, no dizer e na escuta silenciosa ativa entre professor e aluno, podem tornar-se dispositivos pedagógicos importantes para a reinvenção democrática do exercício da autoridade, sendo também o principal antídoto contra o conservadorismo autoritário que toma conta da atual sociedade brasileira (Dalbosco, 2021, p. 33).

A autoridade do professor repensada no sentido de serviço ao educando e aqueles que compõe o campo educacional, um ouvir atento e disposto ao diálogo verdadeiro e comprometido representam qualidades possíveis do novo professor. Disso decorre a humildade intelectual, um professor humilde traz em seu caráter a capacidade de ouvir, respeitar e agir com sensatez e coragem.

O professor deve reinventar-se como um mediador, capacitado em várias dimensões. Neste sentido Claudio Dalbosco (2021, p. 160) sugere que se tenha:

> ampla formação cultural refere-se à educação de todas as capacidades humanas, exigindo o cultivo de seus diferentes tipos de racionalidade. Além disso, a formação cultural é compreendida como um processo social e exige auto formação. Como se pode observar, na raiz da ideia de formação está a tensão entre o si mesmo e o outro, o indivíduo e a sociedade.

Em síntese, a educação pensada no sentido cooperativo, significa manter um inter-relacionamento em várias instâncias da grande área educacional. Os desafios são grandes, é preciso nuclear todas as forças em um esforço comum em defesa da educação. Esse processo não é repentino, necessita de articulação em todas as instituições da rede pública de educação, sejam elas políticas, culturais, sociais ou educacionais, o fato é que é necessário repensar a educação, a escola, a universidade e a formação do professor para renová-las.

Considerações finais

A escola, a universidade e a profissão professor, desde as suas origens estão imbricadas uma a outra. Neste interim histórico enfrentaram momentos de bonança, como também situações de dificuldades, cada época possui a sua particularidade. Entretanto, perpassando estes momentos, chega-se na terceira década do século XXI com desafios novos, e diante destes urge suscitar novas maneiras, renovadas formas para metamorfosear a grande área Educação.

A educação formal de modo geral, não deixa mais espaço para a centralidade tutorial do professor, a classe dos trabalhadores da educação precisa entender-se no tempo e encarar a escola com todas as novidades e desafios presentes. Os sujeitos da educação necessitam ousar na arquitetônica que gere a categoria educação.

Parafraseando Rancère (2007), o excesso de ensino é muito prejudicial a aprendizagem, e mesmo que o sistema educacional acredite e exija do professor explicação, transmissão de conhecimento, aos poucos é possível ir cedendo espaço para a maioridade e a emancipação dos educandos, para que a sociedade do presente possa entender a profissão do professor, e revalorizá-la na sua grandeza histórica. Nesse caminho é possível pensar a metamorfose, mudança de forma e maneira de compreender a educação e seus agentes.

Repensar e renovar os espaços educativos é uma urgência primordial. Para isso, o diálogo inter-geracional deve ganhar relevância, pois “A experiência dos mais velhos e das gerações passadas pode ensinar-nos duplamente: a evitar os erros por eles cometidos e a ampliar nossos horizontes na medida em que soubermos nos apropriar criticamente de como buscaram tratar da questão formativo-educacional humana” (Dalbosco, 2021, p 34). A sala de aula não pode mais ser compreendida entre quatro paredes, mesas, cadeiras e um quadro negro. A sociedade e o humano mudaram, assim, a renovação deve ser constante.

Portanto, a renovação da formação do futuro professor, é uma ideia necessária. Este sujeito chamado professor, ninguém o substitui, ele é mais do que nunca imprescindível. Estamos a falar e refletir sobre gente, seres humanos em construção, formar um humano não é possível sem outro humano, eis aí a relevância da profissão professor. Por isso, pensar em novos ambientes, de forma diferente e inovadora, com experiências comprometidas com a sociedade e o bem comum fará com que se tenha uma nova sociedade, uma nova escola e uma renovada universidade com professores autênticos, realizados e vibrantes no ato de educar. Pois, “sem educação o ser humano viveria apenas em seu estado de rudeza” (Dalbosco, 2021, p. 31).

Referências

AZEVEDO, Rodrigo. A história da Educação no Brasil: uma longa jornada rumo à universalização. *Gazeta do Povo*, 11 mar. 2018. Disponível em: https://www.gazetadopovo.com.br/educacao/a-historia-da-educacao-no-brasil-uma-longa-jornada-rumo-a-universalizacao-84npcihyra8yzs2j8nnqn8d91/. Acesso em: 12 ago. 2023.

CANÁRIO, Rui. *A escola tem futuro?* Das promessas às incertezas. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DALBOSCO, C. A. *Educação e condição humana na sociedade atual*: formação humana, formas de reconhecimento e intersubjetividade de grupo. Curitiba: Appris, 2021.

FRANCA, Leonel. *O método pedagógico dos jesuítas*: o "Ratio Studiorum" Rio de Janeiro: Agir, 1952.

KANT, I. *Textos seletos*. Introd. Emmanuel Carneiro Leão. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

LORENZON, M.; FÁVERO, A. A. Pedagogia universitária e formação de professores: alguns pontos para reflexão. *Revista Signos*, Lajeado, ano 44, n. 1, p. 316-338, 2023.

MASETTO, M. T. Docência universitária: repensando a aula. *In*: TEODORO, A.; VASCONCELOS, M. L. (org.). *Ensinar e aprender no ensino superior*: por uma epistemologia da curiosidade na formação universitária. 2. ed. São Paulo: Ed. Mackenzie: Cortez, 2005. p. 79-108.

NIDELCOFF, M. T. *Ciências sociais na escola: para alunos de 12 a 16 anos.* Trad. Débora Jimenez. São Paulo: Brasiliense, 2004.

NÓVOA, A. *Escolas e professores*: proteger, transformar, valorizar. Colaboração de Yara Alvim. Salvador: SEC/IAT, 2022.

PAIVA, Y. M. S.; SPONCHIADO, D. A. M. A docência universitária: um fenômeno complexo. *Perspectiva*, Erechim, v. 35, n. 132, p. 171-181, 2011.

RANCIÈRE, J. *O mestre ignorante*: cinco lições sobre a emancipação intelectual. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

VARELA, J.; ALVAREZ-URIA, F. A maquinaria escolar. *Teoria & Educação*, São Paulo, n. 6, p.68-96, 1992.

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do ifg

Volume 8, Número 2, 2023

Análise da interação solo-estrutura de uma edificação unifamiliar assentada em diferentes perfis de solos

ANALYSIS OF THE SOIL-STRUCTURE INTERACTION OF A SINGLE-FAMILY BUILDING LOCATED IN DIFFERENT SOIL PROFILES

ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA DE UN EDIFICIO UNIFAMILIAR EN BASE A DIFERENTES PERFILES DE SUELO

Iury Costa Barros
Instituto Federal de Goiás (IFG)
iucosbarros@gmail.com

Arlam Carneiro Silva Junior
Instituto Federal de Goiás (IFG)
arlam.junior@ifg.edu.br

Resumo

A Interação Solo-Estrutura (ISE) trata da relação de interdependência entre a superestrutura, a estrutura de fundação e o maciço de solo. No ofício da Engenharia Civil, a interação entre os projetistas de estruturas e de fundações não ocorre de forma plena, principalmente para obras de pequeno e médio porte, sendo predominante a consideração de apoios rígidos por parte do projetista de estruturas e a não informação da real rigidez da edificação ao projetista de fundações. No presente trabalho, considera-se a ISE no desenvolvimento de um projeto residencial unifamiliar, em alvenaria de blocos cerâmicos e estrutura em concreto armado sobre fundação rasa em sapata isolada, avaliando três diferentes perfis de solos. Observa-se a redistribuição dos esforços nos pilares após a ISE, dos centrais para os periféricos, porém de forma sutil devido à baixa carga da edificação e da sua tipologia sem simetria perfeita. Constata-se, assim, que, para os solos com boa capacidade de carga (A e B), há economia no consumo de concreto e fôrma, ao passo que, para o solo C, com baixa capacidade de carga, há aumento na dimensão de grande parte das sapatas de fundação. Neste caso, verifica-se um maior consumo de concreto e fôrma, não apresentando economia, mas favorecendo a segurança, que é o aspecto de maior importância.

Palavras-chave: *Interação Solo-Estrutura (ISE); sapatas isoladas; recalque.*

Abstract

The Soil-Structure Interaction (SSI) is the interdependent relationship between the superstructure, the foundation and the soil mass. In Civil Engineering, the interaction between structural and foundation designers does not occur fully, especially for small and medium-sized works, being predominant the consideration of rigid support by the structural designer and the non-information of the real stiffness of the building to the foundation designer. In this context, the present study considered SSI in the development of a single-family residential project, in ceramic block masonry and reinforced concrete structure on shallow foundation in isolated footings, considering three different soil profiles. It was observed a redistribution of efforts in the pillars after the SSI, from the central to the peripheral ones, but in a subtle way due to the low load of the building and its typology without perfect symmetry. It can be seen, therefore, that, for the soils with good load capacity (A and B) there is savings in the consumption of concrete and formwork, while for soil C, with low load capacity, there is an increase in the size

of most of the foundation footings, resulting in a higher consumption of concrete and formwork, not resulting in savings, but in favor of safety, which is the aspect of greatest importance.

Keywords: *Soil-Structure Interaction (SSI); isolated footings; settlement.*

Resumen

La Interacción Suelo-Estructura (ISE) se ocupa de la relación de interdependencia entre la superestructura, la estructura de cementación y la masa del suelo. En Ingeniería Civil, la interacción entre proyectistas de estructuras y de cementaciones no se produce de forma plena, especialmente en obras de pequeño y mediano tamaño, predominando la consideración de apoyos rígidos por parte del proyectista de estructuras y la no información de la rigidez real del edificio al proyectista de cementaciones. En este contexto, este trabajo consideró el ISE en el desarrollo de un proyecto residencial unifamiliar, en mampostería de bloques cerámicos y estructura de concreto armado sobre cementación somera en zapata aislada, considerando tres perfiles de suelo diferentes. Se observó la redistribución de esfuerzos en los pilares después del ISE, desde los centrales hacia los periféricos, pero de forma sutil debido a la baja carga del edificio y su tipología sin perfecta simetría. Para suelos con buena capacidad de carga (A y B), hubo ahorro en el consumo de concreto y encofrado, mientras que para el suelo C, con baja capacidad de carga, hubo un aumento en el tamaño de la mayoría de las zapatas de cimentación, lo que llevó a un mayor consumo de concreto y encofrado, no mostrando ahorro, pero sí favoreciendo la seguridad, que es el aspecto más importante.

Palabras clave: *Interacción Suelo-Estructura (ISE); zapatas aisladas; asentamiento.*

Introdução

A estrutura de uma edificação é composta por subsistemas construtivos integrados, sendo eles a superestrutura e a infraestrutura. Comumente, a superestrutura de uma edificação é constituída por pilares, vigas e lajes, na qual os carregamentos provenientes das lajes são descarregados nas vigas, que por suas vezes descarregam as cargas nos pilares, enquanto a infraestrutura é responsável por receber o somatório desses carregamentos que chegam às bases dos pilares e dissipar suas respectivas cargas no maciço de solo (Almeida; Mendonça; Brandão, 2014). O solo, por sua vez, apresenta como característica uma certa deformabilidade após ser submetido aos carregamentos da superestrutura, gerando, assim, deslocamentos no Elemento Estrutural de Fundação (EEF), que, por sua vez, gera deslocamentos na superestrutura também, caracterizando assim uma relação de interdependência entre a superestrutura, a fundação e o maciço de solos, sendo essa a definição de Interação Solo-Estrutura (ISE) (Almeida; Mendonça; Brandão, 2014). Vale salientar que a ISE já se inicia durante a fase de construção, se equilibrando após um determinado tempo, sendo essa rigidez relativa da estrutura, fundação e solo que determina o comportamento do sistema da ISE (Aydin *et al.*, 2020).

Em se tratando dos parâmetros considerados para a realização de projetos de estruturas e fundações, ainda é comum a não consideração da ISE, sendo predominante a consideração de apoios rígidos (engastados) para o dimensionamento da estrutura e a desconsideração da real rigidez da edificação para o dimensionamento das fundações (Bahia, 2015). Dessa forma, as considerações da ISE tornam o cálculo e dimensionamento dos elementos mais condizentes com a realidade, evitando assim que surjam esforços adicionais não previstos previamente em projeto.

No ofício da Engenharia Civil, majoritariamente os projetistas estruturais e de fundações interagem entre si apenas uma vez, durante o envio das cargas nos pilares por parte do projetista estrutural ao projetista de fundações, não levando a uma boa representação da realidade (Bahia, 2015). Devido a interdisciplinaridade, para a consideração da ISE é fundamental um bom conhecimento da dinâmica das estruturas e da dinâmica dos solos, dificilmente havendo um profissional com conhecimento em ambos, sendo esse o principal motivo da necessidade de uma maior integração entre os projetistas (Ritter *et al.*, 2020; Roberto; Sola, 2013).

Diante disso, métodos de cálculos baseados na análise da ISE aproximam essas duas áreas da Engenharia Civil, sendo os esforços avaliados em conjunto, de forma que a estrutura não seja considerada atuando de forma independente do solo e que a fundação não seja considerada atuando independente da estrutura, obtendo assim um modelo mais próximo da realidade e consequentemente mais seguro (Marques *et al.*, 2021; Aydin *et al.*, 2020).

Em se tratando da aplicação da ISE em residências unifamiliares, tal técnica apresenta grande importância devido ao elevado déficit habitacional no Brasil, levando em consideração a quantidade de domicílios precários, em coabitação e com elevados custos de aluguel, como por exemplo em Goiânia, cidade foco do presente trabalho. De acordo com Lis (2021), em 2019 o Brasil registrou um déficit habitacional de 5.876 milhões de moradias, apontados pela Fundação João Pinheiro. Estados da região Norte e Nordeste possuem os maiores déficits com relação ao número total de domicílios, sendo relacionado principalmente as moradias precárias. O alto custo do aluguel urbano representa mais da metade do déficit habitacional total, sendo Goiânia pertencente a um grupo de 26 cidades com os maiores preços médios de locação.

O estudo realizado por Silva, Alves e Andrade (2023) apresenta o comparativo de custos para construção de uma edificação unifamiliar comparando diferentes métodos construtivos, demonstrando a importância da investigação de métodos que visem a redução de desperdícios e morosidade em obras residenciais, mantendo sua qualidade. Já Araújo *et al.* (2020), em seu estudo, realizaram a análise de patologias em uma edificação unifamiliar devido a ocorrência de recalques diferenciais, constatando que dentre os fatores que influenciaram na problemática, um fator relevante foi a falta de investigação geotécnica e da análise com a ISE.

Ao longo de sua história, Goiânia apresenta um grande crescimento populacional, tornando-se um espaço complexo com problemas de habitação, fazendo assim com que surgissem, na década de 1960, os processos de verticalização e horizontalização na cidade. O processo de verticalização ocorreu principalmente nos setores destinados às classes mais altas, ao passo que, nos setores destinados às camadas populares, ocorreu o processo de horizontalização (Oliveira *et al.*, 2004). Diante disso, nota-se a importância das residências unifamiliares para a região de Goiânia, fazendo-se necessário estudos a respeito de técnicas que visem a obtenção de resultados mais assertivos durante a realização dos projetos de tais residências, evitando ao máximo patologias decorrentes de recalques diferenciais, conforme exposto por Araújo *et al.* (2020).

O presente trabalho buscou analisar a utilização da ISE no desenvolvimento de um projeto estrutural para uma edificação unifamiliar considerando diferentes perfis de solos, de forma a encontrar a influência dos mesmos sobre o comportamento global da estrutura e, dessa forma, contribuir para que técnicas mais realistas se façam cada vez mais presentes em escritórios de projetos de Engenharia. Para tal, foi utilizado o *software* comercial *TQS* para análise da ISE, obtendo como resultados a redistribuição de esforços nos pilares, dos mais centrais para os mais periféricos.

Revisão bibliográfica

Para uma melhor compreensão acerca do fenômeno da ISE, faz-se necessário o conhecimento do seu comportamento, bem como seus fatores envolvidos. Portanto, apresenta-se a partir daqui uma revisão bibliográfica focada nas características dos solos e estruturas típicas da região metropolitana de Goiânia, fundações e interação solo-estrutura.

Com relação ao Estado de Goiás, principalmente na Capital Goiânia, de acordo com Gonçalves e Ferreira (2013), a partir dos anos 2000 houve um aquecimento ascendente do mercado imobiliário e consequentemente a verticalização da cidade, passando assim a atrair construtoras nacionais e multinacionais que já atuavam com fundações em outras partes do Brasil. Além disso, ao longo de sua história, Goiânia sempre mostrou um grande crescimento populacional, apresentando uma taxa geométrica de crescimento de aproximadamente 1,77% para o período de 2000 a 2010 (Borges; Barreira; Costa, 2017). Para complementar, de acordo com a Fundação João Pinheiro (2021), o déficit habitacional relativo da Região Metropolitana de Goiânia em 2019 foi de 7,4%, sendo um dos fatores que motivou o governo a criar programas que facilitassem a conquista da casa própria para famílias de baixa renda, como o Minha Casa Minha Vida, demonstrando assim a importância das residências unifamiliares (D'Agostini, 2018). Sendo este o foco de análise do presente trabalho, ou seja, a realização de um estudo acerca dos efeitos da consideração da ISE em uma residência unifamiliar assentada em diferentes maciços de solos.

Interação solo-estrutura

Estruturas de Fundações são elementos estruturais cuja finalidade é receber as cargas totais de uma edificação e transmiti-la para o maciço de solo, de forma que não ocorra ruptura do terreno de fundação e nem deformações excessivas no solo, acompanhada de recalques que prejudiquem a obra. Quanto à terminologia, as fundações são comumente divididas em dois grandes grupos: fundações rasas (superficiais ou diretas) e fundações profundas. A NBR 6122 define que as fundações rasas são aquelas cujas bases estejam assentadas em profundidade inferior a duas vezes sua menor dimensão e as fundações profundas são aquelas cujas pontas (ou bases) estejam apoiadas em uma profundidade superior a oito vezes a sua menor dimensão e no mínimo 3 m de profundidade (ABNT, 2022).

Quanto ao recalque de solos, como mencionado anteriormente, a ISE pode apresentar considerável influência nos movimentos das estruturas de fundações das edificações. Apesar de já haver uma grande quantidade de estudos acerca do assunto, os recalques ainda apresentam desafios às teorias devido à heterogeneidade dos solos. Sendo assim, a obtenção de valores mais precisos dos recalques pode ser aprimorada através de melhores técnicas de investigação do solo, como por exemplo através de redes geodésicas de monitoramento de estruturas, capazes de fornecer informações com precisões cada vez mais assertivas, além também da utilização de modelos mais representativos e da análise através da ISE (Colares, 2006; Santos; Seixas, 2021). Conforme a sua classificação, os recalques são separados em absolutos e diferenciais, sendo o recalque absoluto definido pelo deslocamento vertical de um EEF, já o recalque diferencial trata-se da diferença entre os recalques absolutos de dois quaisquer elementos, sendo ambos caracterizados como movimentos verticais no sentido descendente, diferentemente do fenômeno de deslizamento,

que conforme descrito por Santos e Seixas (2021), se caracterizam como um conjunto de movimentos gravitacionais que possuem plano de ruptura curvo ou plano. Há também o chamado recalque diferencial específico (ou distorção angular), que se trata da relação entre o recalque diferencial e a distância entre os centros dos dois pilares em estudo.

Uma das primeiras pesquisas desenvolvidas sobre o tema no Brasil foi proposta por Chamecki (1954), na qual foi realizada a análise da ISE através de um processo iterativo, no qual, inicialmente, considerou-se a estrutura com apoios indeslocáveis e coeficientes de transferências de cargas (referentes às reações de apoio provenientes de recalques unitários de um apoio qualquer), sendo realizado até que houvesse convergência entre os valores de recalques e reações de apoio. Desta forma, a pesquisa de Chamecki (1954) estabeleceu uma ligação entre a rigidez da estrutura e os recalques da fundação, sendo esse um fator importante na eficiência do projeto.

Em trabalhos já consolidados da área, destaca-se a ocorrência de redistribuição de esforços quando se considera a deformabilidade do solo, ocorridas em estruturas de pórticos quando sujeitas a recalques diferenciais (Silva, 2010). Antoniazzi, Alva e Soares (2010) observaram a ocorrência dessa redistribuição de esforços, em que pilares centrais foram aliviados; enquanto, os pilares periféricos passaram a ser mais solicitados axialmente. Portanto, observa-se que a não consideração da ISE pode levar a um comportamento diferente do observado na realidade.

De acordo com Colares (2006), semelhante ao efeito de redistribuição de esforços, essa alteração de comportamento ocorre também com os valores dos recalques, principalmente no que se refere aos diferenciais, que passam a se distanciar daqueles obtidos por análise estrutural que não contemple a ISE. Isso é exemplificado na Figura 1, em que, à esquerda é possível observar o comportamento da deformada de recalques e das reações de apoio com a consideração da ISE. Verifica-se que à direita é possível observar seus comportamentos sem a consideração da ISE.

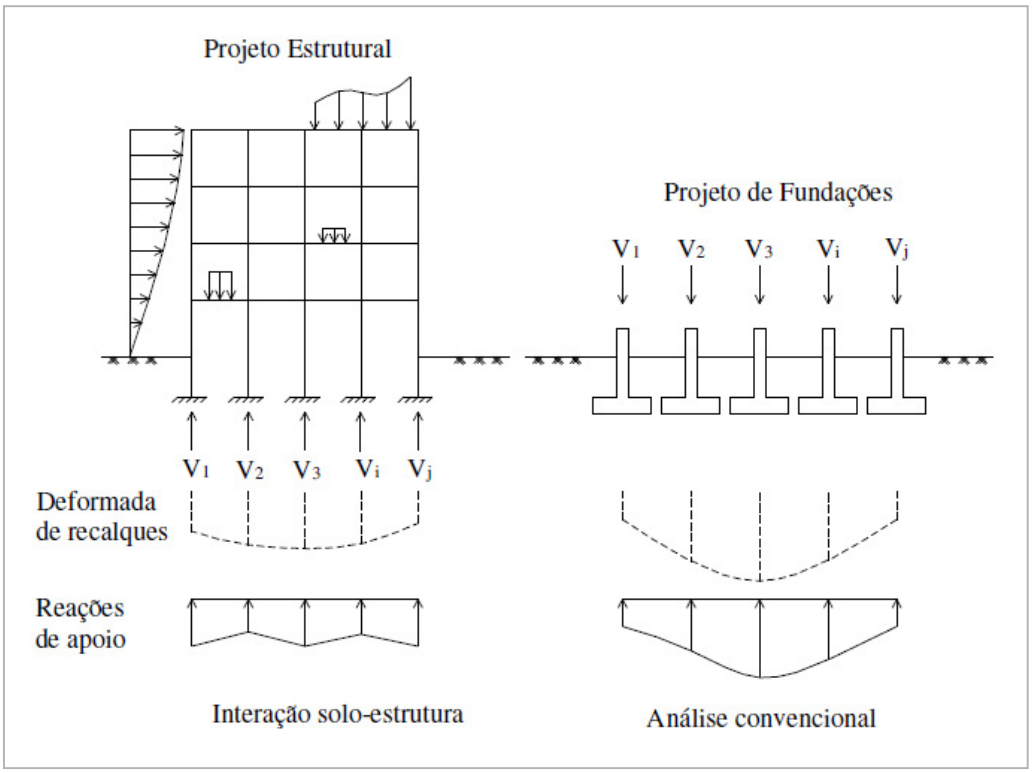


Figura 12 – Modelo de elaboração de projetos estruturais e de fundações
Fonte: Colares (2006).

Já com relação a consideração da ISE em situações com ocorrência de cargas sísmicas, Chen *et al.* (2023) realizaram estudos físicos e numéricos de uma estação de metrô em estrutura pré-fabricada com dois andares e três vãos, de forma a avaliar seu desempenho sísmico. Como resultados, observaram que a camada superior da estação de metrô sofreu mais dano do que a camada inferior, e que a coluna da camada superior foi a parte mais frágil na resistência sísmica de toda a estrutura da estação.

Cortez *et al.* (2022) apresentam o estudo do comportamento de um edifício sujeito a carga sísmica e de tsunami em sequência, considerando os efeitos da ISE através de análise dinâmica. Como resultados, observaram que o comportamento da estrutura considerando a ISE se apresenta mais condizente com a realidade, observando comportamentos como a rotação da fundação e permitindo a inclusão de forças de flutuação induzidas pelo tsunami, podendo ser críticas para a estabilidade global do edifício.

FATORES QUE INFLUENCIAM O MECANISMO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

Com relação à superestrutura e à infraestrutura, diversos fatores afetam o mecanismo da ISE, com maior ou menor intensidade, sendo alguns dos principais: o número de andares, o processo construtivo e a disposição dos elementos estruturais (forma da planta baixa da edificação), as características do maciço de solo (configuração e a profundidade da superfície indeformável), dentre outros (Colares, 2006).

Reis (2000) realizou a verificação dos efeitos gerados por edificações vizinhas em fundações superficiais apoiadas em maciço de solo de argila mole, através de um estudo paramétrico variando a distância entre as edificações. Com isso, observou-se que a presença de edificações vizinhas aumentava os valores de recalques e, conforme aumentava-se a distância entre elas, observou-se também a diminuição dos valores de recalques. Ribeiro (2005) analisou a situação de um bloco isolado assentado sobre um meio elástico, linear e semi-infinito e, posteriormente, a situação de dois blocos (idênticos ao primeiro) próximos entre si e assentados sobre o mesmo meio contínuo. Como conclusão, observou-se que o segundo caso levou a deslocamentos aproximadamente 7% maiores que os do primeiro caso. Destaca-se que estes trabalhos não são pioneiros na descoberta do efeito de grupo.

