

em *f*ORMAÇÃO

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG 

DESTAQUES
2018/19

em.fORMação

CADERNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFG



DESTAQUES
2018/19

ISBN 978-65-990897-6-3

© 2020 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

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

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

B823	<p>Brasil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Destaques 2018–2019 / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. – Goiânia: Editora IFG, 2020.</p> <p>164 p.: il. (Em.formação: cadernos de iniciação científica e tecnológica do IFG; 6)</p> <p>ISBN 978-65-990897-6-3</p> <p>1. Iniciação científica e tecnológica. 2. Pesquisa – iniciação científica. 3. Pesquisa – iniciação tecnológica 4. Formação educacional.</p> <p>I. Título. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 370.7</p>
<p>Catálogo na publicação: Maria Aparecida Rodrigues de Souza – CRB /1–1497</p>	

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Editora IFG
Avenida C-198, Qd. 500, Jardim América
Goiânia/GO | CEP 74270-040
(62) 3237-1816 | editora@ifg.edu.br

Sumário

Apresentação	6
Thiago Eduardo Pereira Alves	
1. Potencial farmacológico de compostos bioativos produzidos por fungos	7
Sabrina Andrade Silva Laiza dos Santos Pereira Kellen Christina Malheiros Borges	
2. Análise da ação antimicrobiana do óleo essencial da sucupira branca (<i>Pterodon emarginatus</i>) sobre cepas de <i>Streptococcus pyogenes</i>	24
Nicolly Veríssimo Soares Alan Dumont Clemente	
3. Identificação das possíveis causas do aumento dos acidentes com escorpião e análise das suas notificações entre os anos de 2008 e 2018 na região de Formosa/GO	38
Márcio Pereira de Barros Júnior Juliana Barbosa do Nascimento Patrícia de Castilhos	
4. A fotonovela no ensino de Química: uma proposta de projeto de trabalho	53
Pedro Henrique Soares Cardoso Sônia Júlia Oliveira de Souza Mônica Mitchell de Moraes Braga	
5. Literatura, empoderamento e resistência das mulheres negras: Catherina Fernandes Peres e Carolina Maria de Jesus	66
Daniele Santana Lima Joice Alves Figueiredo Miquéias Pereira da Silva Paula de Almeida Silva Jason Hugo de Paula	
6. A percepção dos alunos do curso de Bacharelado em Turismo do IFG sobre a cidade de Goiânia e seus atrativos turísticos	80
Ana Cláudia do Espírito Santo Magno Solange Aparecida da Silva Santos Clarinda Aparecida da Silva	

7. A influência da sinalização turística de Goiânia no deslocamento de turistas e moradores locais no espaço urbano e no conhecimento dos atrativos turísticos da cidade	93
Anderson Rodrigues Sobrinho Rosana Nogueira de Oliveira Clarinda Aparecida da Silva	
8. O gerenciamento das atividades aeroportuárias: um estudo de caso do Aeroporto Internacional de Viracopos	108
Ana Carolina Pereira Alves Cassiomar Rodrigues Lopes	
9. Estudo e implementação de sistemas paralelos e distribuídos em Java para operações sobre matrizes	122
Rafael da Costa Silva Robson Barbosa Souza Agenor Freitas de Andrade Ulisses Rodrigues Afonseca	
10. Blocos de concreto para pavimentação: análise da viabilidade da incorporação de rejeito de minério para a sua produção	138
Jhonvaldo de Carvalho Santana Fleury Cardoso Augusto Jéssica Azevedo Coelho	
11. Diagnóstico energético em um edifício público: eficiência energética e economia financeira	151
Danilo Oliveira Alvarenga Timóteo da Silva Oliveira Marcelo Escobar de Oliveira Olívio Carlos Nascimento Souto	
Créditos	163