Meyerhof (1953) apresentou os efeitos da rigidez relativa estrutura-solo (fator que determina o desempenho da construção em relação aos recalques total e diferencial) e os efeitos causados às fundações devido aos recalques (absolutos e diferenciais) e momentos fletores. Apresentou também fórmulas que possibilitam a consideração de uma edificação mais simples do que a real e com rigidez equivalente, sendo considerado um dos trabalhos pioneiros na consideração da ISE. Neste mesmo sentido, Antoniazzi (2011) define que a rigidez relativa se trata da relação entre a rigidez do solo e a rigidez da superestrutura, tendo sido melhor definida por Meyerhof (1953), conforme a Equação 1 a seguir.

$$K_{SS} = \frac{K_e}{K_S} = \frac{n.\Sigma\frac{E_{sup}.I}{l^4}}{E_S} \quad (1)$$

onde:

K_{SS} - Rigidez relativa estrutura-solo;
K_e - Rigidez da superestrutura;
K_S - Rigidez do solo;
n - Número de pavimentos;

l - Comprimento dos vãos entre pilares;
I - Inércia da seção transversal de cada viga;
E_{sup} - Módulo de elasticidade da superestrutura;
E_S - Módulo de elasticidade do solo.

De forma a consolidar o trabalho de Meyerhof (1953), Lopes e Gusmão (1991) observaram que conforme se aumenta a rigidez relativa estrutura-solo () há redução dos valores de recalques, principalmente com relação ao recalque diferencial, como mostra a Figura 2.

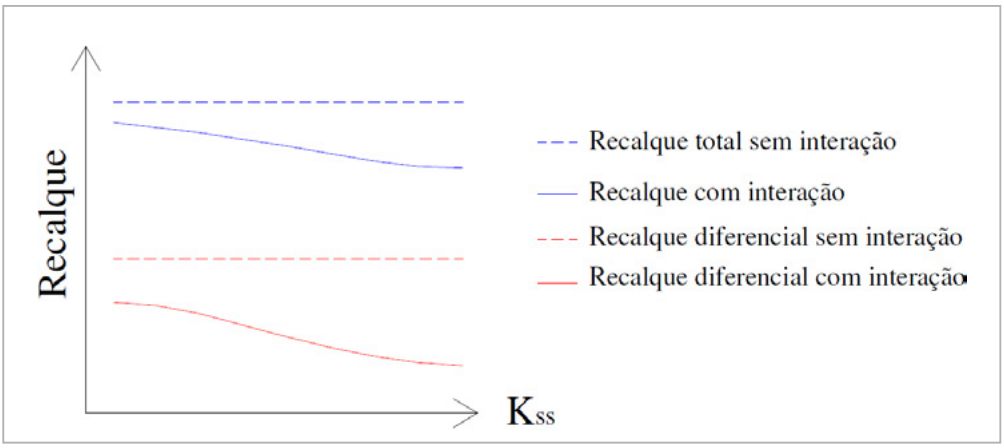


Figura 13 – Recalque x rigidez relativa estrutura-solo
Fonte: Lopes e Gusmão (1991).

Quanto ao número de pavimentos, seu aumento conduz a estrutura global a uma maior rigidez relativa. Entretanto, essa relação não apresenta linearidade, pois a contribuição por parte dos primeiros pavimentos se mostra consideravelmente maior que a dos últimos (Colares, 2006).

Lopes e Gusmão (1991) realizaram também em seu trabalho a verificação da influência do número de pavimentos da edificação, através da fixação do valor de e da variação do número de pavimentos do pórtico. Os autores observaram que os valores dos recalques diferenciais foram reduzidos. Realizando o aumento gradativo do número de pavimentos constataram que a influência exercida pelos primeiros andares era maior.

É usual a consideração de que os carregamentos só atuarão na estrutura após a finalização de sua construção (Antoniazzi, 2011; Bahia, 2015). Todavia, conforme mencionado anteriormente, a rigidez relativa da estrutura aumenta de forma considerável conforme o número de pavimentos, e desta forma, a sequência construtiva da edificação é também um fator importante no mecanismo da ISE (Antoniazzi, 2011). Conclui-se, portanto, que a consideração da sequência construtiva consiste na aplicação gradual das cargas na estrutura, ou seja, aplicando-se os carregamentos conforme cada pavimento é construído. Desta forma, os esforços provindos da estrutura vão sendo somados a cada etapa (Antoniazzi, 2011).

Gusmão e Gusmão Filho (1994) realizaram o monitoramento do início ao fim de obras na cidade de Recife - PE, e observaram o aumento dos recalques conforme o acréscimo das forças atuantes nos pilares. Em contrapartida, conforme o progresso da construção, houve também aumento da rigidez relativa da estrutura, tendendo assim a menores incrementos dos recalques (uniformização) e redistribuição das cargas.

Desta maneira, Danziger, Danziger e Crispel (2000) destacaram em seu trabalho a importância da realização do monitoramento de recalques desde o início da construção, com o objetivo de garantir o controle e desempenho das fundações;

visto que, nos procedimentos nacionais de engenharia de fundações, é comum a medição dos recalques apenas quando surgem problemas visuais ou de funcionalidade, não sendo uma prática rotineira da engenharia. Como exemplo disto, Santos e Seixas (2021) realizaram em seu estudo o monitoramento geodésico através de uma rede planialtimétrica de caráter local, evidenciando que métodos modernos para previsão de recalques como este vem ganhando bastante destaque nos últimos anos devido sua capacidade de fornecer informações mais precisas até mesmo em tempo real.

Metodologia

De forma a analisar o modelo estrutural de uma residência unifamiliar, visando a obtenção das informações de redistribuição de esforços nos pilares através da comparação do modelo com e sem a consideração da ISE, são apresentados, primeiramente, as etapas do cálculo da ISE. A Figura 3 apresenta um fluxograma descrevendo todas as etapas do procedimento de cálculo da ISE.

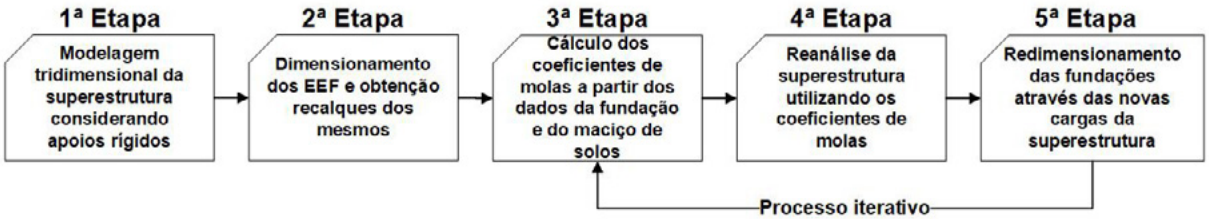


Figura 14 – Fluxograma do procedimento de cálculo e análise considerando a ISE
Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Figura 3, na primeira etapa foi realizada a definição e modelagem tridimensional da estrutura completa (superestrutura e fundação), considerando inicialmente os apoios como engastados de forma a obter os esforços internos da superestrutura. A segunda etapa consistiu no dimensionamento dos EEF e obtenção dos dados de recalques nos mesmos. Com os devidos dados obtidos das cargas da superestrutura e dos recalques nas fundações, a terceira etapa consistiu na realização do cálculo dos coeficientes de molas considerando as dimensões das fundações e os parâmetros dos perfis de solos. Na quarta etapa foi realizada uma nova análise dos esforços na superestrutura; porém, utilizando os coeficientes de molas obtidos na etapa anterior para a consideração de apoios deslocáveis. Por fim, na quinta etapa foi realizado um novo cálculo dos recalques nas fundações, com os novos valores de cargas da superestrutura, tratando-se assim de um procedimento iterativo que terminou através da obtenção da convergência para os resultados de carga e de recalque.

Neste trabalho foi feito uso do *software* comercial *TQS*, que vem sendo desenvolvido desde 1986 pela empresa brasileira TQS Informática LTDA e destinado à elaboração de projetos estruturais de edificações em concreto armado, protendido, pré-moldado e em alvenaria estrutural.

Para a análise da ISE, o *TQS* conta com o Sistema de Interação Solo-Estrutura (SISEs) que permite que as fundações e a sua interação com o solo sejam analisadas conjuntamente. Para a análise e geração de resultados, os dados geotécnicos são baseados em sondagens do solo, que devem ser inseridas pelo engenheiro usuário, havendo diversos métodos de cálculos disponibilizados no sistema. No SISEs, o modelo de pórtico espacial passa a não ser considerado com apoios engastados na base e começa a incorporar a fundação que se apoia em molas de translação (TQS Informática, 2021).

Os principais diferenciais presentes na análise estrutural com o SISEs são: menores momentos nas bases dos pilares; estimativa de recalque na base da edificação; estimativa mais realista de deslocamentos da estrutura; análise mais completa da estrutura e consideração da rigidez do solo em que se apoia a edificação.

Descrição da estrutura analisada

O objeto de estudo do modelo de ISE no trabalho em questão corresponde a uma residência unifamiliar de dois pavimentos, como ilustrado pela Figura 4 a seguir.

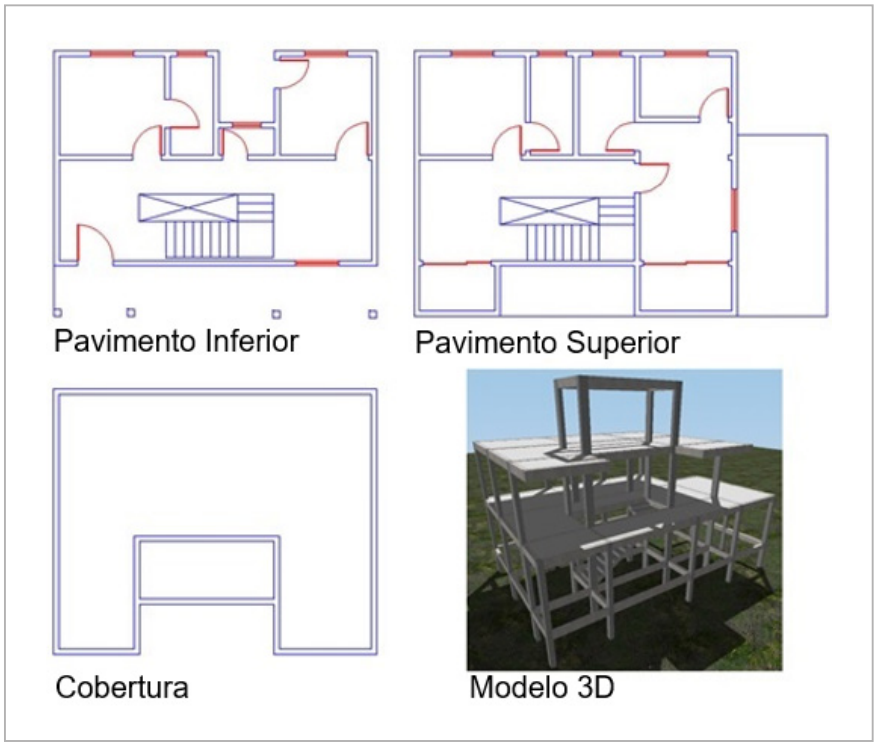


Figura 15 – Plantas baixas e modelo 3D da residência unifamiliar em estudo
Fonte: Elaboração própria.

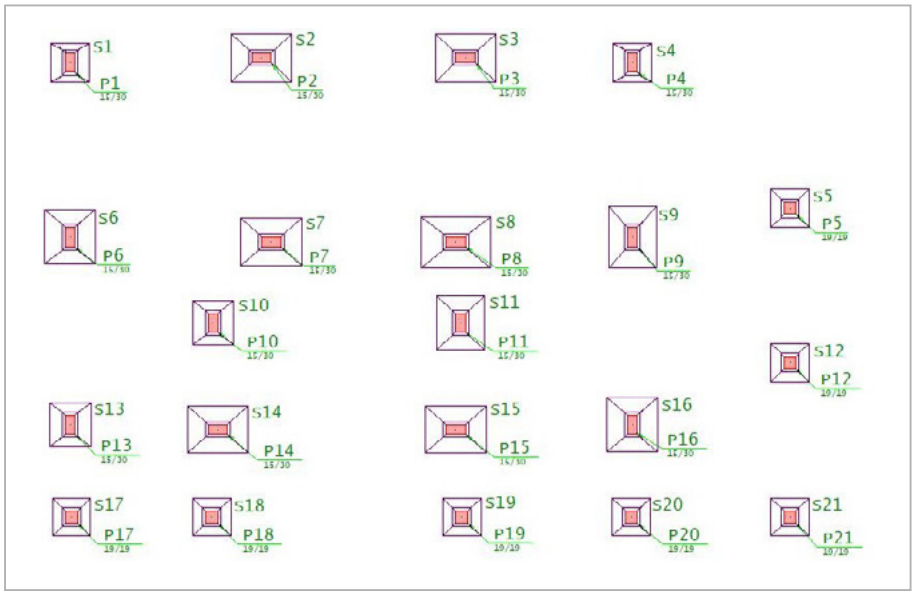


Figura 16 – Planta de fôrma da fundação
Fonte: Elaboração própria.

A estrutura é em concreto armado e sua fundação é do tipo sapata isolada, conforme a Figura 5, sendo utilizado fck de 25 MPa para todos os elementos estruturais. A escolha desse tipo de fundação se deu pela estrutura e tipo de solos definidos, sendo uma fundação comumente utilizada para residências, devido a apresentarem menores áreas e menores cargas impostas, além também de serem mais econômicas. Além disso, por se tratar de uma edificação com estrutura convencional (pilares, vigas e lajes) similar a edificações de múltiplos pavimentos, adotou-se a fundação em sapatas isoladas para proceder com a análise da ISE, por se tratar de uma fundação que transmite carga ao solo por compressão da base, simplificando a análise das distribuições de tensões em comparação com fundações profundas, em que parte da carga é dissipada por atrito lateral.

Descrição dos maciços de solos

O primeiro (Solo A) é caracterizado como majoritariamente argiloso com boa capacidade de carga. O segundo (Solo B) é caracterizado como majoritariamente arenoso com boa capacidade de carga. E, por fim, o terceiro (Solo C) é caracterizado como majoritariamente argiloso com baixa capacidade. Todos os solos considerados são característicos da Região Metropolitana de Goiânia, sendo provenientes de ensaios de sondagem do solo. Todas as sapatas foram dimensionadas com altura de 20 cm e cota de assentamento a 1,5 m de profundidade, tendo sido devidamente verificada de forma a garantir a integridade estrutural do elemento, não apresentando problemas. A Figura 6 apresenta, em sequência, os laudos de sondagem SPT (*Standard Penetration Test*) dos solos.

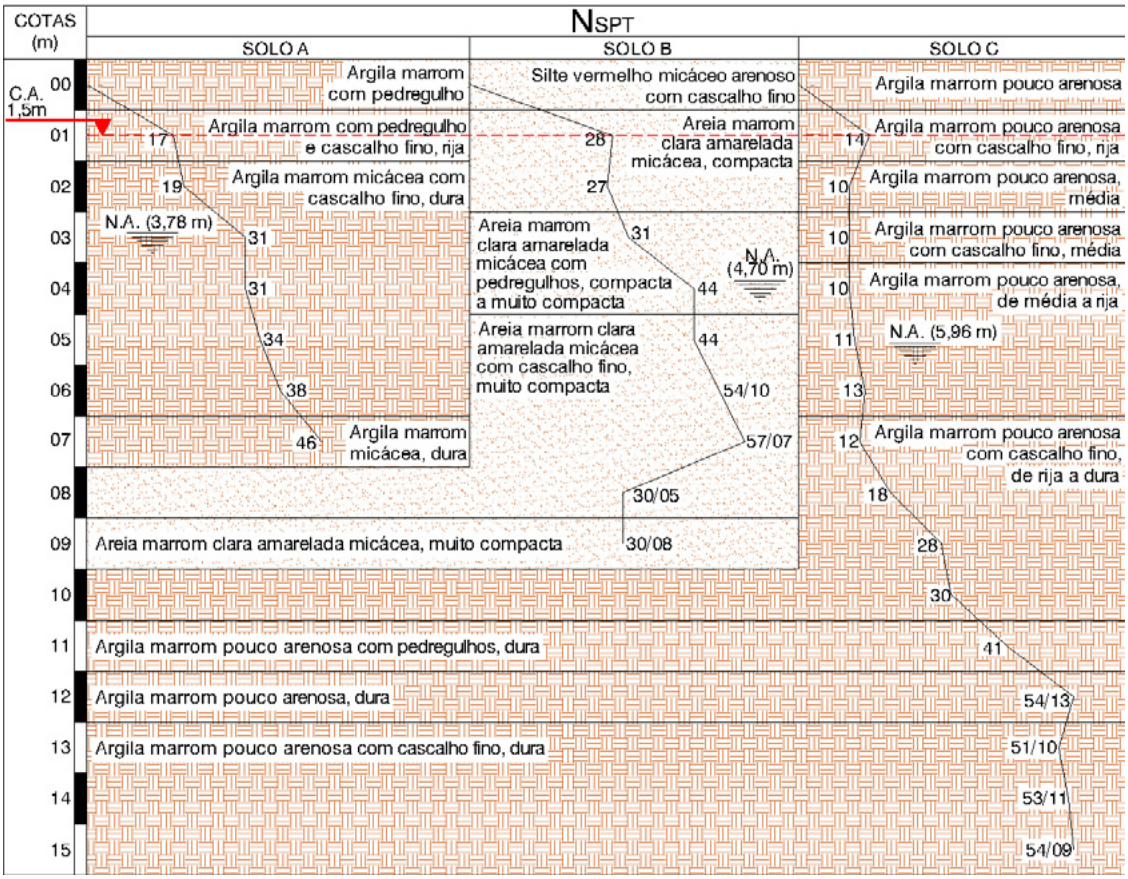


Figura 17 – Perfis de sondagem SPT dos três maciços de solos
Fonte: Elaboração própria.

A tensão admissível dos solos foi calculada a partir de correlações empíricas com os valores da sondagem SPT, conforme formulação específica para o caso de sapatas, considerando o bulbo de tensões (NSPT médio). Para os solos A e C foi utilizada a correlação empírica apresentada na Equação 2. Já para o solo B, se tratando de um solo arenoso, foi utilizada a correlação desenvolvida por Teixeira (1996), apresentada na Equação 3.

$$\sigma_s \cong \frac{N_{SPT}(Médio)}{50} \ (MPa) \quad (2)$$

$$\sigma_a = 0{,}05 + (1 + 0{,}4\mathrm{B})\frac{N_{SPT}}{100} \ (MPa) \quad (3)$$

onde:

σ_s - Tensão admissível do solo;
N_{SPT} - Índice de resistência de penetração do solo;
σ_a - Tensão admissível do solo para areias desenvolvido por Teixeira (1996);
B - Dimensão lateral (em metros) de uma sapata quadrada.

O procedimento de cálculo consistiu, primeiro em um cálculo da tensão admissível, considerando apenas o NSPT da cota de assentamento. Depois calculou-se a área necessária da sapata através da razão entre a carga média dos pilares (93,03 kN) e a tensão admissível calculada. Com a área da sapata, o valor B foi obtido considerando uma sapata quadrada, sendo o bulbo de tensões equivalente a duas vezes essa dimensão. Por fim, foi recalculada a tensão admissível do solo, considerando o NSPT médio para a extensão calculada do bulbo de tensões. Desta forma, os valores de tensão admissível obtidos para os maciços de solo A, B e C foram, respectivamente, 0,35 MPa, 0,39 MPa e 0,24 MPa na cota de assentamento.

Resultados

Observou-se através da análise das reações de apoio que houve redistribuição de esforços verticais entre os pilares quando considerada a ISE. Por exemplo, para o solo A houve alívio de 15,65% do pilar P16, este um pilar central, e acréscimo de 23,54% no P20, este um pilar periférico, conforme mostra a Tabela 1. Foi possível observar ainda que as diferenças foram mais acentuadas para o solo A. Tal constatação pode ser justificada pelos maiores valores de NSPT neste solo, sendo uma argila com boa capacidade de carga. Os valores de cargas, apresentados a seguir na Tabela 1 foram obtidos somente após o processamento final da estrutura, posteriormente a retirada de todos os erros graves contidos no modelo estrutural.

Pilar	Posição	Fz (tf)						
		Sem ISE	Com ISE			Diferença (%)		
		Solo A/B/C	Solo A	Solo B	Solo C	Solo A	Solo B	Solo C
P1	Periférico	6,29	6,79	6,72	6,54	7,95	6,84	3,97
P2	Periférico	13,17	13,28	13,65	13,19	0,84	3,64	0,15
P3	Periférico	11,76	12,19	11,70	11,85	3,66	-0,51	0,77
P4	Periférico	6,01	6,23	6,32	6,39	3,66	5,16	6,32
P5	Periférico	3,55	3,94	3,86	3,71	10,99	8,73	4,51
P6	Periférico	10,79	10,47	10,48	10,61	-2,97	-2,87	-1,67
P7	Central	16,98	16,65	16,58	16,94	-1,94	-2,36	-0,24
P8	Central	18,17	17,78	16,67	17,19	-2,15	-8,26	-5,39

Pilar	Posição	Fz (tf)						
		Sem ISE	Com ISE			Diferença (%)		
		Solo A/B/C	Solo A	Solo B	Solo C	Solo A	Solo B	Solo C
P9	Periférico	13,48	13,58	13,82	13,22	0,74	2,52	-1,93
P10	Central	8,42	8,83	8,73	9,07	4,87	3,68	7,72
P11	Central	9,96	10,26	11,28	11,16	3,01	13,25	12,05
P12	Periférico	5,14	4,72	4,80	5,01	-8,17	-6,61	-2,53
P13	Periférico	8,58	6,98	7,15	7,89	-18,65	-16,67	-8,04
P14	Central	16,23	14,62	15,32	14,41	-9,92	-5,61	-11,21
P15	Central	16,44	15,25	15,75	15,53	-7,24	-4,20	-5,54
P16	Central	11,31	9,54	9,77	10,54	-15,65	-13,62	-6,81
P17	Periférico	2,58	4,53	4,16	3,47	75,58	61,24	34,50
P18	Periférico	6,18	6,53	6,30	6,51	5,66	1,94	5,34
P19	Periférico	6,24	6,88	6,55	6,53	10,26	4,97	4,65
P20	Periférico	4,63	5,72	5,46	5,15	23,54	17,93	11,23
P21	Periférico	3,31	3,76	3,63	3,47	13,60	9,67	4,83

Tabela 1 – Reações de apoio (Fz) obtidas do modelo estrutural com e sem a consideração da ISE
Fonte: Elaboração própria.

Houve também a necessidade do redimensionamento das seções das sapatas, conforme análise com ou sem a consideração da ISE, sendo apresentadas as mudanças de dimensões nos números coloridos das células na Tabela 2, sendo a cor verde para diminuição de seção e vermelha para aumento de seção.

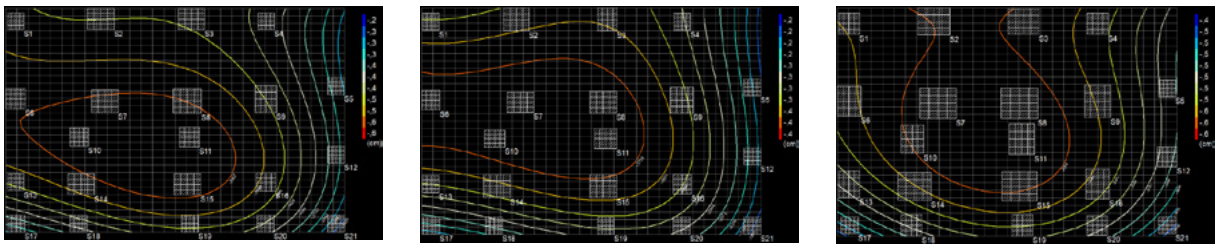
SAPATA	SOLO A				SOLO B				SOLO C			
	SEM ISE		COM ISE		SEM ISE		COM ISE		SEM ISE		COM ISE	
	A (cm)	B (cm)	A (cm)	B (cm)	A (cm)	B (cm)	A (cm)	B (cm)	A (cm)	B (cm)	A (cm)	B (cm)
S1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	75	75
S2	95	75	95	75	90	80	90	80	95	75	115	95
S3	95	75	95	75	85	80	80	70	90	70	110	90
S4	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	75	75
S5	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
S6	85	80	70	70	85	80	70	65	95	65	105	85
S7	95	75	95	80	95	75	95	70	105	85	130	110
S8	110	80	100	85	95	75	95	75	105	85	130	110
S9	95	75	95	75	90	80	90	80	95	75	115	95
S10	70	65	65	65	70	65	75	60	85	65	100	80
S11	85	75	70	70	85	75	80	70	95	65	110	90
S12	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	70	70
S13	70	65	60	60	70	65	60	60	85	65	95	75
S14	95	75	95	75	95	80	95	80	100	80	120	100
S15	95	75	95	75	95	80	95	80	100	80	125	105
S16	85	80	70	65	85	80	70	65	95	75	105	85
S17	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
S18	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	75	75
S19	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	75	75
S20	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	70	70
S21	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Tabela 2 – Dimensões das sapatas de fundação
Fonte: Elaboração própria.

Observou-se que para o Solo A, na sapata S11, proveniente de um pilar central, ocorreu a diminuição em suas dimensões. Percebeu-se o mesmo com o Solo B para a mesma sapata. Já para o Solo C, houve apenas o aumento de suas dimensões, o que possivelmente ocorreu devido à arquitetura do modelo estrutural, com menor simetria em planta.

Com relação aos maciços de solos considerados, notou-se que nas sapatas provenientes do Solo A houve maior redistribuição de cargas que para o Solo B. Possuindo, em comparação, maiores dimensões nas sapatas periféricas e menores nas sapatas centrais, que pode ser justificado devido as próprias características do solo, sendo os valores de NSPT do Solo B maiores. Já com relação ao Solo C, suas sapatas obtiveram maiores dimensões devido à baixa capacidade de carga do solo.

Outro aspecto observado foram os recalques médios gerados a partir dos diferentes maciços de solos através da análise do modelo estrutural com a ISE, conforme é apresentado na Figura 7 a seguir. A plotagem se deu pelo SISEs do *TQS*, através dos resultados gráficos de isovalores de fundações diretas, apresentando a bacia de recalques da área total.



a b c

Figura 18 – Bacia de recalques nas sapatas após análise com a ISE: a) Solo A; b) Solo B; c) Solo C
Fonte: Elaboração própria.

Algumas observações a partir da análise das imagens: nível máximo de recalques semelhante em (a) e (c); mas, mais bem distribuídos em (c) que em (a); valores menores em (b); a bacia de recalques varia seu formato segundo variação no tipo de solo; entretanto, não se observou um padrão.

Constatou-se ainda que os recalques seguiram concentrados na parte central da edificação. Porém para os solos A e B observou-se que os recalques foram também mais acentuados em direção ao lado esquerdo da edificação, nas proximidades da sapata S6. Enquanto, para o solo C, os recalques foram mais acentuados em direção ao lado superior da edificação em planta, próximo da sapata S2, podendo ser justificado em função das dimensões finais da sapata após a análise da ISE, obtendo-se dimensões maiores que para a mesma nos solos A e B.

Análises com relação ao consumo de materiais dos EEF também foram realizadas, sendo observado uma diminuição no volume de concreto de -6,58% para o solo A e de -7,14% para o solo B. No entanto, para o solo C houve aumento de 36,11%. Com relação à área de fôrma, houve diminuição de -3,11% para o solo A e de -3,46% para o solo B; já para o solo C houve aumento de 19,61%. Vale salientar que um método construtivo bastante difundido é o de realizar a escavação do terreno nas dimensões finais dos EEF, sem o uso de fôrmas, servindo apenas para comparativo no presente trabalho.

Dando ênfase ao solo C, observou-se que suas sapatas necessitaram de aumento em suas dimensões após a análise considerando a ISE. Esse fato ocasionou um aumento no volume de concreto e de área de fôrma, acarretando maiores custos em sua execução. Portanto, a utilização de análises mais rigorosas permite o

dimensionamento de elementos estruturais mais condizentes com a realidade e, desta forma, garantias de melhor desempenho e durabilidade para edificações. Por fim, notou-se que dependendo da capacidade de carga do solo a análise da ISE se torna mais ou menos relevante; mas, ainda sim, conferindo uma etapa de grande importância no dimensionamento e análise de estruturas. Ressalta-se que o foco do presente trabalho foi realizar a compatibilização e análise dos EEF, realizando o redimensionamento das áreas das fundações, não sendo o foco a análise do redimensionamento dos demais elementos estruturais.

Conclusões

Após análise dos resultados obtidos, observou-se sutilmente o alívio de pilares centrais e o acréscimo de carga nos pilares periféricos. Essa redistribuição, mesmo que não necessariamente resulte em economia, permite o correto dimensionamento dos elementos estruturais, o que garante uma maior segurança às estruturas, sendo um quesito mais importante do que a economia, além de evitar a necessidade de reparos estruturais a curto prazo decorrentes de patologias nas fundações.

Os resultados observados de maneira menos significativa podem ser justificados pela baixa carga da edificação, além de sua tipologia sem perfeita simetria, sendo um dos objetivos do presente trabalho: a análise de uma situação mais condizente com a realidade. Portanto, a consideração da ISE é essencial para garantir um projeto mais adequado, proporcionando maior durabilidade às edificações. Vale ressaltar que, embora o foco do trabalho tenha sido nos EEF, futuros estudos devem abordar o redimensionamento dos demais elementos estruturais levando em conta a ISE.

A necessidade de integração entre os projetistas estruturais e de fundações ainda se apresenta como uma dificuldade significativa para a consideração da ISE, visto que são necessários os dados do solo, do dimensionamento das fundações, dos métodos de previsão de recalques e de capacidade de carga. Infelizmente, essa integração não ocorre na maioria das vezes, acarretando resultados mais distantes da realidade.

Para finalizar, observou-se que o *software* comercial *TQS* apresentou-se bastante didático. Foi possível compreender todas as etapas do dimensionamento estrutural e, caso surgisse algum problema no dimensionamento, era só ir diretamente na fonte do erro para a correção. É importante relatar que a análise considerando a ISE no *TQS* foi um pouco mais demorada que a análise convencional. Isso ocorreu devido à necessidade da geração do modelo estrutural no SISEs, sendo necessário realizar sua exportação de volta para o projeto estrutural. E, somente após essa etapa, realizar a análise global da estrutura e corrigir as dimensões das sapatas de fundação. Caso houvessem erros graves em sua análise, uma etapa iterativa, ou seja, necessário importar novamente no SISEs, para gerar o modelo estrutural e exportar, novamente, para o projeto estrutural, a fim de solucionar os erros graves do projeto.

No modelo sem a ISE, foi necessário apenas realizar as correções nas dimensões das sapatas de fundação até sanar todos os erros graves, chegando assim ao encerramento do dimensionamento. Além do mais, o *software* apresentou bastante recursos de análises e de relatórios, propiciando diversas possibilidades de correlações, como, por exemplo, os resultados gráficos e alfanuméricos disponíveis através da análise no SISEs, que seriam a envoltória (esforços/deslocamentos) para os coeficientes de reação vertical e horizontal máximos e mínimos; bacia de recalques (área total) e outros relatórios.

Referências

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). *NBR 6122 – Projeto e execução de fundações.* Rio de Janeiro, 2022.

ALMEIDA, A. P. R. P. de; MENDONÇA, D. V. C. de; BRANDÃO, E. V. *Interação solo-estrutura e análise de redistribuição de cargas em pilares devido a recalques*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

ANTONIAZZI, J. P; ALVA, G. M. S; SOARES, J. M. D. *Procedimento para a consideração da interação solo-estrutura em edifícios com fundações em sapatas isoladas. In*: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2010, Fortaleza. *Anais* [...]. São Paulo: Ibracon, 2010. p. 161-171.

ANTONIAZZI, J. P. *Interação solo-estrutura de edifícios com fundações superficiais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

ARAÚJO, G. S. *et al.* Análise das patologias em uma edificação unifamiliar devido a recalques diferenciais. *Revista UniAraguaia*, v. 15, n. 2, p. 103-113, 2020.

AYDIN, E. *et al.* Influence of soil-structure interaction (SSI) on optimal design of passive damping devices. *Structures*, v. 28, p. 847-862, dec. 2020.

BAHIA, G. de A. D. *Avaliação do desempenho de fundações em edificação no DF com a utilização de técnicas de interação solo-estrutura.* 2015. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BORGES, E. de M; BARREIRA, C. C. M. A; COSTA, E. P. V. da S. M. da. Habitação social e desenvolvimento urbano sustentável: o caso da Região Metropolitana de Goiânia. *Geo UERJ*, n. 30, p. 122-144, 2017.

CHAMECKI, S. Consideração da rigidez da estrutura no cálculo dos recalques da fundação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 1., 1954, Porto Alegre. *Anais* [...]. Porto Alegre: ABMS, 1954. v. 1, p. 35-80.

CHEN, J. *et al.* Physical and numerical modeling of seismic soil-structure interaction of prefabricated subway station structure. *Engineering Structures*, v. 290, p. 116364, 2023.

COLARES, G. M. *Programa para análise da interação solo-estrutura no projeto de edifícios.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

CORTEZ, C. *et al.* Performance of an RC building under seismic and tsunami actions in sequence via nonlinear dynamic analysis including soil-structure interaction. *Engineering Structures*, v. 272, p. 114942, 2022.

D'AGOSTINI, G. R. *Estudo comparativo de sapatas isoladas e radier flexível como fundações em casas populares: estudo de caso.* 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

DANZIGER, F. A. B.; DANZIGER, B. R.; CRISPEL, F. A. A medida dos recalques desde o início da construção como um controle de qualidade das fundações. *In*: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA, 4., 2000, São Paulo. *Anais* [...]. São Paulo, 2000. v. 1, p. 191-202.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Déficit Habitacional no Brasil – 2016-2019.* Belo Horizonte: FJP, 2021. Disponível em: http://novosite.fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/21.05_Relatorio-Deficit-Habitacional-no-Brasil-2016-2019-v2.0.pdf. Acesso em: 12 jun. 2021.

GONÇALVES, P. M. A. S; FERREIRA, T. J. *Comparação do desempenho, em termos de recalque e custo, de fundações em estacas hélice contínua monitorada e em estacas de grande diâmetro escavadas com lama, em edifícios altos em Goiânia.* 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

GUSMÃO, A. D.; GUSMÃO FILHO, J. A. Avaliação da Influência da interação solo-estrutura. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ANÁLISE ESTRUTURAL E FUNDAÇÕES, 10., 1994, Foz do Iguaçu, PR. *Anais* [...] São Paulo: ABMS, 1994. v. 1, p. 68-74.

LIS, L. Déficit habitacional do Brasil cresceu e chegou a 5,876 milhões de moradias em 2019, diz estudo. *G1*, Brasília, 4 mar. 2021. Disponível em: https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/03/04/deficit-habitacional-do-brasil-cresceu-e-chegou-a-5876-milhoes-de-moradias-em-2019-diz-estudo.ghtml. Acesso em: 22 jul. 2021.

LOPES, F. R; GUSMÃO, A. D. On the influence of soil–structure interaction in the distribution of foundation loads and settlements. *In*: EUROPEAN CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 10., Firenze, 1991. *Proceedings* […]. Rotterdam: A. A. Balkema, 1991. v. 2, p. 505-509.

MARQUES, O. C *et al.* Analysis of constructive effect and soil-structure interaction in tall building projects with shallow foundations on sandy soils. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, v. 14, n. 1, e14103, 2021.

MEYERHOF, G. G. Some recent foundation research and its application to design. *The Structural Engineer*, v. 31, n. 6, p. 151-167, 1953.

OLIVERA, K. A. T. *et al. Da ocupação do conjunto habitacional à produção do lugar: O caso do Setor Vila Novo Horizonte em Goiânia-GO.* Goiânia: Observatório Geográfico de Goiás, 2004. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/215/o/Oliveira_karla_annyelly_teixeira_ocupacao_conjunto_habitacional.pdf Acesso em: 22 jul. 2021.

REIS, J. H. C. *Interação solo-estrutura de grupos de edifícios com fundações superficiais em argila mole.* Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

RIBEIRO, D. B. *Análise da interação solo-estrutura via acoplamento MEC-MEF.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

RITTER, M. G. *et al.* Análises de interação solo-estrutura em edifícios com fundação profunda. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, v. 13, n. 2, p. 248-273, 2020.

ROBERTO, L; SOLA, F. Influencia de la interacción dinámica suelo-estructura en la respuesta dinámica de las estructuras. *Construcción y Tecnologia en Concreto*, v. 3, n.2, p. 20-23, 2013.

SANTOS, W. J. dos; SEIXAS, A. de. Medições geodésicas para detecção de movimentos em terrenos inclinados susceptíveis a recalques e deslizamentos. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 44, p. 1-14, 2021.

SILVA, F. M. de S. e; ALVES, J. B. B; ANDRADE, D. T. M. de. Comparativo de custo de construção entre métodos tradicional e painéis pré-moldados de uma residência unifamiliar*. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 10, p. 5178-5200, 2023.

SILVA, W. Q. *Análise não linear geométrica do acoplamento solo-estrutura através da combinação MEC-MEF.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

TEIXEIRA, A. H. Projeto e execução de fundações. *In*: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA, 3., 1996, São Paulo. *Anais* [...]. São Paulo, 1996. v. 1, p. 227-264.

TQS INFORMÁTICA. *TQS docs: interação solo-estrutura.* São Paulo, 2021. Disponível em: http://docs.tqs.com.br/Docs/PrintAllReport/3139?language=pt-BR. Acesso em: 4 jul. 2021.

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do ifg

Volume 8, Número 2, 2023

Seleção de hiperparâmetros para uma rede neural Multi-Layer Perceptron aplicada na predição do preço da soja

TITLE: HYPERPARAMETERS SELECTION FOR A MULTI-LAYER PERCEPTRON NEURAL NETWORK APPLIED TO PREDICT THE SOYBEAN PRICE

TÍTULO: SELECCIÓN DE HIPERPARÁMETROS PARA UNA RED NEURONAL MULTI-LAYER PERCEPTRON APLICADA EN LA PREDICCIÓN DEL PRECIO DE LA SOJA

Luiz F. M. Brunetto
luiz.mb@aluno.ifsc.edu.br
LABICON, Instituto Federal De Santa Catarina (IFSC)

Carise E. Schmidt
carise.schmidt@Ifsc.edu.br
LABICON, Instituto Federal De Santa Catarina (IFSC)

Alexandre Dalla'Rosa
alexandredr@ifsc.edu.br
Instituto Federal De Santa Catarina (IFSC)

Resumo

O agronegócio brasileiro representa uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), além de ser um setor de produção essencial, por garantir o fornecimento de alimentos para a população. Contudo, o principal desafio enfrentado pelo setor é manter a rentabilidade, ante um cenário de alta dos custos de insumos. Diante disso, demonstra-se importante avaliar ferramentas que possam auxiliar na tomada de decisão, com foco no aumento da rentabilidade. A proposta deste trabalho é selecionar um conjunto de hiperparâmetros para uma Rede Neural Multi-Layer Perceptron (MLP), por meio da análise do Erro Médio Quadrático (EMQ), visando à sua utilização na predição do preço da soja. Para isso, um histórico de dados de preço do grão e da taxa de câmbio do dólar (2006-2023) é utilizado como entrada do modelo matemático. Fazendo uso de simulações computacionais, o preço predito da soja é avaliado, objetivando identificar o conjunto de hiperparâmetros que gera o menor EMQ. Entre as configurações avaliadas, o menor EMQ encontrado quando o modelo é testado na série histórica (2006-2021) tem valor igual a 1,2936. Em um período de validação superior a 21 meses, o erro absoluto máximo observado é de US$ 0,83, o que representa cerca de 2% do valor real da saca de soja. Esse resultado mostra que a configuração de hiperparâmetros selecionada é capaz de realizar a previsão do preço futuro da soja, acompanhando a tendência de preços do grão, no período em que ele foi avaliado.

Palavras-chave: *Inteligência artificial. Aprendizado de máquina. Séries temporais. Commodities.*

Abstract

Brazilian agribusiness represents a significant portion of the Gross Domestic Product (GDP), in addition to being an essential production sector, as it guarantees the supply of food for the population. The main challenge faced by the sector is to maintain profitability, in the face of a scenario of high input costs. Therefore, it is important to evaluate tools that can help in decision making, focusing on increasing profitability. The goal of this work is to select a set of hyperparameters for a Multi-Layer Perceptron Neural Network (MLP) through the analysis of the Mean Square Error (MSE), aiming for its use in pre-

dicting the price of soybeans. In order to do it, we use historical data (2006-2023) of the grain price and dollar exchange rate as input to the mathematical model. We evaluate the predicted soybean price through computer simulations to identify the set of hyperparameters that generates the lowest MSE. Among the evaluated configurations, the lowest MSE generated is equal to 1.2936. Over a validation period of more than 21 months, the maximum absolute error obtained is US$ 0.83, which represents approximately 2% of the real price of the sack of soybeans. This result shows that the hyperparameters configuration selected is able to predict the future soybean price in the period in which it is evaluated, following the grain price trend.

Keywords: *artificial intelligence; machine learning; time series; commodities.*

Resumen

El agronegocio brasileño representa una parte significativa del Producto Interno Bruto (PIB), además de ser un sector productivo esencial, ya que garantiza el abastecimiento de alimentos para la población. Sin embargo, el principal desafío al que se enfrenta el sector es mantener la rentabilidad en un escenario de aumento de los costes de los insumos. Ante esto, es importante evaluar herramientas que puedan auxiliar en la toma de decisiones, centrándose en incrementar la rentabilidad. El objetivo de este trabajo fue seleccionar un conjunto de hiperparámetros para una Red Neuronal Multi-Layer Perceptron (MLP), a través del análisis del Error Cuadrático Medio (EMQ), con el fin de utilizarla en la predicción del precio de la soja. Para ello, se utilizaron datos históricos del precio de la soja y de la tasa de cambio del dólar (2006 - 2023) como entrada para el modelo matemático. Mediante simulaciones computacionales, se evaluó el precio predicho de la soja con el objetivo de identificar el conjunto de hiperparámetros que genera el menor EMQ. Entre las configuraciones evaluadas, el EMQ más bajo encontrado cuando se prueba el modelo en la serie histórica (2006-2021) tiene un valor igual a 1,2936. En un período de validación de más de 21 meses, el error absoluto máximo observado fue de US$ 0,83, lo que representa alrededor del 2% del valor real de una bolsa de soja. Este resultado muestra que la configuración de hiperparámetros seleccionada es capaz de predecir el precio futuro de la soja, siguiendo la tendencia del precio del grano, en el período en que se realizó la evaluación.

Palabras clave: *inteligencia artificial; aprendizaje automático; series de tiempo; commodities.*

Introdução

O agronegócio é um dos setores de destaque na economia brasileira e compreende todas as atividades ligadas à produção de alimentos. A soja tem especial relevância dentro desse setor, já que o Brasil ocupa, atualmente, o posto de maior produtor mundial do grão, tanto em relação à área plantada como quantidade produzida (Embrapa, 2022). Em 2021, o setor do agronegócio alcançou um patamar recorde de participação na composição do Produto Interno Bruto (PIB), correspondente a 27,6%. Contudo, apesar da previsão de uma safra de grãos recorde, o PIB do segmento primário do agronegócio registrou uma queda de 2,48% no primeiro trimestre de 2022, reflexo da forte alta de custos com insumos (CNA, 2022). O aumento nos custos de fertilizantes, sementes, operações de mecanização e defensivos resultou em um crescimento de 67,21% no custeio agrícola da safra de 2022/2023 (IMEA, 2022). Esse custeio é utilizado por grande parte dos produtores, sendo o principal aliado da atividade rural. Toda essa combinação de fatores gera um grande desafio para os produtores de soja, já que ela interfere diretamente na rentabilidade do negócio.

Para o produtor, em especial, é importante dispor de uma previsão do preço de venda do seu produto, como uma métrica para orientar as decisões de produção e comercialização (Fang *et al.*, 2020). Monitorar a volatilidade das variáveis do mercado, tal como o preço de *commodities*, não é uma tarefa fácil, assim como qualquer previsão financeira (Ge *et al.*, 2022). Há uma série de fatores (bolsa de valores, políticas externas, taxa de câmbio, clima, tecnologia, estoques mundiais) que influencia o preço de commodities agrícolas, como a soja, dificultando a previsão de preços futuros (Wang *et al.*, 2019). Contudo, entre esses fatores, Rosolen, Araújo e Lyrio (2013) destacam a taxa de câmbio como um elemento que contém informações relevantes para a formação de preço de commodities. Tendo em vista que os custos de produção são variáveis ao longo das safras, e fortemente influenciados pelo dólar, é importante encontrar formas de proteção para o produtor, que garantam a sua lucratividade.

Nesse contexto, modelos de previsão são ferramentas importantes, pois podem auxiliar na redução de incertezas relacionadas às oscilações de preços futuros. Na literatura da área, modelos computacionais de inteligência artificial envolvendo algoritmos supervisionados de aprendizagem de máquina têm sido amplamente estudados para previsão de preços de commodities (Wang; Gao, 2018; Zhang *et al.*, 2018; Sunarya; Henderi; Tasyriqan, 2019; Ribeiro; Coelho, 2020; Fang *et al.*, 2020; Yu, 2021; Menhaj; Kavoosi-Kalashami, 2022; Wang *et al.*; 2022).

De acordo com o estudo de Ludovico (2020), as Redes Neurais Artificiais (RNA) se destacam nessa área, podendo ser aplicadas isoladamente ou combinadas com outros métodos (Jha; Sinha, 2013; Pinheiro; Senna, 2017; Disconzi, 2018; Spacerski; Santos, 2021). As RNA apresentam características relevantes para tarefas que compreendem previsão e classificação, incluindo o tratamento de não-linearidades e a capacidade de generalização, adaptação, correlação e aprendizado. E essa combinação de características facilita o tratamento de séries temporais.

Contudo, um dos principais desafios de trabalhar com modelos de aprendizagem de máquina, incluindo a RNA, é definir a configuração de hiperparâmetros do modelo que permite otimizar o seu desempenho (Goodfellow; Bengio; Courville, 2016). Para isso, propõe-se esta pesquisa, com o objetivo de selecionar um conjunto de hiperparâmetros para uma Rede Neural *Multi-Layer Perceptron* (MLP), por meio da análise do Erro Médio Quadrático (EMQ), visando à sua utilização na predição do preço da soja.

Material e métodos

A presente pesquisa foi elaborada em quatro etapas: seleção e organização dos dados de entrada; implementação da rede neural utilizada e definição do conjunto de hiperparâmetros de teste; realização de simulações computacionais e obtenção do EMQ na saída da rede para todas as configurações de hiperparâmetros consideradas; seleção do conjunto de hiperparâmetros que com menor EMQ e validação do modelo em um conjunto de dados independente.

Organização dos dados de entrada

Duas séries históricas foram utilizadas como entrada da rede MLP: preço, em dólar, de fechamento diário da saca de soja (60 Kg) no Porto de Paranaguá, e valor diário de fechamento do dólar comercial, em reais, ambos obtidos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2022). As séries contemplam o maior período de dados

disponíveis (13/03/2006 a 10/10/2023), representando 4378 dias de negociação. No tratamento dos dados foram retiradas apenas duas dessas informações, correspondentes a datas com algum dado faltante. Após essa seleção, os dados remanescentes foram ordenados por data de ocorrência das operações. A série possui preço máximo da saca de 60 kg, em dólar, igual a $45,32 e mínimo de $12,40 (Gráfico 1).

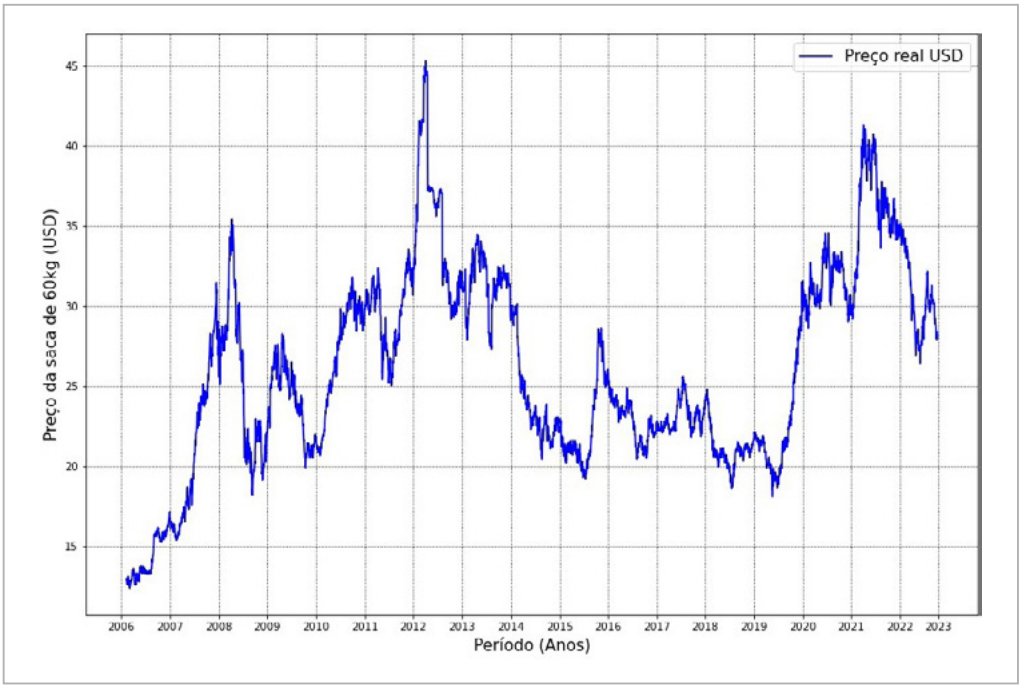


Figura 19 – Série histórica do preço da soja, em dólar
Fonte: elaborado pelos autores, com base nos dados do CEPEA.

Em seguida, os dados de preço da saca de soja e do dólar comercial foram normalizados para que a faixa dinâmica do neurônio da RNA esteja adequada a um intervalo possível de ser previsto por todas as funções de ativação testadas. O normalizador de mínimo e máximo foi aplicado para redimensionar linearmente cada um dos dados ao intervalo [0,1]. Para avaliar o desempenho da rede MLP, sujeita a diferentes combinações de hiperparâmetros, a primeira parte do conjunto de dados foi subdividida em quatro subconjuntos, sendo o 1º período de 13/03/2006 a 31/12/2009; o 2º período de 01/01/2010 a 31/12/2013; o 3º período de 01/01/2014 a 31/12/2018; e o 4º período de 01/01/2018 a 31/12/2021. Essa subdivisão da série de dados foi realizada com o intuito de avaliar todas as combinações de hiperparâmetros, de forma independente, em cada períodos, através de simulação computacional e cômputo do EMQ na saída da RNA. Por fim, o conjunto de dados restantes, relativos ao período de 03/01/2022 a 10/10/2023, foi utilizado para validação do modelo final.

Nesta pesquisa, foi considerada uma predição após dez dias. Isso significa que, para cada entrada de dados, foi prevista uma saída de dez dias a frente. A estratégia utilizada considera, principalmente, o contexto de produtores que precisam comercializar seu grão para pagamento de insumos a serem utilizados na safra atual.

Arquitetura e topologia da rede neural

Foi utilizada uma rede neural do tipo MPL (HAYKIN, 2008), com topologia *feed-forward* e algoritmo de treinamento *backpropagation*, com pesos atualizados a partir

do método do gradiente descendente. A atualização dos pesos foi realizada por bloco e a dimensão do bloco constituiu um dos hiperparâmetros de teste do modelo.

Na arquitetura, optou-se por utilizar uma única camada oculta, visando não aumentar demasiadamente a complexidade da rede. O número de neurônios dessa camada também constituiu um hiperparâmetro de teste do modelo. Os algoritmos foram implementados em linguagem de programação Python. Todas as simulações computacionais foram conduzidas em um processador AMD Rayzen 7 rodando a 3.4 GHz com 8 GB de memória instalada e sistema operacional Windows.

Hiperparâmetros da rede neural

Com o intuito de melhorar o desempenho da rede, foram definidos alguns hiperparâmetros de teste (Tabela 1), que foram avaliados de forma combinada, testando todas as combinações possíveis e selecionando aquela que resultou em menor Erro Médio Quadrático (EMQ).

Hiperparâmetro	Variações testadas
Taxa de aprendizagem	{0,00001; 0,0001; 0,001; 0,01; 0,1}
Otimizador	Adam; RMSprop
Dimensão do bloco *(batch size)*	{4, 8, 16}
Função de ativação	Sigmoide; tangente hiperbólica; ReLU
Número de neurônios na camada oculta	{2; 3}

Tabela 3 – Hiperparâmetros da rede explorados nos testes computacionais

O número de épocas foi fixado em 1.000 para possibilitar comparação entre as diferentes configurações de hiperparâmetros testadas no modelo, porém com possibilidade de parada antecipada em 50 épocas. Essa escolha foi empírica, observando a quantidade de dados e considerando velocidade e capacidade de processamento do *hardware*.