Apresentação

A série *Em.formação: Cadernos de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Goiás (IFG)* disponibiliza para os leitores uma pequena amostra das pesquisas desenvolvidas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG (Pibicti/IFG). Publicada desde 2015, a série foi concebida para constituir um meio de divulgação dos resultados de pesquisas realizadas no Pibicti/IFG e foi inspirada no Prêmio Destaque de Iniciação Científica e Tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Este prêmio é concedido anualmente aos melhores trabalhos desenvolvidos pelos bolsistas de Iniciação Científica (Pibic) e de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pibiti) do IFG, em três grandes áreas: 1) Ciências Exatas, da Terra e Engenharias; 2) Ciências da Vida, que engloba Ciências Agrárias, Biológicas e da Saúde e 3) Ciências Humanas e Sociais, Letras e Artes.

O programa de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG se iniciou em 2006 com dez bolsas de Iniciação Científica, financiadas com recursos do próprio IFG. No ano seguinte, a Instituição firmou acordo com o CNPq para a concessão, por esta agência, de uma cota institucional de dez bolsas de Iniciação Científica (Pibic/CNPq) e cinco de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pibiti/CNPq). Em 2020, o programa possui 400 projetos em desenvolvimento e 237 bolsas, contabilizando tanto aquelas financiadas pelo CNPq quanto as subsidiadas pelo próprio IFG. Nesse conjunto, estão envolvidos mais de 1.000 estudantes e 400 servidores (docentes e técnico-administrativos), que atuam como orientadores, coorientadores e colaboradores.

O Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica muito mais que formar pesquisadores para o mundo científico ou acadêmico, incentiva o estudante a melhorar seu rendimento em sala de aula, a se organizar e a se concentrar melhor, além de desenvolver o espírito crítico e a criatividade, que também são benéficos para qualquer cidadão.

O sexto volume da série *Em.formação* é composto por trabalhos desenvolvidos no período de agosto de 2018 a julho de 2019 e que foram classificados com base na média das avaliações dos trabalhos apresentados no 12º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG, realizado no dia 27 de novembro de 2019, no Câmpus Aparecida de Goiânia. Os autores dos trabalhos mais bem avaliados das diversas modalidades de Iniciação Científica e Tecnológica, de cada uma das três grandes áreas do Prêmio Destaque de Iniciação Científica e Tecnológica do CNPq, foram convidados para publicar seu trabalho neste volume.

Com esta publicação, buscamos estimular os alunos e os orientadores a continuar se dedicando ao desenvolvimento da ciência, elevando cada vez mais a qualidade e a repercussão do Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica do IFG e, ainda, incentivar a participação de outros alunos e servidores nesse Programa, tão importante para a formação de nossos estudantes.

Thiago Eduardo Pereira Alves

Diretor de Pesquisa e Inovação do IFG

Potencial farmacológico de compostos bioativos produzidos por fungos

1

Sabrina Andrade Silva
Laiza dos Santos Pereira
Kellen Christina Malheiros Borges

Resumo

O presente trabalho propôs um estudo sobre a ação dos fungos na produção de metabólitos ativos com potencial farmacológico. Diversos antibióticos, antitumorais, imunossuppressores e agentes redutores do colesterol sanguíneo, dentre outros, têm suas origens em produtos naturais microbianos. Os fungos apresentam, portanto, um elevado potencial biológico para aplicação farmacêutica, sendo utilizados tanto na produção como em estruturas-modelo para o planejamento e desenvolvimento de fármacos. Atualmente observa-se um aumento da demanda por tecnologia envolvendo a aplicação de microrganismos com finalidades de produção industrial, o que envolve, dentre as várias pesquisas nesta área, os processos de produção de fármacos. Para execução da pesquisa foi realizado um levantamento bibliográfico de dados a respeito dos metabólitos secundários bioativos com potencial farmacológico, obtidos dos processos metabólicos de fungos, através de busca detalhada de trabalhos de conclusão de mestrado e de doutorado e artigos relacionados ao tema, publicados preferencialmente na