Conjuntos de treinamento, teste e validação

Para cada um dos quatro períodos considerados na etapa de seleção dos hiperparâmetros, os subconjuntos de dados utilizados para treinamento, teste e validação foram assim definidos: utilizou-se o próprio período como conjunto de validação, enquanto os demais períodos foram usados para treinamento e teste. Por exemplo, quando o 1º período estava em avaliação, seu subconjunto foi definido como sendo o conjunto de validação, enquanto os demais períodos foram usados gerar os dados de treinamento e teste (80% para treinamento e 20% para teste). Essa separação foi aleatória, visando aumentar a generalização do modelo durante o treinamento dos dados.

Para validação do modelo final, utilizou-se o período restante (03/01/2022 – 10/10/2023). Nesta etapa, já definidos os hiperparâmetros da rede neural, os dados compreendidos entre 13/03/2006 e 31/12/2021 foram usados para treinamento e teste na proporção de 80% e 20%, respectivamente, enquanto os demais dados da série foram utilizados para validação do modelo.

Seleção do conjunto de hiperparâmetros

Com base na estrutura de rede neural utilizada e nos hiperparâmetros testados (Tabela 1), foram realizadas simulações computacionais para todas as configurações, visando avaliar o desempenho do modelo em cada caso. Esse processo foi repetido para cada um dos quatro períodos considerados. Dessa forma, na primeira fase de seleção foram testados configurações de hiperparâmetros distintas para cada período. Além disso, cada configuração foi testada 10 vezes, com o intuito de diminuir a aleatoriedade dos dados e reduzir a interferência da sua distribuição na definição do modelo. A cada repetição, os dados presentes nos conjuntos treinamento e teste foram submetidos a uma nova seleção aleatória, mas a proporção (80% - 20%) foi mantida. Para avaliar o erro do modelo na predição do conjunto de teste, foi obtido o EMQ entre as saídas preditas pela rede e as saídas reais, para as 10 repetições. A partir disso, foram selecionados as configurações de hiperparâmetros do modelo com menor EMQ para cada um dos quatro períodos considerados.

As 30 configurações selecionadas passaram então por uma segunda e nova fase de análise, onde cada uma foi reavaliada. Nesta fase, o conjunto de dados de validação foi testado, já que nenhum dos seus dados passaram pelo treinamento da rede, enquanto todos os demais períodos foram considerados dados de treinamento. Para exemplificar, quando o 1º período estava em avaliação, ele próprio foi tratado como conjunto de teste, enquanto o 2º, 3º e 4º períodos foram considerados como dados de treino. A proporção de dados de treinamento e teste manteve-se, respectivamente, em 80% e 20%. Novamente, em cada período avaliado, foi calculado o EMQ para as 10 repetições e então selecionado o conjunto de hiperparâmetros que apresentou a menor EMQ.

Por fim, a terceira e última fase compreendeu a seleção de um único conjunto de hiperparâmetros, entre os quatro selecionados na fase anterior, um de cada período analisado. O objetivo foi identificar qual entre eles possuía a melhor capacidade de generalização, avaliada por meio do EMQ. Para isso, cada uma dessas configurações foi avaliada em parte da série histórica (2006-2021), sendo selecionado o conjunto de hiperparâmetros que apresentou o menor EMQ. O restante da série histórica (2022-2023) foi utilizado para validação do modelo final.

Resultados e Discussão

As configurações de hiperparâmetros do modelo com menor EQM, conforme período, geradas na segunda fase de seleção são apresentadas a seguir (Tabela 2).

Hiperparâmetros de teste	Variações testadas			
	I (1º período)	II (2º período)	III (3º período)	IV (4º período)
Taxa de aprendizagem	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Otimizador	Adam	MRSprop	Adam	Adam
Dimensão do bloco *(batch size)*	16	16	16	16
Função de ativação	Tanh	ReLU	Tanh	Sigmoide
Número de neurônios na camada oculta	3	3	2	3
Erro Médio Quadrático	1,5221	1,8580	0,8110	0,7137
Erro Relativo Percentual	3,88%	3,14%	2,79%	2,57%

Tabela 4 – Hiperparâmetros dos modelos com menor média de EMQ para cada período avaliado

Conforme esses resultados, é possível observar que nas configurações selecionadas a taxa de aprendizagem e a dimensão do lote foram as mesmas para todos os períodos. Em relação ao otimizador e os número de neurônios da camada oculta, três dos quatro conjuntos selecionados utilizaram as mesmas opções. A função de ativação foi o hiperparâmetro que teve maior variação entre os modelos selecionados, de forma que, em apenas dois dos quatro modelos ela se repetiu. Em relação ao EMQ, ele variou de 0,7137 até 1,5221 US$2 entre os períodos considerados. Em termos percentuais, a variação média entre o valor real e o predito por esses conjuntos de hiperparâmetros oscilou entre 2,57 e 3,88%, nos períodos em questão. É possível observar que o erro foi menor no quarto período, que corresponde ao intervalo de 01/01/2018 a 31/12/2021. A configuração que gerou esses resultados possui taxa de aprendizagem igual a 0,0001, otimizador Adam, tamanho de lote igual a 16, função de ativação sigmoide e é composto por 3 neurônios na camada oculta.

Na sequência, são apresentados gráficos comparativos entre os dados reais e os dados previstos pelos conjuntos de hiperparâmetros selecionados em cada período considerado. Eles mostram o preço real da saca de soja e o preço predito pelo modelo, ambos em dólares, além do erro absoluto entre os dois preços, para cada dia de previsão. O Gráfico 2 exibe os dados relativos ao 1º período (2006 a 2010).



Figura 20 – Previsão e erro absoluto da configuração de hiperparâmetros do 1º período em comparação aos dados reais (2006-2010)

Conforme pode ser observado nesse gráfico, a maior diferença entre o preço real e o previsto ocorreu no dia 20/06/2008, quando a saca de soja atingiu o maior valor do período (US$ 35,46), enquanto o valor predito foi de US$ 32,40. O erro absoluto entre esses valores é de US$ 3,06, equivalente a 8,63%. Embora o erro observado nesse ponto seja maior que a média para o período, é necessário observar que a volatilidade média no ano de 2008 também foi superior à volatilidade média do período (1,29%).

Para o 2º período (2010 a 2014), o Gráfico 3 apresenta os resultados do modelo com o conjunto de hiperparâmetros selecionado em comparação aos dados reais, além do erro absoluto.



Figura 21 – Previsão e erro absoluto da configuração de hiperparâmetros do 2º período em comparação aos dados reais (2010-2014)

Os resultados indicaram que a maior diferença ocorreu no dia 10/09/2012, quando o preço real da saca de soja foi de US$ 44,47 dólares, enquanto o preço predito pelo modelo foi de US$ 39,01 dólares. O erro absoluto entre esses pontos é de US$ 5,46, ou 12,28%. Embora o erro pontual seja desarmônico com o erro observado no período correspondente (0,92%), ele acompanha a volatilidade de 12% que ocorreu nesse dia. Outro momento onde a mesma situação acontece foi no dia 09/01/2013, quando o preço real observado foi de US$ 37,05 e valor predito de US$ 31,85. Para esse dia, o erro absoluto correspondeu a US$ 5,20, porém a volatilidade diária também foi elevada (14,04%). O Gráfico 4 ilustra os resultados para o 3º período (2014 a 2018).

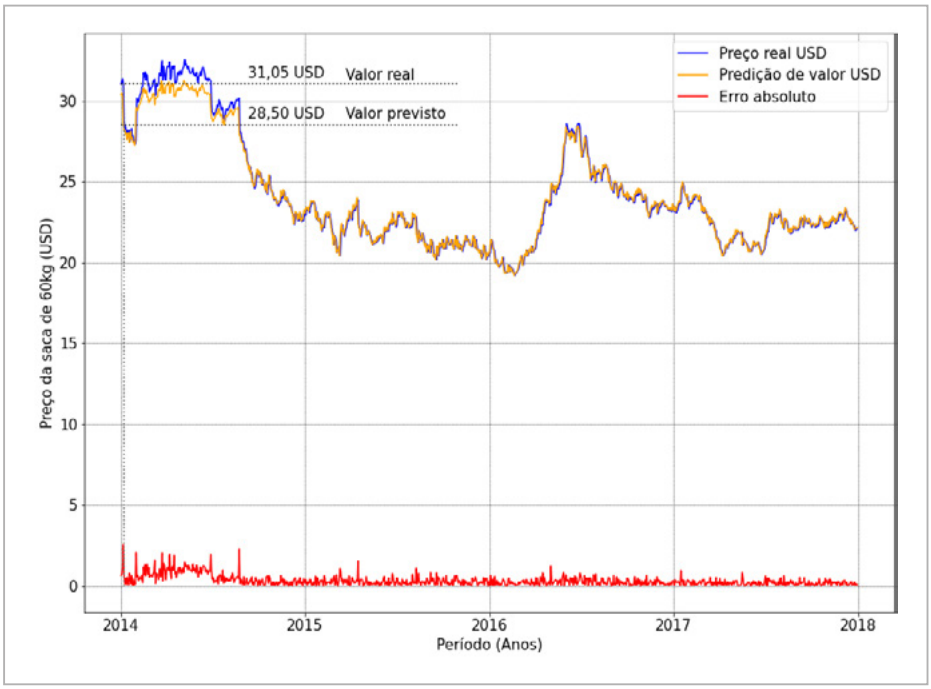


Figura 22 – Previsão e erro absoluto da configuração de hiperparâmetros do 3º período em comparação aos dados reais (2014-2018)

Para o período em questão, a maior diferença entre o preço real e o predito pelo modelo ocorreu no dia 07/01/2014, quando a saca de soja foi negociada por US$ 31,05 e o preço predito foi de US$ 28,50. O erro absoluto nesse dia de negociação correspondeu a US$ 2,55, ou ainda 8,21%. Assim como nos períodos anteriores, o erro ocorreu em um momento de alta volatilidade dos preços (7,34%), enquanto a média do período foi de 0,95%.

Por fim, para o 4º período (2018 a 2022), o Gráfico 5 ilustra o comportamento dos resultados gerados quando o respectivo conjunto de hiperparâmetros selecionados foi aplicado ao modelo, em relação aos dados reais.

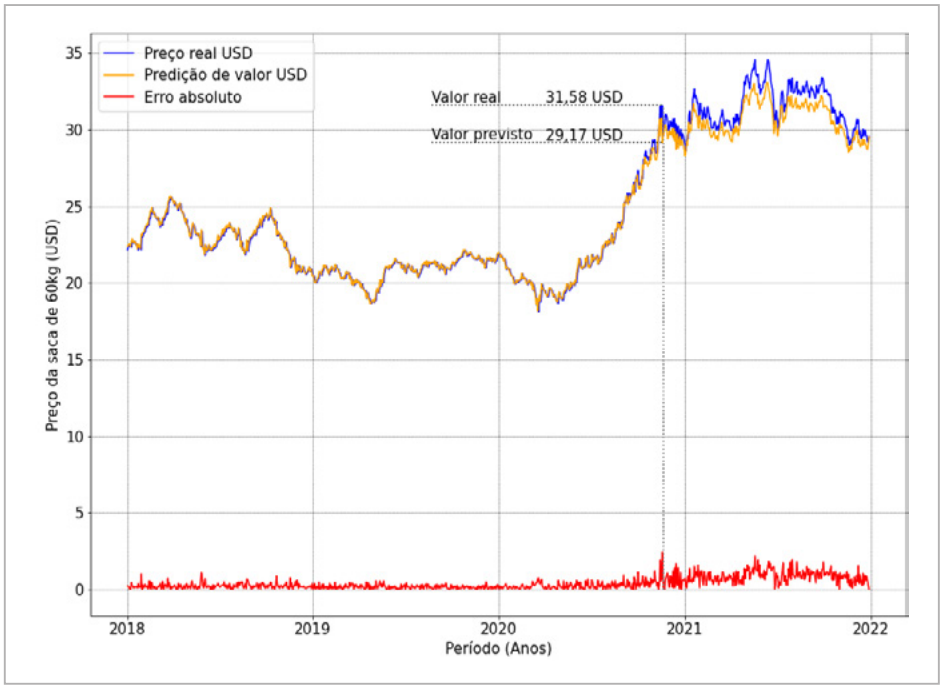


Figura 23 – Previsão e erro absoluto da configuração de hiperparâmetros do 4º período em comparação aos dados reais (2018-2022)

Considerando o último período, o dia de negociação com o maior erro absoluto de previsão foi 27/10/2020, onde o preço real correspondeu a US$ 31,58 dólares e o valor predito a US$ 29,17. O erro absoluto nesse dia foi US$ 2,41 ou 7,63%, quando a volatilidade diária correspondeu a 1,42%, enquanto a volatilidade média do período foi de 0,91%. A configuração de hiperparâmetros do modelo aplicada ao 4º período (2018 a 2022) gerou o menor EMQ. Uma possível causa foi o comportamento dos preços ao longo desse período, que teve a menor volatilidade média (0,91%), apresentando também o menor erro percentual no ponto de maior variação (7,63%).

Para concluir, são apresentados também os resultados obtidos quando os 4 conjuntos de hiperparâmetros (Tabela 3) são testados para a série histórica de dados (2006-2021).

Métricas de erro	Configurações do modelo			
	I (1º período)	II (2º período)	III (3º período)	IV (4º período)
Erro médio quadrático	1,3100	1,3066	1,3085	1,2936
Erro Médio Absoluto	0,8190	0,8176	0,8184	0,8160
Erro Relativo Percentual	3,50%	3,46%	3,47%	3,20%

Tabela 5 – Resultados médios para as métricas de erro em dez repetições, conforme conjunto de hiperparâmetros aplicada ao modelo na fase final, avaliado na série histórica de dados (2006-2021)

A configuração de hiperparâmetros do modelo que apresentou menor EMQ, na análise geral, foi a configuração IV, cujo EMQ foi de 1,2936 US$2, com erro relativo percentual igual a 3,20%. Pode-se observar, no entanto, que nessa fase final de avaliação, os valores reportados para EQM são bastante similares entre as configurações selecionadas.

O Gráfico 6 ilustra os resultados gerados pela configuração IV, quando o modelo é avaliado no período histórico de 2006 a 2021. Novamente, são apresentados o preço real e o preço predito, além da métrica pontual de erro.

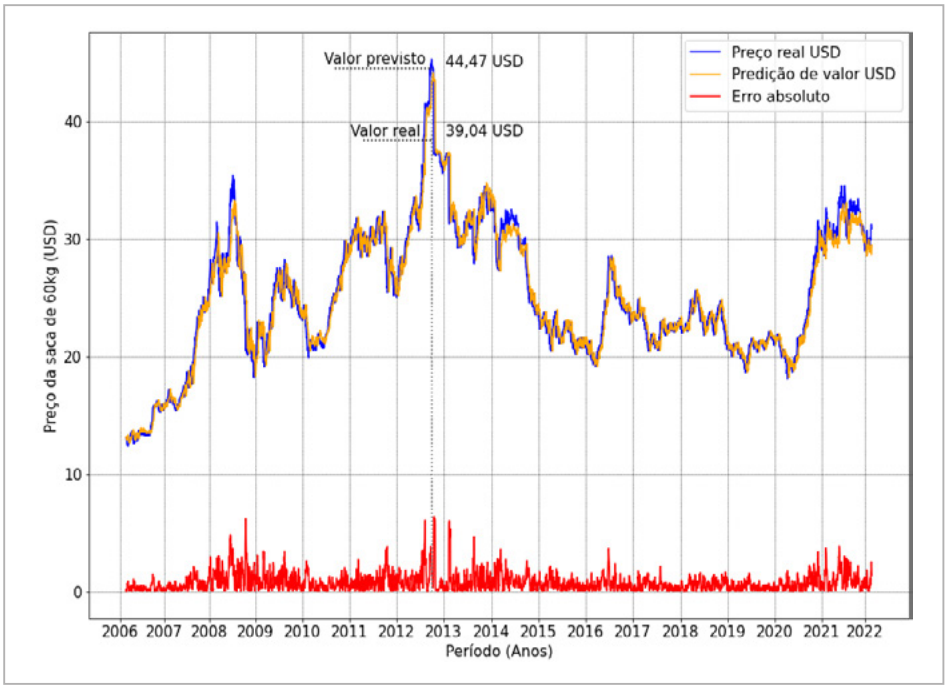


Figura 24 – Previsão e erro absoluto da configuração IV de hiperparâmetros do modelo em comparação aos dados reais da série histórica (2006-2022)

Analisando os resultados, observou-se que o maior erro ocorreu no 2º período, mais especificamente no dia 10/09/2012. Nessa data, o preço da saca de soja foi de U$$ 39,04, enquanto o preço predito é de US$ 44,47, gerando erro absoluto igual a US$ 5,43 (13,91%). A volatilidade diária nesse dia correspondeu a 12,10%, sendo maior que a média do período (1,03%). Quando a configuração IV foi aplicada ao modelo e avaliada no período geral, o erro relativo percentual foi igual a 3,20%, superior ao resultado dessa configuração, quando aplicada apenas ao 4º período (2018 a 2022), cujo erro relativo percentual foi 2,57%.

Por fim, os hiperparâmetros selecionados na etapa final foram utilizados para validar o modelo no período final da série histórica. Utilizando taxa de aprendizagem igual a 0,0001; otimizador Adam; dimensão do bloco (*batch size*) de 16 unidades; função de ativação sigmoide e 3 neurônios na camada oculta, a rede neural foi aplicada para previsão do preço da saca de soja no período compreendido entre 03/01/2022 e 10/10/2023, tendo como dados de treinamento e teste o período anterior da série histórica (2006-2021). O Gráfico 7 ilustra os resultados encontrados nesta previsão.

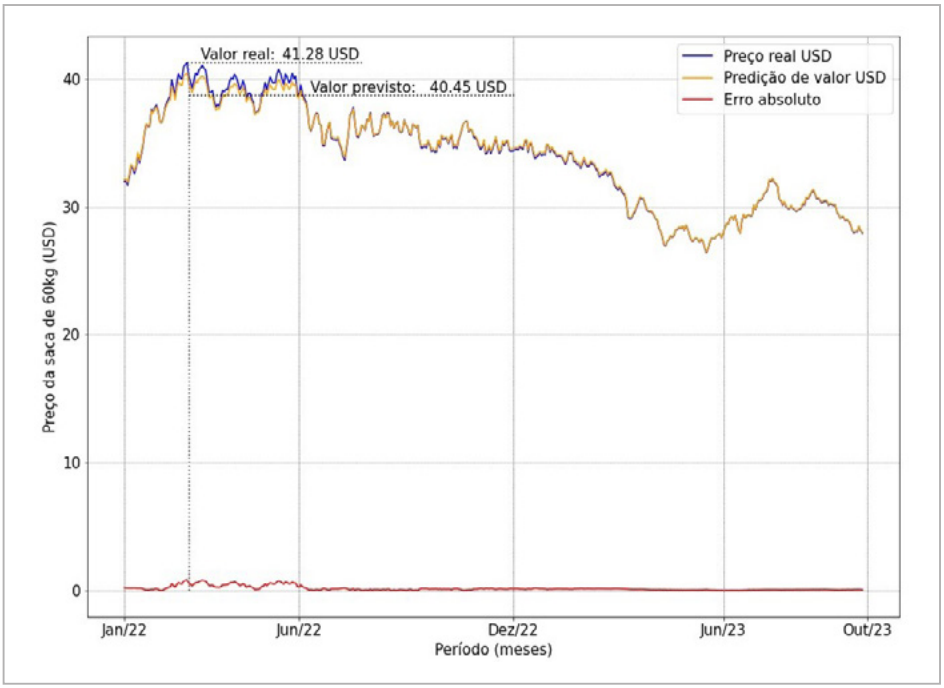


Figura 25 – Previsão e erro absoluto da configuração final de hiperparâmetros do modelo em comparação aos dados reais (03/01/2022 a 10/10/2023)

De acordo com os dados apresentados no Gráfico 7, é possível verificar que o modelo selecionado permite realizar uma boa previsão do preço da saca de soja, com pequena margem de erro, no período em que foi validado. O erro absoluto máximo obtido para o período de 03/01/2022 a 10/10/2023 é de US$ 0,83, o que representa 2,01% do valor real da saca de soja no dia considerado. O EQM para o período foi de 0,0528 US$2.

Os resultados encontrados corroboram com a literatura, no que tange ao uso de modelos baseados em redes neurais para precificação do preço de *commodities*. O estudo conduzido por Sobreiro, Araujo e Nagano (2009) compararam o desempenho de uma rede MPL com um modelo ARIMA para precificação da *commodity* etanol. De acordo com os autores, uma rede neural que utiliza duas camadas ocultas com 13 neurônios gerou maior acurácia que o modelo ARIMA, produzindo um erro médio percentual de 4,55%.

Avaliando modelos híbridos que incluem redes neurais, Ribeiro, Sosnoski e Oliveira (2010) analisaram o desempenho dos mesmos na precificação de quatro *commodities*: açúcar, etanol, café e soja. Os resultados indiciaram que redes MPL de única camada oculta apresentam um desempenho significativo na precificação desses produtos. Para esses modelos, o erro médio percentual de todas as *commodities* avaliadas foi de 5,77%.

Ferreira *et al.* (2011) também utilizaram redes neurais do tipo MPL como estratégia de previsão preços no contexto do agronegócio, avaliando soja, milho, boi gordo e trigo. Trabalhando com um modelo de camada oculta única, os autores avaliaram o número de neurônios dessa camada. Os resultados indicaram que, usando 5 neurônios, o modelo produziu um erro médio percentual de 4,86% nos dados de validação, na média de todas os produtos considerados.

Com o objetivo de analisar a contribuição de redes neurais MPL para a previsão de preços de *commodities* agrícolas (açúcar, algodão, arroz, café, milho, soja e trigo), Disconzi (2018) também abordou o ajuste das redes a fim de identificar a melhor arquitetura. Na pesquisa, foram avaliados o número de entradas, número de neurônios,

função de ativação e número de camadas intermediárias. Para a *commodity* soja, o coeficiente de determinação para a regressão linear entre o preço real e o preço estimado ficou em 0,834. Segunda a autora, a abordagem aplicada foi capaz de prever o preço diário, no mercado futuro, das *commodities* analisadas, e os resultados foram considerados satisfatórios.

Um tipo especial de redes neurais recorrentes, denominado LTSM (*Long short--term memory*), foi aplicado por Wang e Gao (2018) para prever preços mínimo e máximo da soja. Segundo os autores, o modelo apresentou maior acurácia para prever preços mínimos e máximos quando comparado ao preço de fechamento, além de apresentar acurácia mais elevada quando há alta volatilidade.

Sunarya, Henderi e Tasyriqan (2019) realizaram uma comparação entre uma rede neural do tipo MPL e métodos SMO (*Sequential Minimal Optmization*) na previsão do preço de *commodities*, entre elas a soja. O estudo levou em conta as características dos dados e a precisão dos métodos. Os resultados dos autores apontam que a rede MPL superou os métodos SMO em termos de taxa de precisão, mas gerou um erro percentual absoluto levemente maior.

Para prever o preço de fechamento da soja, Yu (2021) também aplicou um modelo de rede neural do tipo LSTM. O modelo foi avaliado a partir do erro percentual médio absoluto e do coeficiente de correlação. Segundo o autor, o modelo possui excelente capacidade de generalização, apresentando alto efeito de previsão sobre o preço futuro dos produtos.

De acordo com os resultados apresentados nesta seção, foi possível observar como a variação nos hiperparâmetros do modelo pode melhorar sua predição, o que ressalta a importância de avaliar a configuração da rede antes da sua utilização. Além disso, os resultados indicam que a utilização de uma rede MPL de camada única, em conjunto com a seleção de hiperparâmetros, foi capaz de produzir resultados muito bons, gerando um erro máximo absoluto de 2,01% sobre o valor real da saca de soja, para um período de validação superior a 21 meses.

Conclusões

Esta pesquisa avaliou diferentes configurações de hiperparâmetros de uma rede neural MPL, com o intuito de selecionar aquela com a melhor capacidade de previsão do preço da soja. Entre as configurações avaliadas, aquela referenciada como configuração IV produziu o menor erro médio quadrático no cenário estudado. Para esse conjunto, o EMQ obtido foi igual a 1,2936, o que representa, em termos percentuais, 3,20%. Essa configuração é composta por modelo com uma camada oculta com 3 neurônios, função de ativação sigmoide, taxa de aprendizagem de 0,0001 e dimensão do bloco igual a 16. Este modelo, validado em um período independente de tempo, mostrou-se extremamente eficiente, gerando um erro máximo absoluto de US$ 0,83, o que representa em torno de 2% do valor real.

Os resultados mostram que uma rede neural MPL compacta foi capaz de realizar a previsão do preço futuro da soja, acompanhando a tendência de preços do grão, no período em que este foi avaliado, o que corrobora com a literatura, no que diz respeito à previsão de preços de *commodities* agrícolas. Essas informações podem ser usadas para o futuro desenvolvimento de uma ferramenta computacional, acessível ao produtor rural, para auxiliar na tomada de decisão em relação à projeção do preço de venda do seu produto, visando otimizar sua lucratividade.

Referências

CEPEA (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA). *Série histórica do preço da soja*. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br. Acesso em: 15 abr. 2022.

CNA (CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL). Aumento dos custos causa queda de 0,8% no PIB do agronegócio neste início de ano. *PIB do Agronegócio:* relatório técnico. Brasília, 2022. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_PIB-do-Agronegocio-20junho22(1).pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.

DISCONZI, C. M. D. G. *Previsão dos preços de commodities agrícolas brasileiras no mercado futuro utilizando redes neurais artificiais*. 2018. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, 2018.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). *Soja em números (safra 2020/2021)*. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos. Acesso em: 23 ago. 2022.

FANG, Y.; GUAN, B.; WU, S.; HERAVI, S. Optimal forecast combination based on ensemble empirical mode decomposition for agricultural commodity futures prices. *Journal of Forecasting*, v. 39, n. 6, p. 877-886, 2020. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/for.2665 Acesso em: 23 ago. 2022.

FERREIRA, L; MOURA, G.L.; BORENSTEIN, D.; FISCHMANN, A.A. Utilização de redes neurais artificiais como estratégia de previsão de preços no contexto de agronegócio. *Revista de Administração e Inovação*, v. 8, n. 4, p.6-26, 2011. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79235. Acesso em: 23 ago. 2022.

GE, W.; LALBAKHSH, P.; ISAI, L.; LENSKIY, A.; SUOMINEN, H. Neural network–based financial volatility forecasting: a systematic review. *ACM Computing Surveys*, v. 55, n. 1(14), p. 1-30, 2022. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3483596. Acesso em: 23 ago. 2022.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. *Deep Learning*. Massachusetts: The Mit Press, 2016.

HAYKIN, S. *Neural Networks and Learning Machines*. 3 ed. Ontario: Prentice Hall, 2008.

IMEA (INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA). Margem Bruta Pressionada. *Boletim Semanal Soja*, n. 273, 22 out. 2022. Disponível em: https://imea.com.br/imea-site/arquivo-externo?categoria=relatorio-de-mercado&arquivo=bs-soja&numeropublicacao=723. Acesso em: 15 abr. 2023.

JHA, G. K.; SINHA, K. Agricultural price forecasting using neural network model: An innovative information delivery system. *Agricultural Economics Research Review*, v. 26, n. 2, p.229-239, 2013. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/ags/aerrae/162150.html. Acesso em: 15 abr. 2023.

LUDOVICO, S. N. *Previsão de indicadores diários de preço no mercado futuro de commodities agrícolas utilizando aprendizagem de máquina*. 2020. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2020. Disponível em: https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/1762 Acesso em: 15 abr. 2023.

MENHAJ, M.; KAVOOSI-KALASHAMI, M. Developing a hybrid forescating system for agricultural commodity prices (case study: Thailand rice free on board price). *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 52, n.8, p. 1-11, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/mcdxrp7wjNdgBTZGbNZTJsh/?lang=en. Acesso em: 15 abr. 2023.

PINHEIRO, C.; SENNA, V. Multivariate analysis and neural networks application to price forecasting in the Brazilian agricultural market. *Ciência Rural*, v.47, n.1, p. 1-7, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/bcB64kH4hY4Htpc7KhqG6Wg/abstract/?lang=en. Acesso em: 15 abr. 2023.

RIBEIRO, C. O.; SOSNOSKI, A. A. K. B.; OLIVEIRA, S. M. Um modelo hierárquico para previsão de preços de commodities agrícolas. *Revista Produção Online*, v.10, n. 4, p. 719-733, 2010. Disponível em: https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/225 Acesso em: 15 abr. 2023.

RIBEIRO, M. H. D. M.; COELHO, L. S. Ensemble approach based on bagging, boosting and stacking for short-term prediction in agribusiness time series. *Applied Soft Computing*, v. 86, 105837, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1568494619306180 Acesso em: 15 abr. 2023.

ROSOLEN, D.; ARAÚJO, M. V.; LYRIO, M. Previsão dos preços de commodities por meio das taxas de câmbio. *Estudo Econômico*, vol. 43, n. 4, p. 813-830, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ee/a/kFF88txxLpqQ88npY8c7snN/?lang=pt Acesso em: 15 abr. 2023.

SOBREIRO, V.A.; ARAUJO, P.H.S.L.; NAGANO, M.S. Precificação do etanol utilizando técnicas de redes neurais artificiais. *RAUSP - Revista de Administração*, v. 44, n. 1, p. 46-58, 2009. Disponível em: http://rausp.usp.br/wp-content/uploads/files/v4401046.pdf Acesso em: 15 abr. 2023.

SPANCERSKI, J. S.; SANTOS, J. A. A. Redes neurais aplicadas na predição do preço da soja no estado do Paraná. *Revista Perspectivas Online: Exatas & Engenharia*, v. 11, n. 32, p.19-32, 2021. Disponível em: https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/view/2282 Acesso em: 15 abr. 2023.

SUNARYA, A.; HENDERI; TASYRIQAN, I. The Comparison Between Sequential Minimal Optimization and Multilayer Perceptron Neural Network Methods in Predicting the Commodity Prices. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS AND COMPUTING (ICIC), 4., 2019, Semarang, Indonésia. *Proceedings* [...]. Piscataway, NJ: IEEE, 2019. p. 1-6. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/8985679 Acesso em: 15 abr. 2023.

WANG, C.; GAO, Q. High and Low Prices Prediction of Soybean Futures with LSTM Neural Network. *In*: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND SERVICE SCIENCE, 9., 2018, Beijing, China,

2018. *Proceedings* [...]. Piscataway, NJ: IEEE, 2018. p. 140-143. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/8663896 Acesso em: 15 abr. 2023.

WANG, J.; WANG, Z.; LI, X.; ZHOU, H. Artificial bee colony-based combination approach to forecasting agricultural commodity prices. *International Journal of Forecasting*, v. 38, n. 1, p. 21-34, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169207019302304 Acesso em: 15 abr. 2023.

YU, Z. Data Analysis and Soybean Price Intelligent Prediction Model Based on LSTM Neural Network. In: Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS). Shenyang, China, 2021, p. 799-801. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9688705 Acesso em: 15 abr. 2023.

ZHANG, D.; ZANG, G.; LI, J.; MA, K.; LIU, H. Predction of soubean price in China using QR-RBF neural network model. *Computers and Electronic in Agriculture*, v. 154, p. 10-17, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169918302199 Acesso em: 15 abr. 2023.

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do IFG

Volume 8, Número 2, 2023

Análise exploratória (pca e hca) no monitoramento e rastreabilidade de fontes de água urbana

EXPLORATORY ANALYSIS (PCA AND HCA) IN MONITORING AND TRACEABILITY OF URBAN WATER SOURCES

ANÁLISIS EXPLORATORIO (PCA Y HCA) EN MONITOREO Y TRAZABILIDAD DE FUENTES DE AGUA URBANAS

Sabrina Ângela Riboli
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
sabrinariboli@outlook.com

Cleber Antonio Lindino
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
lindino99@gmail.com

Resumo

A avaliação da qualidade da água para consumo humano é indispensável, pois está relacionada com a garantia de saúde da população. Muitas das fontes de água subterrânea ou água superficial utilizadas pela população podem estar contaminadas por substâncias exógenas a ela, mesmo que as propriedades organolépticas não estejam alteradas. Conhecer o perfil dessa água utilizando poucos parâmetros de qualidade é um desafio e uma necessidade que podem ser supridos com o uso da quimiometria. Neste trabalho, apresenta-se a análise de sete fontes de água situadas em área urbana de uma cidade média do Paraná, monitoradas pelo período de dez meses, determinando parâmetros de pH, de condutividade, de turbidez, de sólidos totais, de concentração de matéria orgânica, de concentração de nitrato e de coliformes termotolerantes e totais. As amostras também são analisadas por espectrometria de plasma induzido por laser (LIBS) para determinar linhas espectrais relevantes. As metodologias de Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Grupos Hierárquicos (HCA) são utilizadas como ferramentas quimiométricas. Os resultados denotam que é possível avaliar o perfil de cada fonte de água e discriminá-las, podendo-se rastrear a origem geográfica de cada uma. Constata-se que a quantidade de parâmetros utilizados se mostra suficiente para a análise quimiométrica, diminuindo o tempo e os custos de análise, bem como que o entorno geográfico influencia o perfil da água do local. A principal contaminação físico química observada, ainda que abaixo do Valor Máximo Permitido pela legislação brasileira, é por nitrato, havendo também contaminação microbiológica com coliformes totais e *Escherichia coli*, tornando estas águas impróprias para o consumo.

Palavras-chave: *água potável; contaminação; saúde humana; quimiometria.*

Abstract

Assessment of the quality of water for human consumption is essential, as it related to ensuring the health of the population. Exogenous substances may contaminate many of the groundwater sources or surface water used by the population, even if the organoleptic properties are not altered. Knowing the profile of this water using few quality parameters is a challenge and a need that can be met with the use of chemometrics. In this work, seven water sources located in urban area of a medium-sized city in Paraná were selected and monitored for ten months, determining parameters of pH, conductivity, turbidity, total solids, concentration of organic matter, concentration of nitrate and thermotolerant and

total coliforms. Samples are also analyzed by Laser-induced plasma spectroscopy (LIBS) to determine relevant spectral lines. The Principal Component Analysis (PCA) and Hierarchical Group Analysis (HCA) methodologies are used as chemometric tools. The results show that it is possible to evaluate the profile of each water source and discriminate them, being able to trace the geographic origin of each one. The small number of parameters used was sufficient for the chemometric analysis, reducing time and costs. The geographic surroundings influence the local water profile. The main physical-chemical contamination observed, although below the Maximum Value Allowed by Brazilian legislation, is nitrate, and there is also microbiological contamination with total coliforms and *Escherichia coli*, turning these waters unsuitable for consumption.

Keywords: *potable water; contamination; human health; chemometrics.*

Resumen
La evaluación de la calidad del agua para consumo humano es fundamental, ya que se relaciona con garantizar la salud de la población. Muchas de las fuentes de aguas subterráneas o superficiales utilizadas por la población pueden estar contaminadas por sustancias exógenas, aunque las propiedades organolépticas no estén alteradas y sean perceptibles. Conocer el perfil de esta agua con pocos parámetros de calidad es un reto y una necesidad que se puede cubrir con el uso de la quimiometría. En este trabajo, siete fuentes de agua subterránea ubicadas en un área urbana de una ciudad de porte medio paranaense fueron seleccionadas y monitoreadas por un período de diez meses, determinando parámetros de pH, conductividad, turbidez, sólidos totales, concentración de materia orgánica, concentración de nitrato y termotolerantes y coliformes totales. Las muestras también se analizaron mediante Espectroscopía de descomposición inducida por láser (LIBS) para determinar las líneas espectrales relevantes. Se utilizaron metodologías de análisis de componentes principales (PCA) y análisis de grupos jerárquicos (HCA) como herramientas quimiométricas. Los resultados mostraron que es posible evaluar el perfil de cada fuente de agua y discriminar entre ellas, pudiendo rastrear el origen geográfico de cada una. El pequeño número de parámetros utilizados fue suficiente para el análisis quimiométrico, simplificando tiempos y reduciendo costos. El entorno geográfico influyó en el perfil hídrico del sitio. La principal contaminación físico-química observada, aunque por debajo del Valor Máximo Permitido por la legislación brasileña, fue nitrato, y también hubo contaminación microbiológica con coliformes totales y *Escherichia coli*, dejando estas aguas no aptas para el consumo.

Palabras clave: *agua potable; contaminación; salud humana; quimiometría.*

Introdução

A escassez de água potável será um dos grandes desafios da humanidade ainda no século XXI, influenciada pela mudança climática, pelo aumento no consumo deste *capital natural*[1] e a qualidade inadequada da água (Miller, 2011).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, cerca de 2 bilhões de pessoas vivem com a falta de água ou consomem água contaminada. No Quênia, cerca de 90% das águas superficiais já se esgotaram; no Sahel, nos últimos 20 anos, os recursos hídricos diminuíram cerca de 40%, sendo as mudanças climáticas a principal causa. A escassez tem forte influência no que se refere a contaminação e mais de 2,8 milhões de crianças sofrem desnutrição devido a doenças vinculadas pela água (Unicef, 2019).

1 O *capital natural* consiste nos recursos naturais fornecidos pelo planeta, bem como, ar, água e solo, o qual sustentam todas as formas de vida e economia na Terra (Miller, 2011).

A importância do acesso e o direito à água potável foi afirmado em julho de 2010 pela Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU). Com a criação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), 193 líderes mundiais propuseram um plano de ação para as pessoas e o planeta, a Agenda 2030. Com 17 objetivos e 169 metas globais, a maioria dos ODS está relacionada com a água, sendo que o ODS n. 6 aborda diretamente a gestão das águas para alcançar água potável e saneamento para todos. Existem estratégias que ajudam a combater problemas quanto à qualidade da água, como prevenir a poluição, tratar as águas poluídas, a restauração e proteção dos ecossistemas e o uso seguro de águas residuais (Camkin; Neto, 2020), o que implica em determinar parâmetros de qualidade da água periodicamente.

O monitoramento da qualidade da água é um importante instrumento que possibilita o acompanhamento do uso dos recursos hídricos e os efeitos sobre as características das águas, buscando subsidiar ações de controle ambiental, auxiliando na regulamentação e políticas públicas de saneamento básico. Contudo, determinar diversos parâmetros em amostras de água se mostra grande desafio, pois, apesar do avanço tecnológico dos métodos analíticos, o custo, a quantidade de parâmetros a serem avaliados e a ausência de fiscalização, entre outros fatores, limitam a obtenção de informações sobre a qualidade da água. A possibilidade de se utilizar metodologias para avaliar o perfil de amostras (análises multivariadas) e correlacioná-las com o local geográfico é alternativa importante no controle da qualidade de fontes de água potável, simplificando as análises e, ao mesmo tempo, determinando sua condição de consumo.

A análise multivariada busca extrair o conjunto de variáveis menor que o conjunto original, no qual consistirá na preservação da maior parte das informações amostrais (Panero *et al.*, 2009). A quimiometria usa modelagem matemática e estatística para reconhecer padrões e relações entre os dados altamente complexos, traduzindo-os em parâmetros utilizáveis (McGrath *et al*., 2018).

Entre os métodos quimiométricos geralmente empregados estão a análise de componentes principais, PCA (do inglês, *Principal Component Analysis*) e a análise hierárquica de grupos, HCA (do inglês, *Hierarchical Cluster Analysis*). O PCA é importante ferramenta exploratória para reconhecimento de padrões, fornecendo resumo de todos os dados que integram a análise estatística e buscando encontrar correlação entre as variáveis para explicar a variância de um grande conjunto de variáveis (Naz *et al*., 2014; Kek *et al*., 2017), enquanto o HCA é um método que verifica o agrupamento de amostras e gera um arranjo hierárquico (Cavalcante *et al.,* 2018; Guedes *et al.*, 2012; Raypah *et al*., 2022).

O presente trabalho propõe caracterizar fontes de água[2], estabelecendo perfil de cada localidade estudada por meio das ferramentas quimiométricas Análise de Componentes Principais (PCA) e análise de agrupamento hierárquico (HCA), utilizando como modelo uma cidade de porte médio do Paraná. Os dados de entrada no estudo quimiométrico foram os parâmetros físico químicos de pH, condutividade iônica, turbidez e concentração de nitrato. Também foram utilizadas as linhas espectrais específicas do elemento nitrogênio obtidas por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Induzido por Laser (LIBS). A técnica LIBS apresenta elevada frequência analítica, caráter multielementar, reduzida manipulação das amostras e obtenção de dados precisos e exatos. Além disso, apresenta praticamente caráter não-destrutivo,

2 Fontes de água tem como definição o afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água e, segundo a Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, Artº 4, Inciso IV, é Área de Preservação Permanente (APP) (BRASIL, 2012).

porque somente uma porção muito pequena da amostra sofre o processo de ablação, cerca de nanogramas a microgramas (Costa *et al*., 2019).

Materiais e métodos

Área de estudo

O campo de estudo está localizado na cidade de Cascavel, região oeste do estado do Paraná, com área total do município de 2.112 km² e perímetro urbano de 112 km², com altitude máxima de 780 metros acima do nível do mar e população em 2022 de 348.051 habitantes, segundo o IBGE (2023).

A região apresenta relevo ondulado com solo do município do tipo latossolo roxo, com boa capacidade de aeração, permeabilidade e retenção de água. A vegetação natural, subtropical, define-se em dois tipos de florestas: florestas da bacia do Rio Uruguai e Rio Paraná e florestas de araucárias, predominando as árvores de grande porte que, no entanto, em consequência das intensas atividades antrópicas, apresentam-se modificadas (Embrapa, 2007).

O município está inserido em três bacias hidrográficas com 52% da área está contida na Bacia do Rio Piquiri (BRP), 36% na área na Bacia do Rio Iguaçu (BRI) e 12% na Bacia do Rio Paraná 3 (BP3) e apresenta total de 1.082 nascentes georreferenciadas existentes no perímetro urbano de Cascavel, distribuídas por 543 (BRI), por 288 (BRP) e por 251 (BP3), além das existentes na área rural (Cascavel, 2022).

Para o estudo, selecionou-se sete fontes de água, utilizadas pelos habitantes para consumo, situadas em pontos estratégicos da cidade abrangendo o norte, o sul, o leste e o oeste da zona urbana, observando as bacias hidrográficas que as deságuam (Figura 1 e Tabela 1)



Figura 26 – Localização dos pontos amostrais no perímetro urbano de Cascavel/PR
Fonte: Google Earth® (2023).

Fontes	Pontos	Latitude	Longitude	Elevação (m)
Tarquínio	P1 (BRI)	24°58'17"S	53°27'43"W	722
Padovani	P2 (BRI)	24°59'23"S	53°27'46"W	711
Mosaicos	P3 (BP3)	24°56'56"S	53°28'08"W	716
Lago	P4 (BRI)	24°58'00"S	53°26'14"W	718
Cascavel Velho	P5 (BRI)	24°58'18"S	53°25'38"W	709
Morumbi	P6 (BRP)	24°58'26"S	53°27'57"W	690
Santos Dumont	P7 (BP3)	24°59'11"S	53°30'51"W	712

BP3: Bacia do Paraná 3; BRP: Bacia Rio Piquiri; BRI: Bacia Rio Iguaçu.

Tabela 6 – Coordenadas geográficas das fontes estudadas
Fonte: Google Earth® (2023).

O número de habitantes nos bairros nos quais as fontes coletadas estão localizadas são Centro: 24.534, Região do Lago: 7.478, Parque São Paulo: 10.371, Cascavel Velho: 13.392, Morumbi: 5.353, Santos Dumont: 1.983 e Jardim Padovani (Santa Felicidade): 14.432 habitantes (Cascavel, 2012). A cidade tem 98% da rede de esgoto disponível para os moradores, chegando a 137 mil domicílios, com a rede coletora com total de 1.500 km, além de quatro estações de tratamento de esgoto. A captação para o abastecimento de água da área urbana vem de 16 poços e dos rios Cascavel, São José, Saltinho e Peroba (IAS, 2022).

No que se refere à infraestrutura física da cidade, cerca de 100% da população urbana dispõe de rede de água. De acordo com o Instituto Trata Brasil, no ano de 2023 o município de Cascavel obteve o 10º lugar no *ranking* de saneamento básico nacional (Instituto Trata Brasil, 2023).

Caracterização de parâmetros da qualidade de água

O período de coleta ocorreu nos dias 6 de outubro de 2021 e 25 de janeiro, 11 de abril, 25 de julho e 13 de novembro de 2022, totalizando 50 amostras em duplicatas.

Para os procedimentos de coleta das amostras de água das fontes foram utilizados frascos de polietileno (200 mL) e termômetro de mercúrio com escala de 0º e 50ºC (± 0,1°C) para aferir a temperatura no momento da coleta. As amostras foram posteriormente identificadas, acondicionadas em caixa térmica com temperatura menor que 10ºC e transportadas ao laboratório para análise. Os parâmetros físico-químicos determinados foram a turbidez, a temperatura, o pH, a condutividade iônica, os sólidos totais, o teor de matéria orgânica e a concentração de nitrato.

As amostragens de água para análise foram efetuadas de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (Brandão *et al.,* 2011) e os parâmetros determinados de acordo com *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017).

Para leitura da turbidez foi utilizado turbidímetro de bancada, Marca *MS TEC*, modelo TB-1000, calibrado com padrões (Formazina) de 0,8 a 1000 uT; a determinação do pH foi realizada em pHmetro da Marca *Bel*, modelo PHS3BW, calibrado com soluções tampão pH 7,0 ± 0,02 e pH 4,0 ± 0,02 (Dinâmica); para análise de condutividade iônica utilizou-se condutivímetro de bancada, Marca Ms Tecnopon, calibrado com solução padrão de 1412 µS cm-1; para o procedimento de sólidos totais, utilizou-se estufa de secagem modelo SL-100 da Marca *Solab* com temperatura em 105 ± 0,1°C e balança analítica Shimadzu (± 0,1mg).

Para a determinação da concentração de nitrato, obteve-se a curva analítica preparada a partir de solução estoque (721,8 mg L-1) de nitrato de potássio (KNO3, Neon, 99,7%), seco em estufa de secagem a 105,0°C por 24h, seguida das adequadas diluições. Os padrões foram lidos em espectrofotômetro UV-visível Shimadzu 1800 PC entre os comprimentos de onda de 1100 nm a 200 nm, com resolução de ± 0,1 nm, utilizando-se cubeta de quartzo de caminho ótico de 1,0 cm. A curva analítica foi construída a partir dos resultados de absorbância no comprimento de onda de 203 nm, na temperatura de 25,0°C. A curva analítica apresentou equação da reta Abs = 0,03427 + 0,09055193[NO3-], com coeficiente de Pearson (r) de 0,9983 e coeficiente de determinação (R2) = 0,9956.

Os resultados microbiológicos foram realizados no Laboratório de Águas e Alimentos da Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Cascavel (Fundetec), sendo empregada metodologia *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* – Method 9223 (APHA, 2017)

Os resultados dos parâmetros foram avaliados de acordo com a Portaria n. 888/21 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021).

Para a análise por LIBS, papéis de filtro quantitativo faixa azul (80 g m-2, maioria dos poros de 8 µm) foram utilizados para absorver a água e componentes químicos das amostras de cada fonte, por contato, por 1 hora, em frasco fechado, retirando-se em seguida o excesso do líquido e deixando-o secar em dessecador com sílica gel (tratada a 100,0°C ± 0,1°C por 24 horas em estufa de secagem). O papel anidro foi acondicionado em *bags* de plástico limpos fechados. Água purificada por sistema Milli-Q da MilliPore (resistência da água de 18,2 MΩ cm-1) foi utilizada como branco. Utilizou-se equipamento LIBS Applied Spectra modelo J200 Tandem, com a linha do laser em 266 nm (25 mJ ns-1) e largura total na metade máxima (FWHM, 6 ns) e equipado com um espectrômetro CCD de 6 canais com cobertura espectral de 190 nm a 1040 nm. Para evitar contaminação do porta-amostra, o papel de filtro foi dobrado três vezes antes da aplicação do laser e foram realizados cinco “tiros ou *shots*” em cada ponto de aplicação em matriz 5 x 5.

Para cada amostra de água das fontes, os valores obtidos de pH, condutividade, turbidez, concentração de nitrato e linhas espectrais (LIBS) do nitrogênio em 746,85 nm, 821,76 nm e 868,20 nm foram utilizados como parâmetros na Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Grupos Hierárquicos (HCA), utilizando o *software* Past® versão 4.13, para verificar a similaridade de perfil das fontes e permitir a discriminação delas. Os espectros obtidos no LIBS foram pré-processados por alisamento (*smooth*) pelo método de Savitzky-Golay com filtro polinomial de ordem 2 e janela de 5 pontos.

Resultados e discussões

Parâmetros físico-químicos

Os resultados obtidos das amostras nas coletas no período de estudo estão apresentados em gráficos de *boxplot* nas figuras 2 a 6. A coleta nos pontos P6 e P7 foi prejudicada, pois os locais estavam muito degradados, com vegetação alta e depósito de resíduos em seu entorno e praticamente sem vazão de água. Por isso, essas amostras foram descartadas na análise.

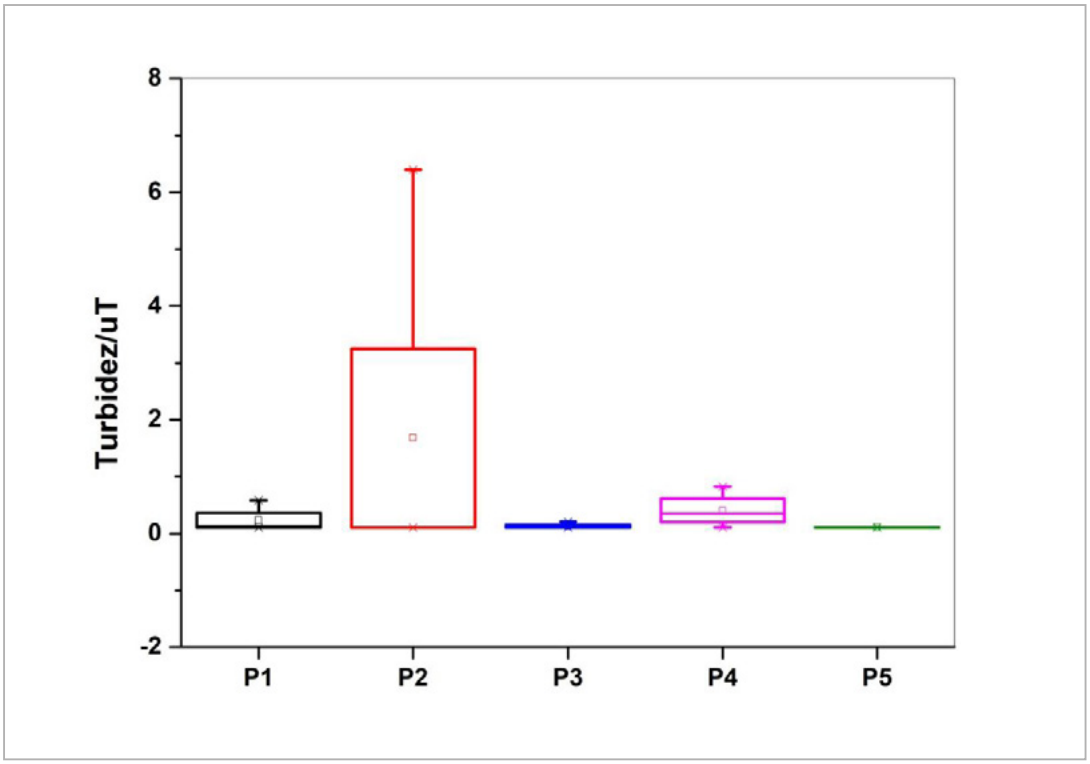


Figura 27 – Gráficos de Boxplot para os valores de turbidez (uT) observados nos pontos amostrais durante coletas nas estações do ano (n = 50)
Fonte: Elaboração própria.