última década, nas bases de dados *Pubmed*, *Web of Science*, *Scielo*, *Science Direct* e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), complementada com livros de referências e literatura técnica em revistas de importância nacional na área de microbiologia. Diversas pesquisas demonstraram que tanto os fungos livres como os endofíticos são proficientes produtores de metabólitos secundários; contudo, apesar de existir 1,5 milhão de espécies, apenas cerca de 5% delas foram formalmente classificadas. A complexidade e variedade funcional de um fungo suscitam muitos estudos. Sendo assim, é de fundamental importância que a bioprospecção de fungos seja intensificada. Os resultados encontrados denotaram a diversidade de atividades existentes, como antibacteriana, antifúngica, antiviral, antitumoral, imunossupressora, anti-inflamatória e insulina-mimética. Através da pesquisa foi possível observar e indicar o vasto potencial de produções de substâncias bioativas para fins medicinais, oriundos de fungos.

Palavras-chave: Fungos. Compostos bioativos. Metabólitos secundários. Biofármacos. Aplicações farmacêuticas.

1 INTRODUÇÃO

Microrganismos são muitas vezes lembrados como causadores de doenças. Entretanto, eles também são profícuos produtores de substâncias químicas com grande aplicação na indústria farmacêutica, sendo usados como fármacos ou como estruturas-modelo para o planejamento e desenvolvimento destes. Diversos antibióticos, antitumorais, imunossuppressores e agentes redutores do colesterol sanguíneo, entre outros, têm suas origens em produtos naturais microbianos. Os microrganismos apresentam, portanto, uma

surpreendente capacidade de produzir substâncias químicas com elevado potencial biológico de aplicação farmacêutica (CONTI; GUIMARÃES; PUPO, 2012; LOPES, 2011).

A expansão do uso de antibióticos na década de 1970 acarretou a descoberta de substâncias com maior espectro de ação, obtendo-se medicamentos mais potentes com melhor farmacocinética e menos efeitos colaterais. O estudo que une aspectos químicos e propriedades biológicas dos metabólitos microbianos é alvo de interesse mundial da comunidade científica, conduzindo a resultados que justificaram a obtenção de medicamentos de grande importância comercial e o registro de centenas de patentes (TAKAHASHI; LUCAS, 2008).

Dentre os microrganismos, os fungos cultiváveis são uma excelente fonte de moléculas com atividade biológica, responsáveis por 10% de todos os produtos naturais bioativos conhecidos. Nas últimas décadas, diversas classes de produtos naturais extraídos de fungos foram isoladas e suas estruturas identificadas. A descoberta destas estruturas juntamente com a elucidação dos mecanismos biológicos, bioquímicos e a ação terapêutica, tem sido uma abordagem importante para o desenvolvimento de novos fármacos (CAMPOS, 2009; CONTI, 2012; CONTI; GUIMARÃES; PUPO, 2012; CRAGG; NEWMAN, 2005; GUIMARÃES; MOMESSO; PUPO, 2010; SPECIAN *et al.*, 2014).

Alguns fatores explicam o retorno do interesse em novas classes de substâncias com atividade antimicrobiana, como, por exemplo, surgimento de novos alvos bacterianos ou evolução de doenças infecciosas nos últimos 20 anos; desenvolvimento de resistência aos antibióticos; toxicidade de alguns medicamentos em uso clínico; custo elevado da terapia medicamentosa; demanda de novas classes de pacientes ou de melhor adequação da terapia a indivíduos imunossuprimidos, portadores do vírus HIV, idosos, recém-nascidos, alérgicos etc. Nesse aspecto, os microrganismos são fontes facilmente renováveis e reprodutíveis para a obtenção de novos recursos terapêuticos quando comparadas com outras fontes naturais, como plantas e animais. A exploração dos fungos como fonte de substâncias terapêuticamente úteis, além de ser muito mais curta em relação ao uso de plantas na medicina, tem se destacado pela grande quantidade de substâncias ativas (GUIMARÃES; MOMESSO; PUPO, 2010; NASCIMENTO, 2010; NASCIMENTO *et al.*, 2014).