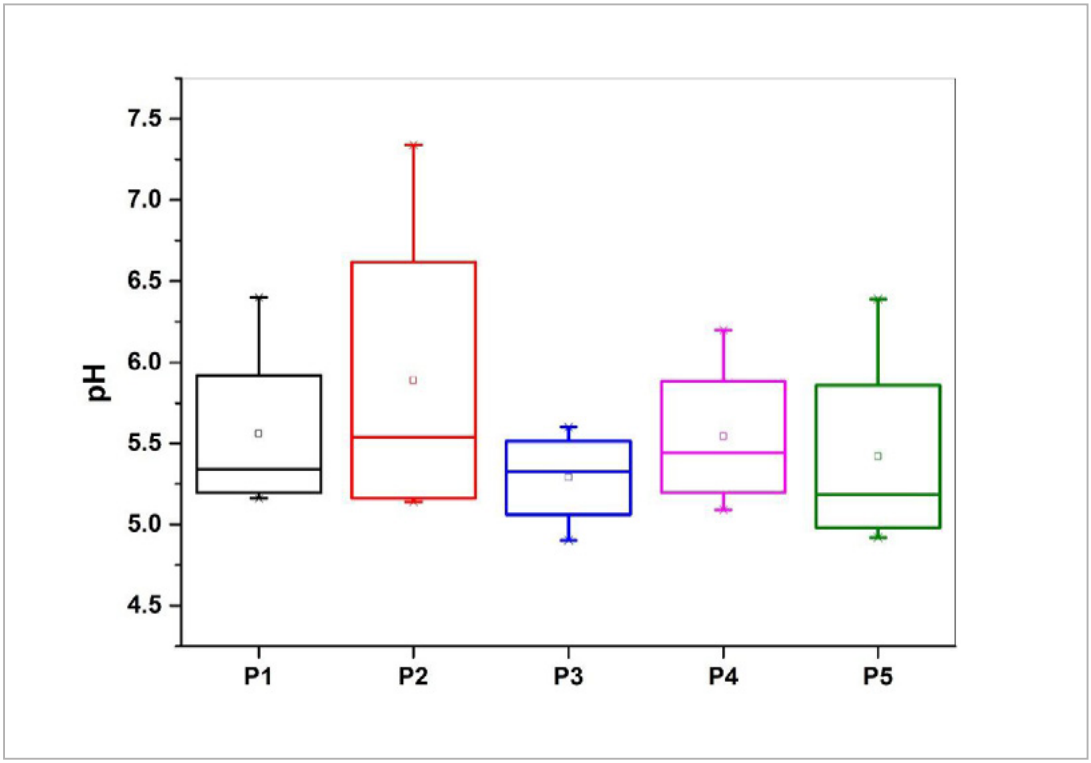


Figura 28 – Gráficos de Boxplot para os valores de pH observados nos pontos amostrais durante coletas nas estações do ano (n = 50)
Fonte: Elaboração própria.

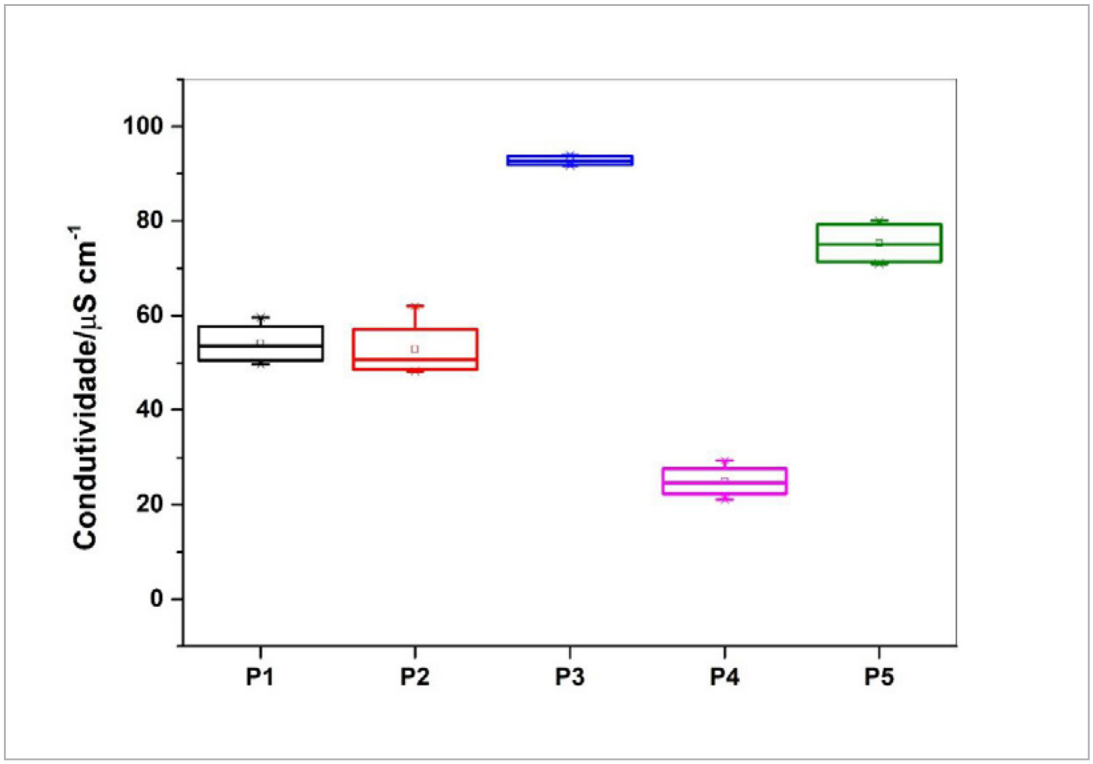


Figura 29 – Gráficos de Boxplot para os valores de condutividade (µS cm-1) observados nos pontos amostrais durante coletas nas estações do ano (n = 50)
Fonte: Elaboração própria.

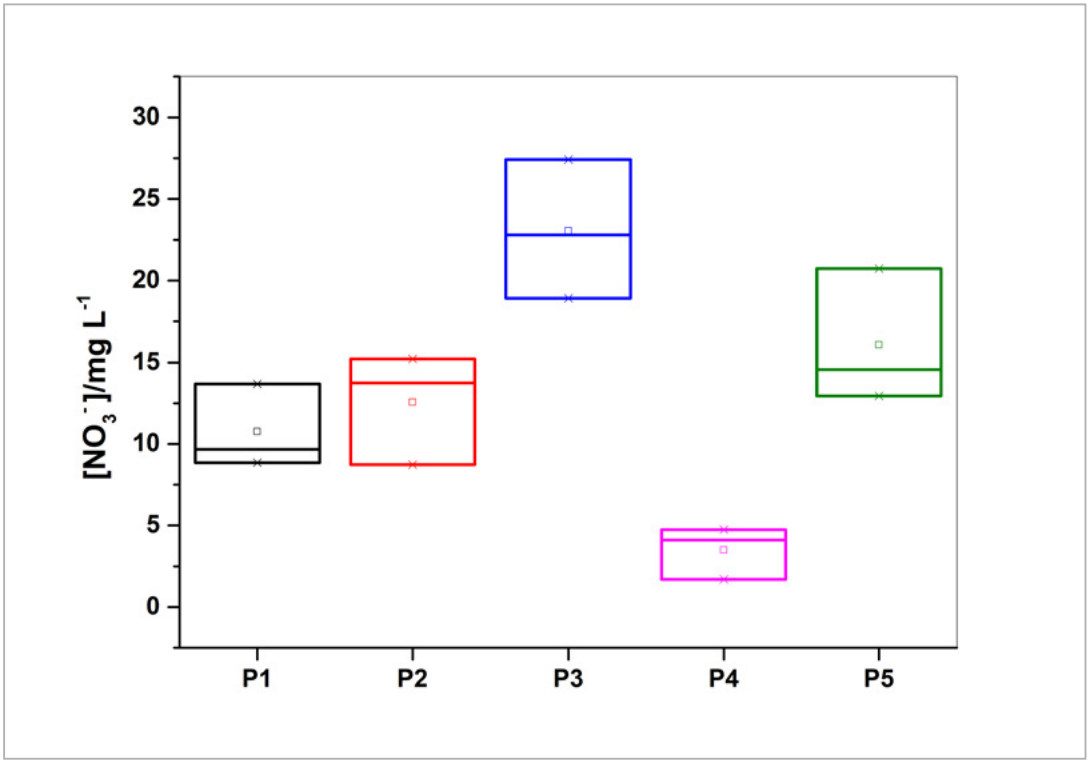


Figura 30 – Gráficos de Boxplot para os valores de nitrato (mg L-1) observados nos pontos amostrais durante coletas nas estações do ano (n = 50)
Fonte: Elaboração própria.

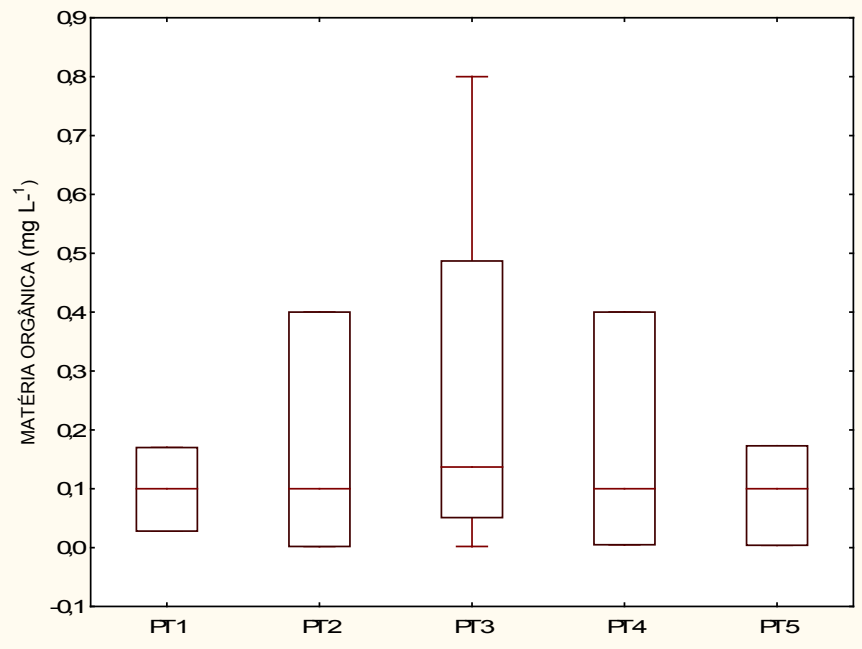


Figura 31 – Gráficos de Boxplot para os valores de matéria orgânica (mg L-1) observados nos pontos amostrais durante coletas nas estações do ano (n = 50)
Fonte: Elaboração própria.

Os valores de turbidez encontrados nas amostras se mostraram abaixo do limite máximo (5,0 uT) preconizado pela Portaria GM/MS n. 888/2021 (Brasil, 2021), com exceção da última coleta na Fonte do Padovani (P2) que indicou 6,4 uT, devido ao aumento de pluviosidade no período. O ponto amostral P2 foi o que apresentou maior variabilidade nos valores de turbidez entre as amostras estudadas.

O ponto amostral P2 também apresentou maior variabilidade nos valores de pH em relação aos outros pontos. A maioria das amostras apresentaram pH entre 5,0 e 5,9 durante as coletas, com média de 5,33 ± 0,24 e desvio padrão relativo de 4,5%, valores mais ácidos que o permitido pela Portaria GM/MS n. 888/2021, cujos valores permitidos para pH em água subterrânea é entre 6,0 a 9,0 (Brasil, 2021).

O valor mais ácido encontrado ocorreu durante a 4ª coleta, para o ponto amostral P3, com pH = 4,92 e o valor mais básico ocorreu durante a 2ª coleta para o ponto amostral P2, com pH = 7,34.

Condições mais ácidas das águas afloradas podem ocorrer devido ao tipo de solo, no qual a degradação de rochas pode dissolver elementos como o Ferro, Alumínio e outros (Borges; Galbiatti; Ferraudo, 2003; Brasil, 2006). Estes elementos podem apresentar processo de hidrólise, gerando espécies H3O+ de acordo com a Equação 1, acidificando o meio.

$$Fe^{3+}\ (aq)\ +\ 3\ H_2O\ (l) \rightarrow Fe(OH)_3\ (aq) + H_3O^+\ (aq) \qquad (4)$$

Além disto, a presença de ácidos orgânicos, como ácidos húmicos e fúlvicos, originários da degradação da matéria orgânica, que apresentam solubilidade parcial em água, podem diminuir o pH na água. Parte desta degradação acelerada deve-se a modificação no ciclo natural dos ecossistemas provenientes de mudanças climáticas e o aporte de poluentes, devido à ação antrópica, incluindo a urbanização (STROKAL, 2019).

A condutividade iônica é fator muito importante na análise da qualidade da água, no qual se pode considerar indicador indireto de contaminação, visto que a presença de íons dissolvidos nas águas frequentemente pode estar relacionada a despejo de

esgoto (Chalupová; Havliková; Jansky, 2012). Por exemplo, cada pessoa consome por dia em média 6 g de íons cloreto, e as concentrações excedem 15 mg L-1 no esgoto bruto (WHO, 2003).

Os resultados encontrados nas amostragens apresentam pouca variabilidade, mas o P3 se destaca com o maior valor médio de 92,80 ± 1,06 µS cm-1, sendo que o ponto P4 apresenta os menores valores, com média de 24,92 ± 3,52 µS cm-1.

O ponto amostral (P3) destaca-se por apresentar maiores concentrações de nitrato, com média de 24,15 ± 4,10 mg L-1, em relação aos demais pontos, enquanto o ponto amostral P4 tem os menores valores de nitrato com média de 5,65 ± 3,32 mg L-1. O P3 apresenta os valores de turbidez mais baixos, mostrando que este parâmetro não pode ser utilizado isoladamente para indicar qualidade da água, pois inúmeros compostos podem estar dissolvidos e a água não apresentar cor ou turbidez.

O nitrato está presente em corpos d'água como metabólito natural do processo de nitrificação (processo de oxidação amônia nitrito nitrato). As principais fontes de contaminação por nitrato são a lixiviação de fertilizantes utilizados na agricultura, esgotos sanitários humanos e animais sem tratamento adequado (fossas assépticas, por exemplo ou descarte inadequado no solo) e até deposição atmosférica de poluentes (Aquino *et al*., 2014; Pereira *et al*., 2020). Desta forma, podem ser conduzidos para os cursos d'água, pelo interior de rocha e solo até alcançar as águas subterrâneas da região.

Todas as amostragens apresentaram valores de nitrato abaixo do Valor Máximo Permitido para nitrato de 44,3 mg L-1 (Brasil, 2021). Contudo, mesmo que as concentrações de nitrato estejam abaixo do Valor Máximo Permitido estabelecido pela legislação, o consumo constante de águas pode ocasionar em longo prazo a formação de metemoglobinemia, um distúrbio sanguíneo caracterizado pela presença circulante da metemoglobina e no qual menos oxigênio do que de costume é fornecido às células do corpo (Santos, 2014).

A partir dos resultados obtidos nas amostragens, verificou-se que há correlação linear positiva (Figura 7) entre a condutividade elétrica e a concentração de nitrato, com equação da reta sendo y = 1,03778 + 0,25307 [NO3-], com r de Pearson = 0,9970 e coeficiente de determinação (R2) = 0,9921. Esta correlação direta foi possível, pois os valores de matéria orgânica são baixos, assim como a turbidez e sólidos dissolvidos.

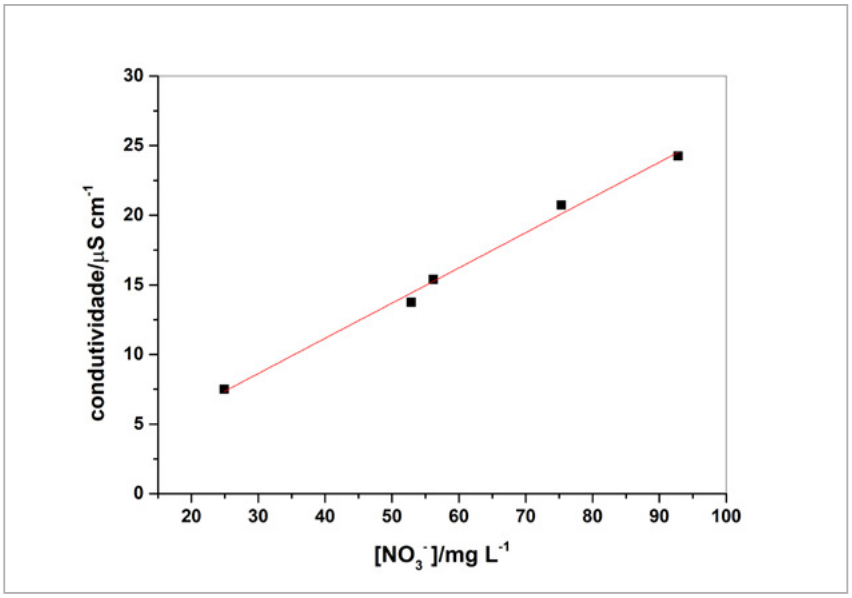


Figura 32 – Correlação entre valores médios de condutividade (µS cm-1) e concentração de nitrato (mg L-1) encontrada para amostras coletadas em diferentes estações do ano (n=50) – temperatura = 25,0°C
Fonte: Elaboração própria.

Em relação à concentração de matéria orgânica, o valor máximo encontrado nas amostragens foi de 0,4 mg L-1, com exceção do P3, com valor de 0,8 mg L-1.

A quantidade de sólidos totais apresentou valores encontrados abaixo do limite do erro da balança analítica (± 0,1 mg) em todos os pontos coletados em diferentes períodos, estando de acordo com a Portaria GM/MS n. 888/2021, pois as águas com teores de sólidos totais menores que 1000 mg L-1 são satisfatórias para uso doméstico (Brasil, 2021).

Os resultados apresentados nas Figuras 2 a 6 indicam que o ponto amostral P3 apresenta os maiores níveis de condutividade, maior concentração de nitrato, pH mais ácido e maior teor de matéria orgânica que para outros locais, enquanto o ponto amostral P4 tem os menores níveis. Isto implica que o entorno do local (Figura 8), ou seja, o grau de urbanização da área, a presença ou não de vegetação nativa ou artificial ou o *status* anterior do local irão influenciar as características físico-químicas da água. Apesar do lençol freático ser menos propenso a contaminação, quando comparado a corpos d'água superficiais, a percolação de substâncias é possível como no caso dos efluentes domésticos (Mirlean *et al*., 2005).

A Figura 8 apresenta a localização e o entorno de cada ponto amostral.



a) Fonte do Tarquínio (P1)



b) Fonte do Padovani (P2)



c) Fonte dos Mosaicos (P3)



d) Fonte do Lago (P4)



e) Fonte do Cascavel Velho (P5)

Figura 33 – Entorno das fontes estudadas com foco na vegetação e na ocupação do espaço urbano
Fonte: Google Earth® (2023).

O ponto amostral P3 (Figura 8c) está situado em região com alta urbanização, mínima cobertura vegetal e é um bairro mais consolidado, no qual a presença de fossas assépticas antigas (não mais utilizadas) ainda podem contaminar águas subterrâneas com dejetos humanos com alto grau de nitrificação. Os valores mais altos de nitrato (último estágio da nitrificação, indicando contaminação antiga ou remota) e de condutividade ocorreram neste ponto amostral, enquanto que o ponto amostral P4 (Figura 8d), situado em região com mata nativa (55.350m²), em área de conservação ambiental, os índices são menores que os das outras fontes.

O ponto amostral P5 encontra-se com forte urbanização e solo desprotegido (Figura 8e) e os níveis de nitrato e condutividade são mais altos em relação aos outros pontos, com exceção do P3 (Figura 8c).

Importante destacar que todas as fontes foram reprovadas no quesito microbiológico e indicaram a presença de coliformes totais acima do limite estabelecido pela legislação nos pontos amostrais, tornando as águas impróprias para o consumo.

Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Grupos Hierárquicos (HCA)

A discriminação de amostras quanto ao seu perfil é importante para não haja enganos (intencionais ou não) na determinação de sua origem ou em sua qualidade e a as ferramentas quimiométricas são importantes neste contexto.

Para a Análise dos Componentes Principais (PCA) utilizou-se os resultados de pH, condutividade, turbidez, concentração de nitrato e a área (calculada por integração) das três linhas espectrais mais intensas do elemento nitrogênio (l = 868,198 nm; 821,795 nm e 747,077 nm). Estes parâmetros foram escolhidos, pois apresentaram os melhores resultados na análise quimiométrica (Figura 9). A matriz foi gerada por correlação, com autoescalonamento devido às variáveis possuírem magnitudes diferentes (Ferreira, 2015). O componente PC1 tem variância de 47,27%, o PC2 tem 31,20% e o PC3 tem 13,89%, correspondendo a 92,36% dos resultados. A Figura 10 apresenta o gráfico de *loadings* para PC1 e PC2, com os pesos de cada variável sobre as componentes. A condutividade iônica e a concentração de nitrato têm o mesmo peso, assim como as áreas das linhas espectrais. O pH é a variável com menor peso.

A Figura 9 apresenta os *scores plots* da PCA (autoescalonados – *Eigenvalue*[3]) verificando-se que estes parâmetros são estatisticamente suficientes para haver a discriminação das fontes estudadas. A PC1 discrimina claramente os pontos P1, P2 e P4 dos pontos P3 e P5, estes últimos com similaridade nos parâmetros. Os pontos amostrais P3 e P5 estão localizados em região mais urbanizada, com menor cobertura vegetal e possuem índices mais elevados de condutividade iônica e concentração de nitrato. Ainda assim, observa-se que é possível diferenciar cada fonte a partir dos componentes principais (PCA).

3 Eigenvalue: medida do quanto de variância das variáveis observadas (por exemplo itens de uma escala) é explicada por determinado fator.

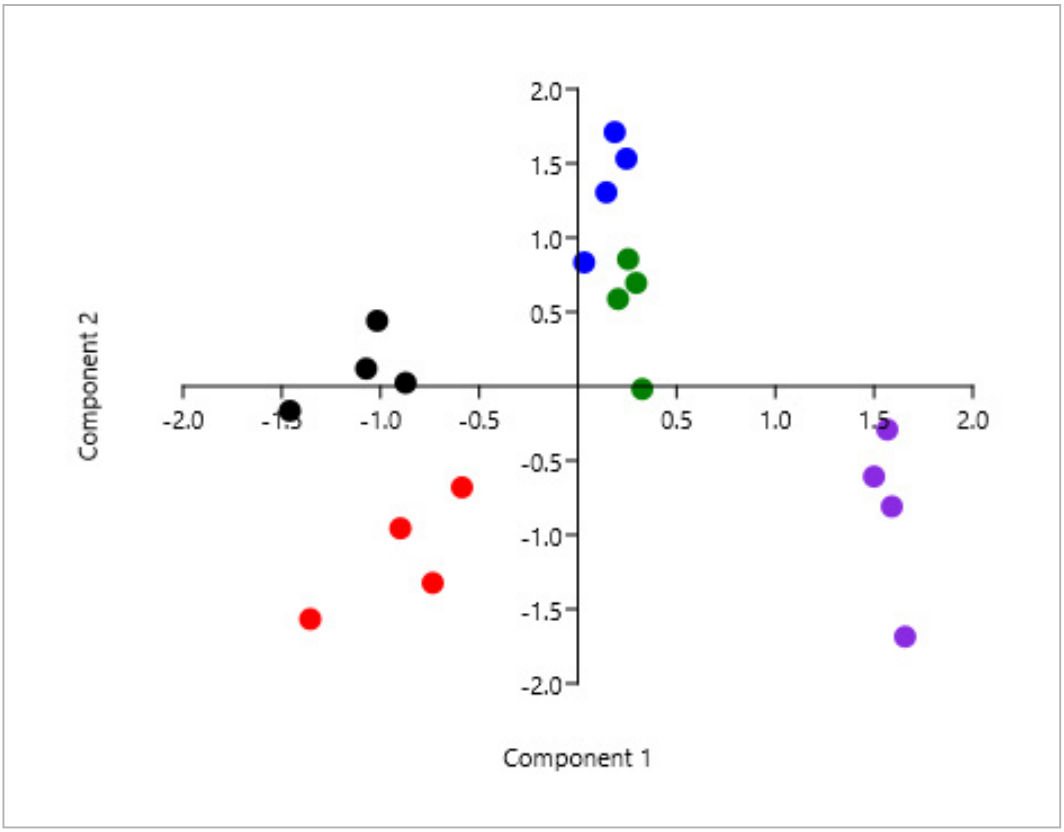


Figura 34 – Gráfico de pontuação (score plot, autoescalonado) da Análise de Componentes Principais (PCA) para distinção entre as fontes de água das amostras
Legenda: (□) P1; (□) P2; (□) P3; (□) P4; (□) P5
Nota: Foram utilizadas as médias dos resultados de cada parâmetro nas amostras coletadas no período (n = 50).
Fonte: Elaboração própria.

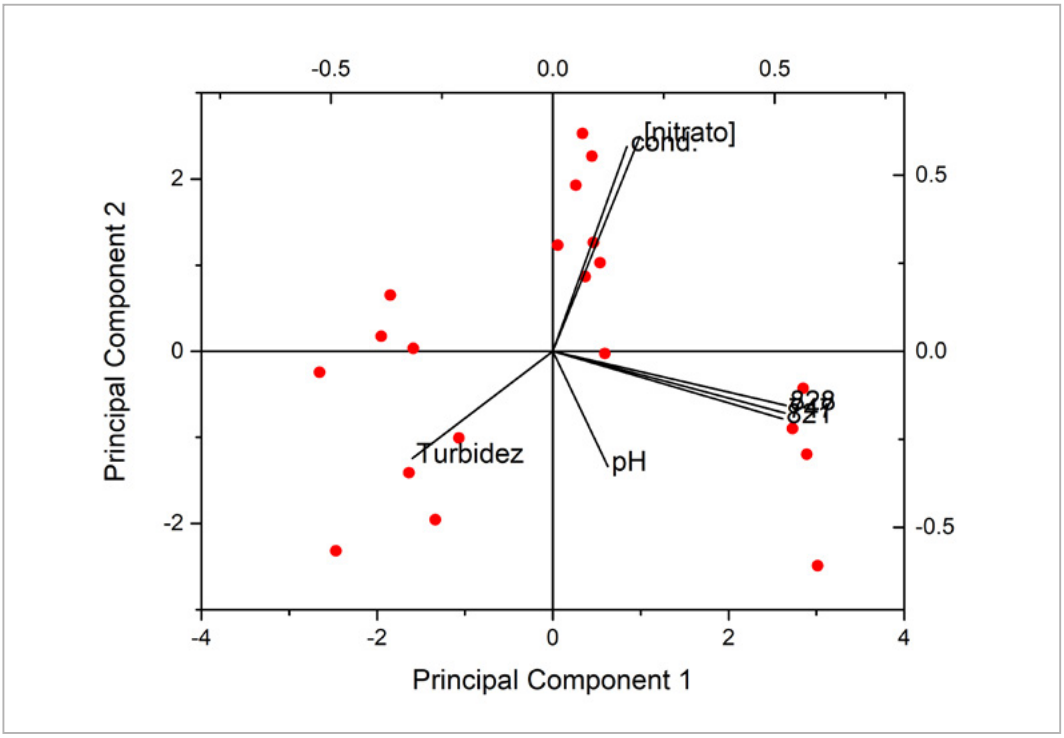


Figura 35 – Gráfico de loadings da Análise de Componentes Principais (PCA) para distinção entre as fontes de água das amostras da Figura 9
Fonte: Elaboração própria.

As fontes estudadas também foram agrupadas em grupos (*clusters*) na Análise de Grupos Hierárquicos (HCA) por meio de dendrograma (Figura 11), utilizando-se os parâmetros de pH, condutividade iônica, turbidez, concentração de nitrato e linhas espectrais do nitrogênio. Como a HCA é uma técnica aglomerativa, o cálculo da semelhança ou diferença entre objetos de estudo é realizado por meio da distância entre eles. Foram testados os algoritmos *Paired Group – Euclidian*[4] que apresentou correlação de 0,9393; *Paired Group – Manhattan*[5] com correlação de 0,9394 e *Ward's Method*[6] com correlação de 0,9390.

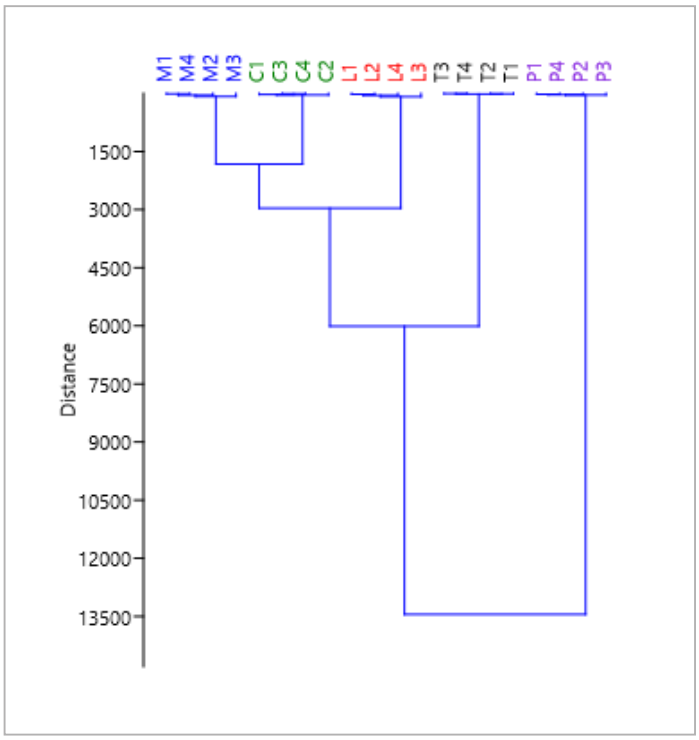


Figura 36 – Dendrograma da Análise de Grupos Hierárquicos (HCA) para distinção entre as fontes de água das amostras.

Nota: foram utilizadas as médias dos resultados de cada parâmetro nas amostras coletadas no período (n = 50). Algoritmo: Manhattan. T1 a T4: amostras Parque Tarquínio (P1); P1 a P4: amostras do Jardim Padovani (P2); M1 a M4: amostras do Parque mosaico (P3); L1 a L4: amostras do Lago e C1 a C4: amostras do bairro Cascavel Velho.
Fonte: Elaboração própria.

O dendrograma apresentado na Figura 11 mostra que é possível discriminar entre as fontes amostradas, corroborando os resultados de PCA (Figura 9), reforçando que a metodologia empregada é ferramenta importante para diferenciar amostras de água de diferentes origens. As amostras de cada fonte estão separadas nos segmentos, sendo que as amostras M1 a M4 (P3) e C1 a C4 (P5), que são amostras com maior contaminação e estão em locais com entorno urbanizado e pouca vegetação, se apresentam no dendrograma no mesmo bloco, similares entre si.

4 Distância Euclidiana é a distância entre dois pontos em n dimensões no espaço com coordenadas.

5 Distância de Manhattan é definida como a soma dos valores absolutos das diferenças.

6 Método de Ward faz a soma dos quadrados dentro dos agrupamentos, calculada sobre todas as variáveis.

Conclusão

A utilização de ferramentas quimiométricas como o PCA e o HCA demonstrou que com poucos parâmetros é possível discriminar a origem das amostras das águas nas fontes estudadas, criando perfil químico simplificado que permite rastrear estas fontes mesmo sem conhecer a procedência, diminuindo custos e agilizando medidas mitigadoras de possíveis contaminações.

Este processo pode ser replicado em outras localidades, podendo aumentar a quantidade de parâmetros analisados e pode auxiliar a administração pública na elaboração de leis ambientais além de detectar riscos à população pelo consumo de água inadequada.

Referências

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23. ed. Washington, DC: APHA, 2017.

AQUINO, D. N. *et al.* Dinâmica da contaminação por nitrato em água subterrânea de distrito de irrigação no Nordeste brasileiro. *In*: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2., 2014, Fortaleza. *Anais* [...]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2014. p. 4807-4815.

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgotos em cursos d'água urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p.161-171, 2003.

BRANDÃO, C. J. *et al. Guia nacional de coleta e preservação de amostras*: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: Cetesb; Brasília: ANA, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Portaria GM/MS n. 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n. 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 85, p. 126-136, 7 maio 2021.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). *Censo Brasileiro de 2022*: Cascavel/PR. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/cascavel/panorama. Acesso em: 10 ago. 2023.

CAMKIN, J.; NETO, S. What rights and whose responsibilities in water? Revisiting the purpose and reassessing the value of water services tariffs. *Utilities Policy*, v. 63, p. 101016, 2020.

CASCAVEL. Programa de Desenvolvimento Integrado de Cascavel (PDI). *Relatório de Avaliação Ambiental*. Cascavel: Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), 2012.

CAVALCANTE, F. L. *et al.* Análise de componentes principais aplicada à desinfecção solar de águas cinza para reuso no semiárido potiguar. *Irriga*, Botucatu, v. 23, n. 3, p. 480-492, 2018.

CHALUPOVÁ, D.; HAVLIKOVÁ, P.; JANSKY, B. Water quality of selected fluvial lakes in the context of the Elbe River pollution and anthropogenic activities in the floodplain. *Environmental Monitoring Assessment*, v. 184, n. 10, p. 6283-6295, 2012.

COSTA, V. C. *et al*. Laser induced-breakdown spectroscopy (LIBS): histórico, fundamentos, aplicações e potencialidades. *Química Nova*, São Paulo, v. 42, n. 5, p. 527-545, 2019.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Mapa de Solos do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 2007.

FERREIRA, M. M. C. *Quimiometria*: conceitos, métodos e aplicações. Campinas, SP: Ed. Unicamp, 2015.

GOOGLE EARTH. [Imagens de satélite da cidade de Cascavel/PR]. 2023. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em: maio 2023.

GUEDES, H. A. S. *et al*. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 5, p. 558-563, 2012.

IAS (INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO). *Cascavel (PR)*. 2022. Disponível em: https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pr/cascavel Acesso em: 10 set. 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do Saneamento 2023*. 2023. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2023/. Acesso em: 10 set. 2023.

KEK, S. *et al*. Classification of honey from its bee origin via chemical profiles and mineral content. *Food Analytical Methods*, v. 10, n. 1, p.19-30, 2017.

MCGRATH, T. F. *et al*. What are the scientific challenges in moving from targeted to non-targeted methods for food fraud testing and how can they be addressed? – Spectroscopy case study. *Trends in Food Science & Technology*, v. 76, p. 38-55, 2018.

MILLER, G. T. *Ciência Ambiental*. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MIRLEAN, N. *et al*. O impacto industrial na composição química das águas subterrâneas com enfoque de Consumo humano (Rio Grande, RS). *Química Nova*, São Paulo, v. 28, n. 5. p. 788-791, 2005.

NAZ, S. et al. Method validation strategies involved in non-targeted metabolomics. Journal of Chromatography A, v. 1353, p. 99-105, 2014.

PANERO, F. S. *et al.* Aplicação da análise exploratória de dados na discriminação geográfica do quiabo do Rio Grande do Norte e Pernambuco. *Eclética Química*, Araraquara, v. 34, n. 3, p. 33-40, 2009.

PEREIRA, E. A. *et al.* Dados históricos da qualidade da água do rio Toledo. *In*: LINDINO, Cleber Antonio (org.). *Eu, rio Toledo*: qualidade ambiental e perspectivas futuras. Cascavel, PR: Edunioeste, 2020. p.21-50.

RAYPAH, M. E. *et al*. Near-infrared spectroscopy with chemometrics for identification and quantification of adulteration in high-quality stingless bee honey. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, v. 224, p. 104540, 2022.

SANTOS, C. E. M. Nitratos e nitritos. *News in Risk*, São Paulo, v. 1, n. 1, p .1-2, 2014.

STROKAL, M. *et al*. Global multi-pollutant modelling of water quality: scientific challenges and future directions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 36, p. 116-125, 2019.

UNICEF. 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso água potável. *Comunicados de Imprensa*, Nova Iorque/Genebra, 18 jun. 2019. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms Acesso em: 10 set. 2023.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). *Chloride in drinking-water*. Geneve: WHO, 2003. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/chloride.pdf?sfvrsn=f7d7502f_4. Acesso em: 31 mar. 2023.

tecnia revista de educação, ciência e tecnologia do ifg

Volume 8, Número 2, 2023

Estudo das outorgas deferidas na bacia hidrográfica do Rio Grande, vertente mineira

STUDY OF GRANTS GRANTED IN THE RIO GRANDE RIVER BASIN, IN MINAS GERAIS

ESTUDIO DE SUBVENCIONES OTORGADAS EN LA CUENCA DEL RÍO GRANDE, EN MINAS GERAIS

Luana Auxiliadora de Resende
Universidade Federal de Alfenas
luanaaresende@gmail.com

Flávio Aparecido Gonçalves
Universidade Federal de Alfenas
flavio.goncalves@unifal-mg.edu.br

Resumo

Este estudo se concentra nas outorgas emitidas de domínio da União da parte mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BFRG), situada na região hidrográfica do Paraná, no sudeste do Brasil, que desempenha um papel estratégico na Gestão dos Recursos Hídricos nacional devido à sua abundância de rios e à sua localização. A BHRG vertente mineira está subdividida em 8 Unidades de Gestão Hídrica (UGHs), cada uma sob a coordenação dos respectivos comitês estaduais. Assim, a análise das outorgas hídricas é destacada como uma ferramenta essencial para regulamentar o uso da água. Tendo em vista esse descritivo, este trabalho tem como objetivo geral realizar um estudo temporal e quantitativo das outorgas emitidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) na parte mineira da referida bacia, analisando o histórico do período de 2013 a 2022. Os dados relevantes para este estudo, retirados da plataforma da ANA, foram submetidos a uma análise detalhada e interpretados. Em seguida, passaram por um processo de tratamento, no qual as outorgas foram selecionadas com base no período desejado. Por fim, foram elaborados os gráficos e mapas em referência às outorgas emitidas durante os anos de 2013 a 2022 na BHRG no estado de Minas Gerais. Foi verificado um total de 2.050 outorgas deferidas durante esse período nessa abrangência geográfica.

Palavras-chave: *ANA; gestão de recursos hídricos; unidades de gestão hídricas.*

Abstract

This study focuses on the concessions issued by the Union for the Minas Gerais portion of the Rio Grande Hydrographic Basin (BHRG), located in the hydrographic region of Paraná, in southeastern Brazil, which plays a strategic role in the management of national water resources due to its abundance of rivers and their location. The BHRG in Minas Gerais is subdivided into 8 Water Management Units (UGHs), each under the coordination of the respective state committees. Thus, the analysis of water grants is highlighted as an essential tool for regulating water use. In this sense, the general objective of this work is to carry out a temporal and quantitative study of the grants issued by the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA) in the Minas Gerais part of the Rio Grande hydrographic basin, analyzing the history of the years 2013 to 2022. Therefore, the relevant data to this work was taken from the database available in ANA website. The data was subjected to detailed analysis, interpreted and then went through a treatment process, in which grants were selected based on the desired period. Finally, graphs and maps were prepared in accordance with the grants issued during the years 2013 to

2022 at BHRG in the state of Minas Gerais. In this work, a total of 2.050 grants were verified during the period from 2013 to 2022, which were in the BHRG covering the state of Minas Gerais.

Keywords: *ANA; water resources management; water management units.*

Resumen

Este estudio se centra en las concesiones emitidas por la Unión para la porción de Minas Gerais de la Cuenca Hidrográfica del Río Grande (BFRG), ubicada en la región hidrográfica de Paraná, en el sureste de Brasil, que juega un papel estratégico en la gestión de los recursos hídricos nacionales debido a su abundancia de ríos y su ubicación. El BHRG de Minas Gerais está subdividido en 8 Unidades de Gestión del Agua (UGH), cada una bajo la coordinación de los respectivos comités estatales. Así, el análisis de las concesiones de agua se destaca como una herramienta esencial para regular el uso del agua. En este sentido, el objetivo general de este trabajo es realizar un estudio temporal y cuantitativo de las concesiones otorgadas por la Agencia Nacional de Agua y Saneamiento Básico (ANA) en la parte Minas Gerais de la cuenca hidrográfica del Río Grande, analizando la historia de los años 2013 al 2022. Por lo tanto, la información relevante para este trabajo fue tomada de la base de datos disponible en el sitio web de la ANA. Los datos fueron sometidos a un análisis detallado, interpretados y luego pasados por un proceso de procesamiento, en el que se seleccionaron las subvenciones en función del período deseado. Finalmente, se elaboraron gráficos y mapas de acuerdo con las subvenciones otorgadas durante los años 2013 a 2022 en BHRG en el estado de Minas Gerais. En este trabajo, se verificaron un total de 2.050 subvenciones durante el período de 2013 a 2022, que se encontraban en el BHRG que cubre el estado de Minas Gerais.

Palabras clave: *ANA; gestión de recursos hídricos; unidades de gestión del agua.*

Introdução

A água é um recurso vital para a existência e sobrevivência de todas as formas de vida na Terra. Sua importância é indiscutível e seu uso abrange uma ampla variedade de atividades humanas, tais como indústria, agricultura, consumo humano e animal, transporte, lazer e geração de energia. Ao longo dos tempos, a humanidade tem explorado os diversos usos desse recurso, desde a satisfação das necessidades básicas de consumo até o suporte a atividades econômicas vitais (Moura, 2018).

Embora o Brasil seja conhecido por sua abundância de recursos hídricos, a realidade mostra que o país enfrenta desafios complexos relacionados tanto à escassez quanto à abundância de água. Isso ressalta a necessidade de um planejamento mais eficiente por parte dos governos, usuários e da sociedade civil para gerir a utilização dos recursos hídricos e resolver os diversos conflitos que possam surgir (Fonseca *et al*., 2020).

A gestão dos recursos hídricos emergiu como um desafio premente para governos em todo o mundo, à medida que problemas relacionados à disponibilidade e qualidade da água doce se tornaram temas de discussão (ANA, 2022). Segundo Cruz e Silveira (2007), saber a disponibilidade hídrica existente para aquela localidade é fundamental na gestão, para obter um correto valor de quantidade e qualidade de água, para assim assegurar o controle do seu uso; pois para conceder outorgas é preciso, incialmente, conhecer o quanto há disponível.

Por ser um fator importante na utilização de dados, a disponibilidade hídrica é um elemento determinante para concessão de outorgas para o uso da água (Cruz; Silveira, 2007). Atividades adotadas pela sociedade tende a buscar a água como um

recurso para diversas práticas, a exemplo da irrigação de lavouras, abastecimento humano, geração de energia elétrica, dessedentação de animais, consumo industrial, diluição de efluentes, aquicultura, navegação, dentre outros.

Portanto, as mudanças legislativas no âmbito dos recursos hídricos, impulsionadas pela Constituição Federal de 1988, e a criação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) como órgãos reguladores, foram de extrema importância para a promoção de uma gestão mais eficiente, descentralizada e participativa dos recursos hídricos no Brasil. Essas transformações enfatizaram a importância das outorgas como ferramentas essenciais para a regulação e controle do uso dos recursos hídricos.

Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo das outorgas emitidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) na parte mineira da bacia hidrográfica do Rio Grande, analisando o histórico dos anos de 2013 a 2022.

Material e métodos

O contexto específico deste estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG), com abrangência no estado de Minas Gerais, que apresenta uma extensão de 8.796.605,173 km² e sua totalidade de 211 sedes municipais dentro da bacia hidrográfica (IGAM, 2022). Na BHRG destacam-se as atividades agropecuárias, industrial além do setor de serviços nos centros urbanos e geração de energia hidrelétrica (IBGE, 2019).

O clima da região é caracterizado por verões chuvosos e invernos secos, sua precipitação média anual é de 1423 mm, com máxima de 1924 mm e mínima de 1292 mm, sendo uma amplitude anual de 632 mm (ANA, 2018). Sendo que a região é caracterizada por um período chuvoso de seis a sete meses, com ocorrências de outubro a março/abril, vale destacar que há predominância de 80% de chuvas concentradas no verão.

A vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) abrange cinco importantes mesorregiões do estado de Minas Gerais, sendo elas: sul e sudoeste de Minas; triângulo mineiro e alto do Parnaíba; oeste de Minas; campo das vertentes; e zona da mata.

A BHRG vertente mineira está subdividida em 8 Unidades de Gestão Hídrica (UGHs), cada uma sob a coordenação dos respectivos comitês estaduais. Essas UGHs desempenham um papel crucial na conservação e no uso sustentável dos recursos hídricos. As 8 Unidades de Gestão Hídrica são as seguintes: GD1-Alto Grande; GD2-Vertentes do Rio Grande; GD3-Entorno do Reservatório de Furnas; GD4-Verde; GD5-Sapucaí; GD6-Mogi Guaçu/Pardo; GD7-Médio Grande; e GD8-Baixo Grande, conforme a Figura 1.

Essa subdivisão permite uma abordagem mais específica e eficiente na gestão dos recursos hídricos em cada uma dessas áreas, considerando suas características e necessidades individuais.

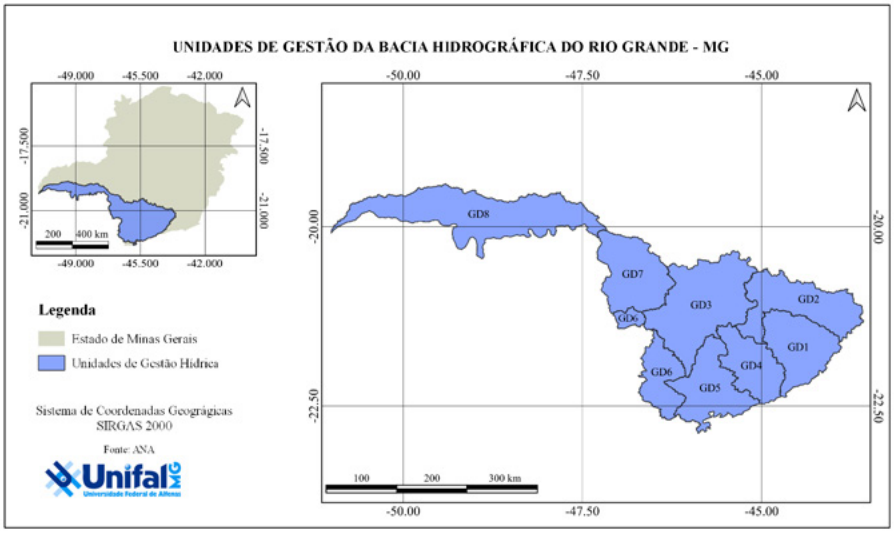


Figura 37 – Unidade da gestão da bacia hidrográfica do Rio Grande, vertente mineira.
Fonte: Elaboração própria (2023).

Para a realização deste estudo foi delineado um fluxograma metodológico para a divisão das etapas. Este fluxograma está apresentado na Figura 2. A primeira etapa denominada “Levantamento de dados” consistiu na elaboração da base cartográfica digital da BHRG, selecionando as outorgas concedidas no período de anos de 2013 a 2022. Foram coletadas informações por meio de dados de competência da União disponibilizados no site ANA.

Os dados analisados e interpretados das outorgas de competência da União foram obtidos por meio de planilhas eletrônicas. Nelas, as informações estão organizadas em colunas, cada uma com seus respectivos atributos: código; número de processo; nome do requerente; município; corpo hídrico; finalidade; latitude e longitude; data de publicação e vencimento; volume anual; método de irrigação; cultura irrigada; vazão; e entre outros.

Os “tratamentos de dados” foram organizados em uma planilha utilizando o programa Microsoft Excel. Com isso as outorgas foram selecionadas de acordo com período-base o ano de 2013 a 2022, sendo excluídos todos os registros que não satisfizessem esse período e, posteriormente, foram selecionadas apenas as outorgas “deferidas”.

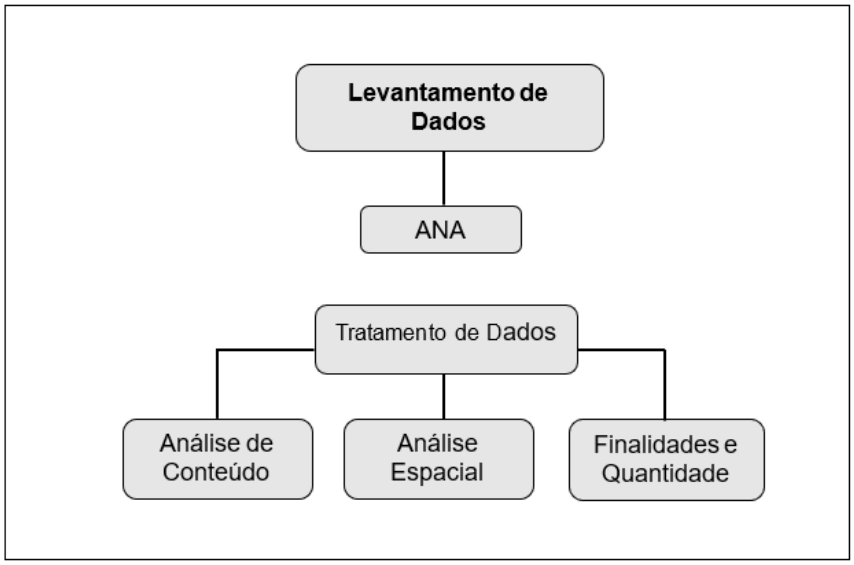


Figura 38 – Fluxograma metodológico de obtenção e tratamento de dados.
Fonte: Elaboração própria (2023).

Após coletar as informações das planilhas e caracterizar a evolução histórica das outorgas, a etapa seguinte foi à interpretação dos dados e para este processo utilizamos o método de “análise de conteúdo” (Bardin, 2011).

Para análise espacial foi realizado a representação gráfica dos pontos de localização das áreas outorgadas foram utilizados arquivos do tipo shapefile, fornecidos pelo site da ANA, do ano de 2013 a 2022. Todos os procedimentos de geoprocessamento foram processados utilizando o software livre QGis 3.24.1 (OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION, 2019).

Para cada camada vetorial adicionada realizou-se a edição das características delas, por meio da tabela de atributos, a fim de identificar o que cada ponto representa na elaboração dos mapas. Os dados de outorgas foram tratados com o intuito de filtrar os registros contidos no limite geográfico da bacia hidrográfica, por meio de sua espacialização a partir dos pares de coordenadas geográficas e, logo após, foram recortados utilizando a função Clip. Posteriormente, todos os dados espaciais foram então armazenados em um Geodatabase na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 23 Sul, com datum horizontal SIRGAS2000. Por fim, os gráficos e mapas utilizados foram elaborados e manipulados de acordo com as outorgas emitidas durante os anos de 2013 a 2022 na BHRG no estado de Minas Gerais.

Resultados e discussão

Durante o período de 2013 a 2022, foram registrados um total de 2.050 outorgas deferidas na BHRG, abrangendo o estado de Minas Gerais, conforme destacado na Figura 3. As outorgas deferidas foram identificadas com base nos dados obtidos pela metodologia proposta.

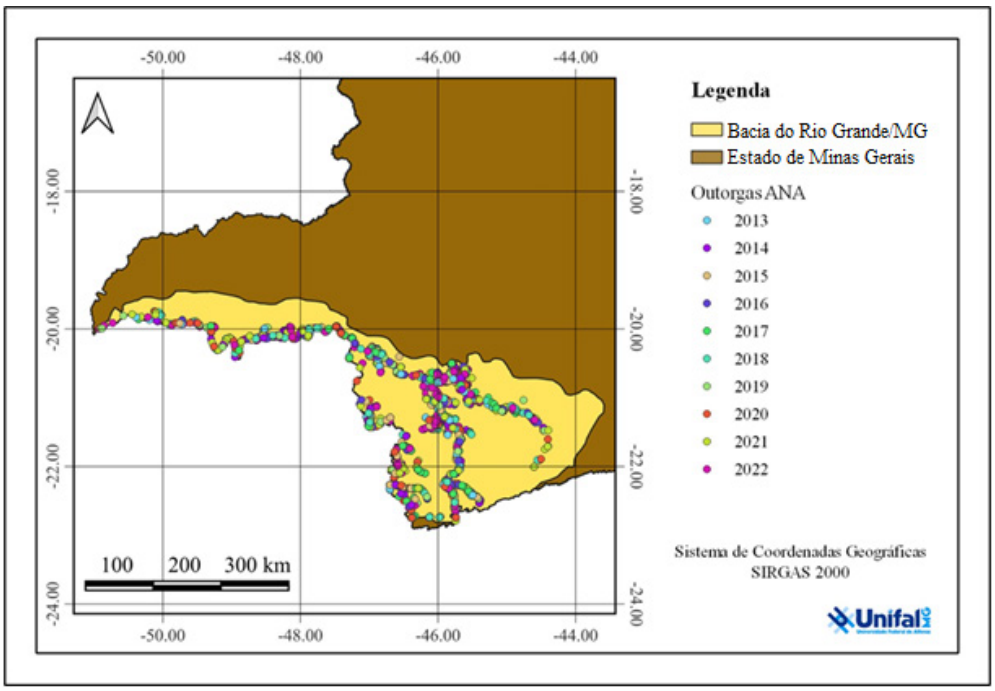


Figura 39 – Distribuição georreferenciada de outorgas ao longo dos 10 anos avaliados na BHRG estado de Minas Gerais.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Na Figura 4 estão representados os valores anuais, resultante da filtragem dos dados disponíveis. Na análise temporal quantitativa de outorgas deferidas durante o período de 10 anos, observou-se que o ano de 2022 se destaca com um total de 336 deferimentos, sendo o ano com o maior número de outorgas concedidas. Em seguida, 2017 (274 outorgas) e o ano de 2021 (228 outorgas), ambos com números superiores a 200 outorgas. Verificou-se, portanto, um elevado número de outorgas deferidas nos anos de 2017, 2021 e 2022.