A investigação de fungos vivendo em associações simbióticas com outros organismos, tais como plantas, organismos marinhos, insetos e nematoides vêm sendo mais estudada na busca de novas moléculas com atividade biológica. Os produtos naturais de origem fúngica constituem fontes promissoras para a bioprospecção de novas moléculas com potente aplicação na produção de fármacos. É muito provável que muitos desses produtos naturais tenham resultado de interações de organismos entre si e destes com o ambiente, e que estes produtos desempenhem funções nas associações simbióticas gerando vantagens adaptativas e evolutivas. A prospecção biotecnológica de novos compostos com atividade antitumoral a partir de microrganismos, sobretudo aqueles oriundos da interação de fungos com plantas, bem como aqueles provenientes de ambientes oceânicos e da microbiota do solo, possibilita uma nova abordagem na produção farmacêutica (CONTI; GUIMARÃES; PUPO, 2012; GONÇALVES; FREIRE; LIMA, 2013; GONÇALVES; BASTOS; HANNA, 2017; LI *et al.*,

2005; MORAIS *et al.*, 2014; MOUQUINHO, 2016; STROBEL; DAISY, 2003; TAKAHASHI; LUCAS, 2008; WIYAKRUTTA *et al.*, 2004).

Nos últimos anos, o desenvolvimento dos biofármacos permitiu encontrar opções de tratamento para algumas das doenças mais complexas e de grande incidência como a esclerose múltipla, o mal de Alzheimer, os tumores cerebrais, a leucemia linfocítica crônica, o câncer, entre muitas outras (ABREU; ROVIDA; PAMPHILE, 2015; BARREIRO; BOLZANI, 2009; BRANDÃO; SOUZA, 2015; MADEIRA; BORSCHIVER; PEREIRA-JUNIOR, 2011).

A obtenção de conhecimento e de tecnologia é um ponto de partida para o aprendizado das técnicas e métodos envolvidos, que colabora com a transmissão dos saberes adquiridos e propicia o intercâmbio com outras instituições de ensino e pesquisa e até mesmo com a indústria, onde as possibilidades de aplicação dos conteúdos pesquisados poderão ser rapidamente testadas. Sendo assim, a investigação das estratégias envolvidas na descoberta e produção de novas moléculas, úteis para o planejamento de fármacos e para o desenvolvimento de novas abordagens no tratamento de doenças, constitui um campo promissor, dada sua relevância terapêutica, social, econômica e industrial.

2 METODOLOGIA

Para execução da pesquisa foi realizado um levantamento bibliográfico de dados a respeito dos metabólitos secundários bioativos com potencial farmacológico, obtidos dos processos metabólicos de fungos, através de busca detalhada de produções de mestrado e doutorado e artigos relacionados ao tema, publicados preferencialmente na última década, nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, *Scielo*, *Science Direct* no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), complementada com livros de referências e literatura técnica em revistas de importância nacional na área de microbiologia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Compostos bioativos: metabólitos secundários

Produtos obtidos industrialmente por meio de microrganismos podem ser divididos naqueles que são do metabolismo primário, como enzimas e aminoácidos, ou do metabolismo secundário, como antibióticos, toxinas, pigmentos, alcaloides, entre outros (ALBRECHT, RHODEN; PAMPHILE, 2015; ALMEIDA; AMARAL; LOBÃO, 2011; BRANDÃO; SOUZA, 2015; CARREIRA *et al.*, 2013).