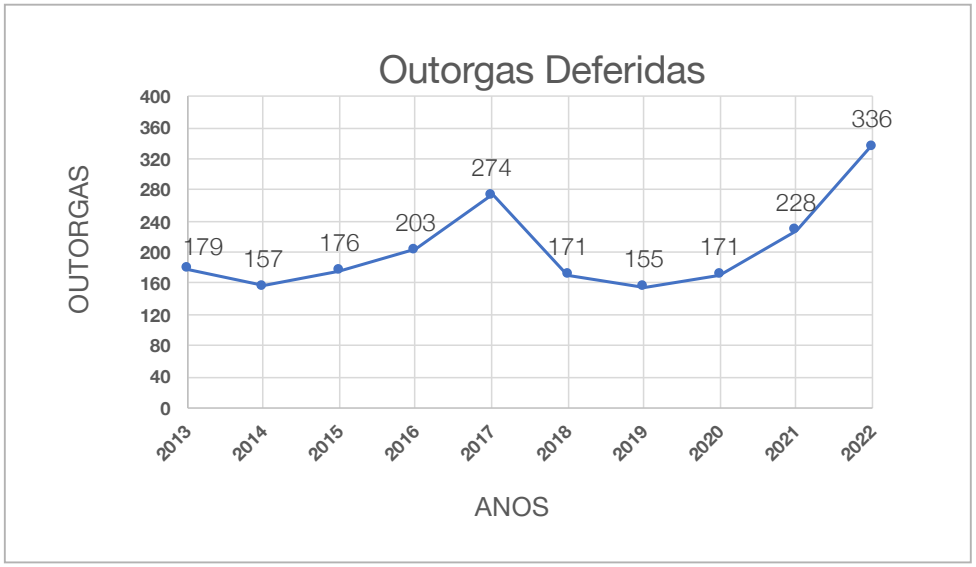


Figura 40 – Outorgas Deferidas pela ANA na BHRG estado de Minas Gerais durante os 10 anos avaliados.
Fonte: Elaboração própria (2023).

A região sudeste do Brasil nos anos de 2014 a 2016 e 2020 e 2021 foi marcado pelo baixo total pluviométrico anual, desencadeando uma crise hídrica que afetou diversos setores usuários de água (Cuartas *et a*l., 2022; Formiga-Johnsson; Lemos; Souza Filho, 2019; Souza-Filho *et al*., 2018; WMO, 2022).

Tal situação causou impactos na produção agrícola, no abastecimento de água e na geração de energia elétrica (Coelho *et al*., 2015; Marengo *et al*., 2015; Nobre *et al.,* 2016). Segundo os mesmos autores, os efeitos abrangentes da seca são imensos, causando danos significativos à indústria e às atividades agropecuárias, além de dificultar o funcionamento de diversas atividades humanas.

Após esse evento, é válido ressaltar que houve um aumento considerável na emissão de outorgas no ano de 2017, 2021 e 2022 em comparação aos anos anteriores. Esse aumento na demanda de outorgas está relacionado ao reforço das medidas de fiscalização das águas superficiais.

Segundo o relatório de gestão exercício de 2022 elaborado pela ANA, os procedimentos de fiscalização do uso da água são estabelecidos por meio da Resolução ANA nº 24/2020. Esses procedimentos têm como objetivo verificar o cumprimento dos termos e condições estabelecidos nas concessões e/ou nos regulamentos referentes ao uso dos recursos hídricos, bem como identificar e autuar os usuários que estejam agindo de forma irregular, além de garantir o uso múltiplo das águas. Tais ações possuem natureza preventiva, corretiva e repressiva, visando incentivar o cumprimento da legislação pelos usuários e, ao mesmo tempo, simultaneamente, informar sobre os preceitos legais e os procedimentos administrativos necessários para a regularização.

A ANA vem testando novas tecnologias que possibilitam o monitoramento do uso das águas e o apoio as ações de fiscalização. Essas tecnologias incluem o uso de imagens de satélite de alta resolução, sobrevoos com aeronaves de asa alta e helicópteros, além de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), que permitem a identificação e caracterização de áreas irrigáveis e possíveis usuários irregulares, otimizando o planejamento e a execução das ações de fiscalização em campo. Para viabilizar essa atividade, a ANA estabelece parcerias e contratos com instituições e empresas especializadas (ANA, 2018)

Como resultado, os usuários estão recorrendo a instrumentos legais para garantir o uso adequado da água, evitando possíveis penalidades decorrentes de práticas irregulares e possíveis conflitos no futuro. Conforme a ANA (2020), a obtenção de outorgas é imprescindível para assegurar que a água seja utilizada de forma responsável, evitando o esgotamento dos mananciais e potenciais disputas entre os usuários.

Na Tabela 1 está sendo apresentado o uso da água na BHRG, mostrando o número de outorgas concedidas e as vazões totais outorgadas. Observa-se que a irrigação é o principal uso da água, representando 1095 (53,41%) de outorgas concedidas e cerca de 65,10% da vazão outorgada apresentando 22,51 m3.s-1. Esse dado corrobora com a conclusão dos estudos de Galvão e Bermann (2015), os quais destacaram a predominância do uso da água no Brasil para a irrigação. Segundo os dados desse estudo, nos últimos 40 anos, aproximadamente 72% do consumo de água no Brasil foi destinado na irrigação, seguidos pelos setores de abastecimento urbano com 14%, industrial com 9% e outros com 5%. No entanto, a falta de um planejamento eficaz para a gestão dos recursos hídricos e a insuficiente conscientização coletiva dos consumidores brasileiros sobre a importância do uso racional da água resultaram em diversos conflitos de uso (Galvão; Bermann, 2015). Entre esses conflitos, um dos mais comuns envolve a disputa entre o abastecimento público e outros fins, como a atividade agropecuária, industrial, comercial, serviços e lazer (Castro, 2022).

A vazão destinada ao uso em irrigação foi de 22,51 m3.s-1, sendo o maior valor em relação aos demais usos (Tabela 2). Os demais usos contribuem com vazões menores, sendo: indústria (4,34 m3.s-1), Abastecimento Público (2,66 m3.s-1), Esgotamento Sanitário (2,37 m3.s-1), Mineração - Extração de Areia/Cascalho em Leito de Rio (1,16 m3.s-1), Termoelétrica (0,60 m3.s-1), Aquicultura em Tanque Escavado (0,53 Outras (0,17 m3.s-1), Criação Animal (0,13 m3.s-1), Mineração - Outros Processos Extrativos (0,06 m3.s-1) e Consumo Humano (0,04 Obras Hidráulicas (0,01 m3.s-1). Já os usos de Aproveitamento Hidroelétrico, Reservatório/Barramento e Serviços, não apresentam vazões, pois são outorgas de usos não consultivos, ou seja, não envolvem o consumo direto à água, assim toda a água captada retorna ao curso d'água de origem.

Uso	N° de outorgas		Vazão m3.s-1	
	Absoluto	%	Absoluto	%
Irrigação	1095	53,41	22,51	65,10
Indústria	65	3,17	4,34	12,56
Abastecimento Público	48	2,34	2,66	7,70
Esgotamento Sanitário	41	2,00	2,37	6,85
Mineração - Extração de Areia/Cascalho em Leito de Rio	513	25,02	1,16	3,35
Termoelétrica	8	0,39	0,60	1,72

Uso	N° de outorgas		Vazão m3.s-1	
	Absoluto	%	Absoluto	%
Aquicultura em Tanque Escavado	15	0,73	0,53	1,54
Outras	110	5,37	0,17	0,48
Criação Animal	29	1,41	0,13	0,37
Mineração - Outros Processos Extrativos	21	1,02	0,06	0,18
Consumo Humano	73	3,56	0,04	0,13
Obras Hidráulicas	7	0,34	0,01	0,02
Aproveitamento Hidroelétrico	16	0,78	0,00	0,00
Reservatório/Barramento	3	0,15	0,00	0,00
Serviços	6	0,29	0,00	0,00
TOTAL	2050	100%	34,58	100%

Tabela 7 – Número de outorga por uso e vazão outorgado pela ANA na BHRG
Fonte: Elaboração própria (2023).

Destaca-se que, embora o setor industrial tenha recebido apenas 3,17% das outorgas recebidas na bacia hidrográfica (65 outorgas), o setor supera em vazão as outorgas destinadas à mineração - extração de Areia/Cascalho em Leito, representando 3,35% de toda a vazão outorgada da bacia hidrográfica. Apesar de haver 513 outorgas emitidas para o setor de mineração - extração de Areia/Cascalho em Leito, o que corresponde a 25,02% do total de outorgas emitidas de toda a bacia hidrográfica, sua vazão é apenas a quinta maior em termos de retirada de água da BHRG.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um instrumento fundamental na gestão dos recursos hídricos, e sua importância varia de acordo com cada unidade de gestão hídrica (UGH). Na Tabela 2 e Figura 5 estão apresentadas a distribuição das outorgas ao longo de 10 anos em diferentes sub-bacias hidrográficas, e esses dados têm implicações significativas para a gestão dos recursos hídricos. Em destaque, na sub-bacia hidrográfica do Entorno do Reservatório de Furnas (GD3), foi verificado o maior número de outorgas, totalizando 692 emissões durante o período avaliado. Por outro lado, a sub-bacia hidrográfica do Verde (G4) apresentou um número notavelmente reduzido de outorgas, com apenas oito registros. O total geral de 2050 outorgas emitidas ao longo da década reflete a complexidade da gestão de recursos hídricos na região estudada e a importância de compreender a distribuição e a demanda por água em diferentes áreas geográficas

Estes números não são meramente estatísticos, mas sim indicadores cruciais para uma análise completa do panorama das outorgas hídricas nas diversas unidades de gestão. Conforme apontado por Latuf *et al*. (2019), é fundamental adquirir conhecimento acerca do número de outorgas deferidas, uma vez que esse aspecto é crucial para validar esse instrumento como um ato administrativo previsto pela Política Nacional de Recursos Hídrico.

Portanto, a análise das outorgas emitidas em cada UGH desempenha um papel crucial na gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos, garantindo que esses recursos sejam utilizados de forma equitativa, responsável e de acordo com as diretrizes estabelecidas pela legislação ambiental. Além disso, essa análise ajuda a validar a importância da outorga como um instrumento administrativo fundamental para a Política Nacional de Recursos Hídricos.

UNIDADE DE GESTÃO HÍDRICA									
Ano	GD1	GD2	GD3	GD4	GD5	GD6	GD7	GD8	Total
2013	8	6	81	0	35	10	12	27	**179**
2014	7	0	71	1	15	21	19	23	**157**
2015	3	3	70	0	33	37	17	13	**176**
2016	7	13	72	1	24	28	37	21	**203**
2017	7	9	55	2	51	57	66	27	**274**
2018	10	8	38	1	20	21	28	45	**171**
2019	7	8	37	0	18	25	23	37	**155**
2020	6	7	57	0	20	26	11	44	**171**
2021	14	2	75	3	24	34	27	49	**288**
2022	8	5	136	0	30	44	37	76	**336**
Total	77	61	692	8	270	303	277	362	2050

Tabela 8 – Outorgas deferidas nas unidades de gestão hídrica, vertente mineira

Fonte: Elaboração própria (2023).

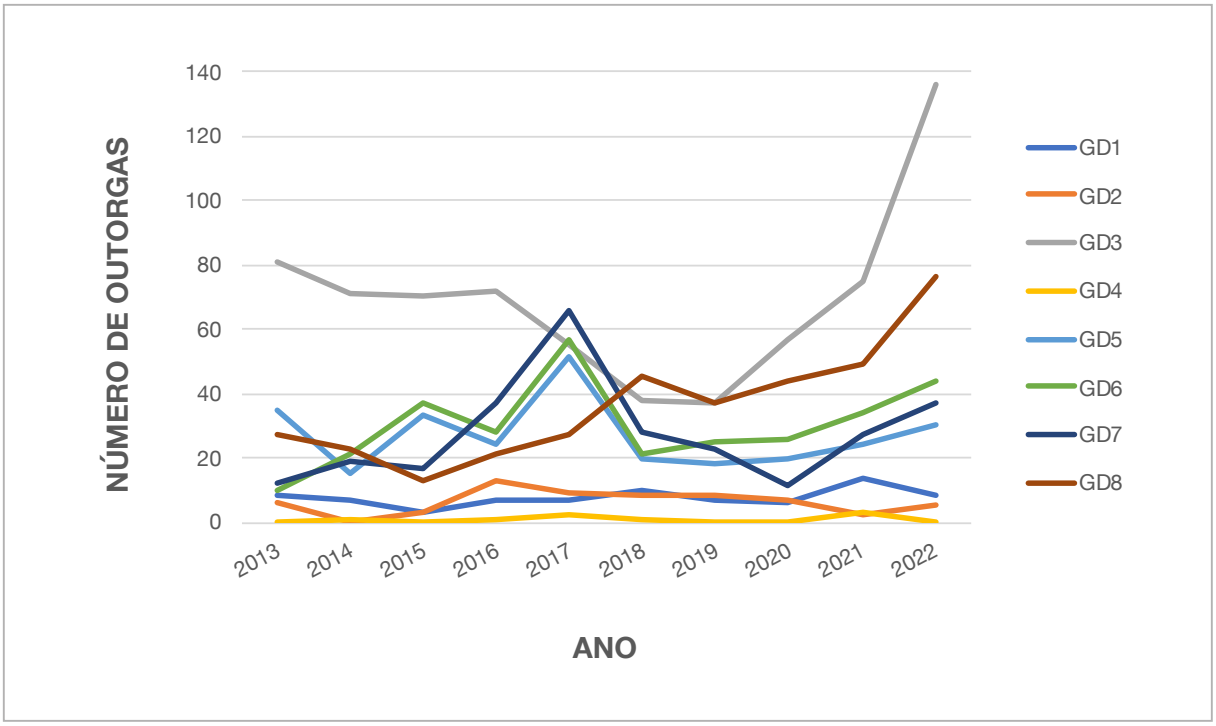


Figura 41 – Outorgas deferidas nas unidades de gestão Hídrica, vertente mineira

Fonte: Elaboração própria (2023).

A demanda total de 34,58 m3.s-1 por parte dos usuários de captação outorgados na vertente mineira da BHRG é um fator de suma importância para a gestão dos recursos hídricos nessa região. Essa demanda, como indicado na Figura 6 e Tabela 4, é distribuída de forma variada entre as diferentes Unidades de Gestão Hídrica (UGHs), sendo que a GD3 apresenta uma vazão de 12,14 m3.s-1, enquanto a GD8 registra 12,9 m3.s-1. Ambas representam uma parcela substancial dessa demanda.

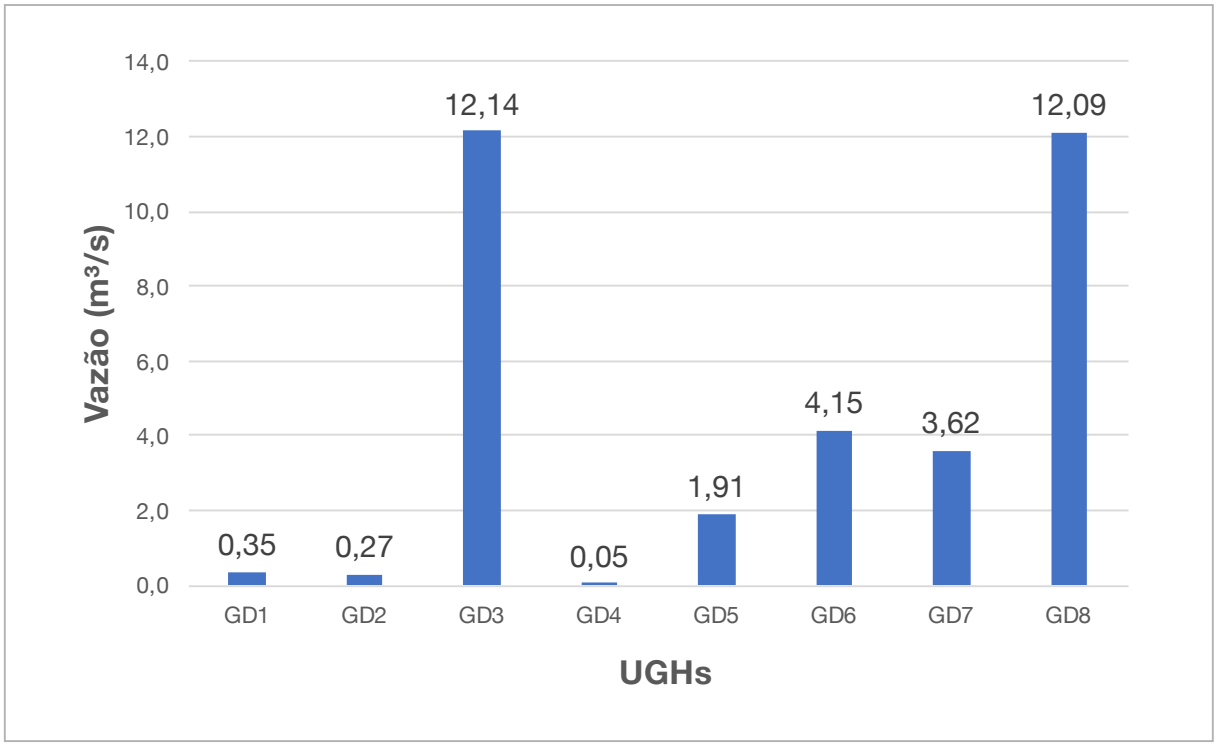


Figura 42 – Esses números destacam a relevância dessas UGHs em particular, que exibem uma maior quantidade de captação de água em relação às demais. A alta demanda nessas unidades requer uma abordagem cuidadosa e estratégica para garantir o fornecimento sustentável de água e a preservação da qualidade dos recursos hídricos.Demanda total das GDs (vazão m3.s-1)
Fonte: Elaboração própria (2023).

Além disso, o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (PIRHGrande) destaca a existência de desafios significativos na gestão dos recursos hídricos na região. Esses desafios incluem áreas críticas onde a demanda hídrica para captação se aproxima ou excede a capacidade disponível, bem como trechos de corpos d'água com concentração elevada de poluentes. O PIRHGrande de 2018 identifica as UGHs GD3 e GD8 como as mais críticas do ponto de vista quantitativo, realçando a necessidade premente de adotar estratégias eficazes para lidar com essas questões específicas na Bacia do Rio Grande.

Unidade de Gestão Hídrica	N° de outorgas		Vazão m3.s-1	
	Absoluto	%	Absoluto	%
GD1	77	3,76	0,35	1,00
GD2	61	2,98	0,27	0,77
GD3	692	33,76	12,14	35,12
GD4	8	0,39	0,05	0,16
GD5	270	13,17	1,91	5,51
GD6	303	14,78	4,15	12,01
GD7	277	13,51	3,62	10,47
GD8	362	17,66	12,09	34,96
TOTAL	2050	100%	34,58	100%

Tabela 9 – Número de outorga por UGHs e vazão outorgado pela ANA
Fonte: Elaboração própria (2023).

Conclusões

A necessidade de outorgas no contexto da conformidade com as leis é vital para garantir a disponibilidade de água, tanto em termos de qualidade quanto de quantidade, para as gerações presentes e futuras. É imperativo que tenhamos conhecimento do número de outorgas concedidas, pois isso desempenha um papel fundamental no diagnóstico da demanda pelo uso dos recursos hídricos. Além disso, desempenha um papel crucial na identificação de potenciais conflitos de uso e na busca pela conciliação do acesso à água para todos os usuários, enquanto promove o financiamento para o planejamento e gestão.

Verificam-se um total de 2.050 outorgas deferidas durante o período de ano 2013 a 2022 na BHRG com abrangência no estado de Minas Gerais.

Na distribuição temporal das outorgas deferidas ao longo de uma década, o ano de 2022 se sobressaiu com um total de 336 deferimentos, e consolida-se como o período com o maior número de outorgas na BHRG.

A irrigação apresenta a principal finalidade de consumo da água na Vertente Mineira da BHRG, com representatividade de 53% das outorgas deferidas e corresponde a 12,56 m3.s-1 de vazão.

A demanda total de vazão na vertente mineira da BHRG é de 34,58 m3.s-1. Dentre as Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGHs), a GD3 e GD8 são as maiores emissoras de outorgas. A GD3 apresenta uma vazão de 12,14 m3.s-1, com um total de 692 outorgas emitidas, enquanto a GD8 registra 12,9 m3.s-1, com 362 outorgas concedidas. Tais informações evidenciam a relevância e a complexidade da gestão hídrica nessa região, sinalizando a necessidade contínua de análises e monitoramentos para garantir um uso sustentável e equitativo dos recursos hídricos.

Referências

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. *Relatório de Gestão Exercício 2017.* Brasília, DF: ANA, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-aud/relatorio-de-gestao/relatorio-de-gestao-ana-2017. Acesso em: 14 maio 2023.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Estabelece procedimentos acerca das atividades de fiscalização do uso de recursos hídricos e da segurança de barragens objeto de outorga em corpos d'água de domínio da União*. Resolução Nº 24, de 04 de maio de 2020*. Brasília, DF: ANA, 2020. Disponível em: https://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2020/05/2020-RESOLU%C3%87%C3%83O-N%C2%BA-24-DE-04-DE-MAIO-DE-2020.pdf. Acesso em: 8 ago. 2023.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021:* Relatório Pleno. Brasília, DF: ANA, 2022. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirec.pdf. Acesso em: 20 abr. 2023.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. *Relatório de Gestão Anual de 2022.* Brasília, DF: ANA, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-aud/relatorio-de-gestao/relatorio-de-gestao-do-exercicio-2022. Acesso em: 14 ago. 2023.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo.* São Paulo: Edições 70, 2011.

CASTRO, C. N. *Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica*. 1. ed. Brasília: IPEA, 2022.

COELHO, C. A. S.; OLIVEIRA, C. P. de; AMBRIZZI, T.; REBOITA, M. S.; CARPENEDO, C. B.; CAMPOS, J. L. P. S.; TOMAZIELLO, A. C. N.; PAMPUCH, L. A.; CUSTÓDIO, M. S.; DUTRA, L. M. M.; ROCHA, R. P. da; REHBEIN, A. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Climate Dynamics*, v. 46, n. 11, p. 3737-3752, 2015.

CRUZ, J.C; SILVEIRA, G. D . Disponibilidade hídrica para outorga em bacias com elevado uso consuntivo (i): avaliação por SHR. *REGA.* Revista de Gestão de Águas da América Latina, v. 4, n. 2, p. 51-64, jul./dez. 2007.

CUARTAS, L. A; CUNHA, A. P. M. A.; ALVES, J. A.; PARRA, L. M. P.; DEUSDARÁ-LEAL, K.; COSTA, L. C. O.; MOLINA, R. D.; AMORE, D.; BROEDEL, E.; SELUCHI, M. E.; CUNNINGHAM, C.; ALVALÁ, R. C. S.; MARENGO, J. A. Recent hydrological droughts in Brazil and their impact on hydropower generation. *Water,* Switzerland, v. 14, n. 4, 601, 2022.

LATUF, M. de O.; CHINEN, H. S. S.; MUSSELLI, D. G.; CARVALHO, P. H. S. Outorgas de uso dos recursos hídricos na área de proteção ambiental do rio machado, sul de Minas Gerais. *Caminhos de Geografia*, v. 20, n. 71, p. 311-327, 2019.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas*. Estud. av.*, São Paulo, v. 29, n. 84, pág. 43-68, agosto de 2015. Disponível em:https://www.scielo.br/j/ea/a/vkWLM6pfvzMGj8NxysXHbZm/. Acesso em: 8 out. 2023.

FONSECA, E. R., MODESTO, F. A., CARNEIRO, G. C. A., LIMA, N. F. S.; MONTE-MOR, R. C. DE A. Conflitos pelo uso da água na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco – Estudos de caso no Estado da Bahia. *Research, Society and Development,* v. 9, n. 9, e823997929, 2020. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7929.

FORMIGA-JOHNSSON, R. M; LEMOS, M. C.; SOUZA FILHO, F. Segurança hídrica e capacidade adaptativa urbana e metropolitana em tempos de mudanças climáticas. *In*: PHILLIPI JR, A.; SOBRAL, M.C. (coord.). *Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade.* São Paulo: Editora Manole, 2019. p. 427-459.

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário-2017*. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73096. Acesso em: 2 ago. 2022.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A., SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M., MENDIONDO, E. M.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. *Revista USP*, São Paulo, n. 106, p. 31-44, julho/agosto/setembro 2015.

MOURA, R. A. Consumo ou consumismo: uma necessidade humana?. *Rev. Fac. Direito São Bernardo do Campo,* v. 24. n.1, p. 65-79, 2018.

NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M. Some characteristics and impacts of the drought and water crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. *Journal of Water Resource and Protection*, United States, v. 8, p. 252-262, 2016.

OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION. *Quantum GIS*, Coruña, v. 3.24.1, 2019. Disponível em:<https://www.osgeo.org/projects/qgis/>. Acesso em: 08 de jun. de 2022.

SOUZA-FILHO, F. A., FORMIGA-JOHNSSON, R. M., STUDART, T. M. C.; ABICALIL, M. T. From Drought to Water Security: Brazilian Experiences and Challenges. *In*: World Water Forum (ed.). *Global Water Security*. Singapore: Springer, 2018, pp. 233-265.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. State of the Climate in Latin America and the Caribbean 2021. *WMO*, n. 1295, 2022.

INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Goiás

tecnia

revista de educação, ciência e tecnologia do IFG



editora ifg
editora@ifg.edu.br
editora.ifg.edu.br