Os metabólitos secundários são produtos naturais que geralmente apresentam baixa massa molecular, estrutura química complexa e alta capacidade farmacológica. Esses metabólitos são essenciais para a regulação, o equilíbrio e a sobrevivência fúngica. Os

metabólitos são produzidos como mecanismo de defesa contra a ação de predadores. Podem ser sintetizados também para desenvolver funções biológicas exclusivas das espécies que os produzem. Esses compostos extracelulares são secretados no meio de cultura durante o crescimento e diferenciação de um organismo vivo e têm sido isolados e caracterizados principalmente para fins industriais (TAKAHASHI *et al.*, 2017).

As moléculas bioativas oriundas de fungos têm sido estudadas quanto às propriedades antimicrobiana, antiviral, citotóxica, anti-hipertensiva, anti-inflamatória, antitumoral e antiparasitária (FEDRIZZI, 2006; MORAIS *et al.*, 2014; PAMPHILE *et al.*, 2017). A maioria dos antibióticos de origem microbiana utilizada atualmente no mercado é originária de actinomicetos e de fungos. Estes metabólitos secundários apresentam grande variedade de atividade biológica, despertando interesse e atenção principalmente da indústria farmacêutica (BRAUN, 2008; RODRIGUES, 2009; SPECIAN *et al.*, 2014).

3.2. Principais grupos de fungos produtores de fármacos

Os fungos filamentosos foram os precursores de diversos avanços para a medicina, como por exemplo, o antibiótico cefalosporina proveniente do fungo *Acremonium chrysogenum* (a maior parte das espécies desse gênero são saprófitos) e o fármaco que atua diminuindo o colesterol, denominado lovastatina, oriundo dos fungos *Monascus rubere* *Aspergillus terreus*. Vale salientar também o primeiro antibiótico amplamente utilizado pela medicina, a penicilina (produzida pelo fungo *Penicillium*), que desde 1941 está disponível no mercado e representou um grande progresso na área terapêutica. Dos cerca de 6.500 metabólitos secundários conhecidos, mais de 30% são provenientes dos dois gêneros supracitados, *Aspergillus* e *Penicillium*, ressaltando a bioatividade dos fungos filamentosos (SURYANARAYANAN *et al.*, 2009 *apud* LOPES, 2011; TAKAHASHI; LUCAS, 2008).

É importante ressaltar que os fungos filamentosos são notáveis por possuírem uma capacidade extraordinária na produção de substâncias bioativas, em comparação a outras classes de microrganismos. Isso se evidencia pelo fato de tais fungos terem uma síntese de metabólitos secundários 73% superior à de outras classes de microrganismos (SPECIAN *et al.*, 2014).

Todavia, segundo Silva (2006), o isolamento de novas estruturas e agentes antimicrobianos com novos mecanismos de ação, tem diminuído muito. Diversas pesquisas *in vitro* apontam a necessidade da bioprospecção microbiana, visto que o uso indiscriminado de medicamentos tem viabilizado a resistência bacteriana. É importante também descobrir novos compostos bioativos, dado o avanço de doenças e a impossibilidade de utilizar alguns produtos que estão consolidados no mercado, mas apresentam alta toxicidade.

Em relação aos fungos endofíticos, estes são profícuos produtores de metabólitos secundários e sintetizam mais estruturas inovadoras do que os microrganismos isolados do solo. Além disso, sabe-se que grande parte dos fungos que vivem em simbiose com outros organismos produzem tais substâncias, evidenciando a importância desses microrganismos

para a indústria farmacêutica (SCHULZ *et al.*, 2002). Isso se deve à proficiência existente na interação endófito-planta, em que o fungo recebe nutriente e abrigo do vegetal, dado que a hospedeira emite substâncias químicas que são imprescindíveis para o ciclo vital do endofítico. Comumente, alguns compostos bioativos das plantas acabam atuando como reguladores das micromoléculas oriundas de seu hospede, auxiliando na síntese de metabólitos ativos, tais como: isoprenoides, policetídeos, esteroides, xantonas, quinonas e fenóis (SCHULZ; BOYLE, 2005).

Wolfe *et al.* (1998 *apud* SILVA, 2006) salientam os benefícios oriundos da interação planta-fungo, que geralmente consistem na proteção contra herbívoros, nematoides, fitopatógenos e insetos. Como exemplo, podemos citar o fungo endofítico do gênero *Neotypodium*, produtor de alcaloides que possuem efeitos tóxicos contra planctívoros e, por conseguinte, protege o vegetal (EZRA; STROBEL, 2003; SCHULZ; BOYLE, 2005). Segundo Kusari *et al.* (2009), no decorrer da evolução de plantas e fungos endofíticos, aconteceu uma transferência lateral de genes, possibilitando a muitos desses endófitos produzirem substâncias análogas ou iguais às de suas hospedeiras. Assim, as plantas acabam atuando como seletoras naturais de microrganismos endofíticos produtores de metabólitos secundários de baixa toxicidade, já que, se fossem mais tóxicos, esses microrganismos poderiam matá-las. Sendo assim, os fungos que vivem em simbiose com esses vegetais apresentam grande potencial a ser desfrutado pela medicina (SILVA, 2006).

Takahashi *et al.* (2017) extraíram o metabólito aspergíolidio do fungo *Gliocladium roseum*, encontrado nos ulmos (espécie de árvore de florestas tropicais), e também o ácido betulínico, produzido pelo fungo *Phomopsis* sp., encontrado em pecíolos secos que continuam presos às plantas, ambos com atividade antitumoral. Ademais, esse último fungo, quando associado à planta *Salix gracilostyla*, produz um composto da classe dos alcaloides, a phomopsicalasina, com atividade antimicrobiana, eficaz contra *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella gallinarum* e *Candida albicans* (SILVA, 2006; TAN; ZOU, 2001). Já o fungo *Phomopsis cassiae*, isolado da planta *Cassia spectabilis*, produz o composto 3,12-diidroxi-cadalenona, que possui atividade fungicida e é inibidor da acetilcolinesterase (ZANARDI *et al.*, 2012).

De acordo com Kim *et al.* (2004), o fungo *Periconia* sp., isolado de uma planta venenosa, *Taxus cuspidata*, produz os metabólitos periconicina A e B que apresentam atividade antibacteriana. Arivudainambi *et al.* (2014) avaliaram o fungo *Pestalotiopsis virgatula*, associado à planta medicinal *Vitex negundo* L. e verificaram que o extrato fúngico produzido por esse microrganismo é um antibacteriano eficaz contra estirpes de *S. aureus* que expressam resistência a inúmeros fármacos e apresenta propriedade citotóxica intensa contra células humanas de câncer de mama. Outro produto natural, o metabólito altersolanol A, obtido a partir do fungo endofítico *Stemphylium globuliferum*, isolado da planta medicinal *Mentha pulegium*, também apresentou atividade citotóxica contra células cancerosas humanas de leucemia mieloide crônica e de carcinoma de pulmão, sendo analisadas as culturas celulares K562 (leucemia) e A549 (TEITEN *et al.*, 2013).

O fungo *Acremonium strictum* isolado da planta *Rhizophora apiculata* produz um metabólito policetídeo ativo contra linhagem de células tumorais A2780 (HAMMERSCHMIDT *et al.*, 2014 *apud* CALDERANI; ORLANDELLI; PAMPHILE, 2016). Outro fungo importante é o *Botryosphaeria dothidea* – isolado da planta *Melia azedarach* –, produtor dos metabólitos stemphyperylenol e altenuene, ativos contra a linhagem de células tumorais HCT116 (XIAO *et al.*, 2014). O fungo *Chaetomium aureum* – isolado da planta *Thymelaea lythroides* – produz o metabólito chaetorcinol, ativo contra a linhagem de células tumorais HS578T, MDA-MB-231, LNCaP (KABBAJ *et al.*, 2015). O fungo *Myrothecium roridum*, isolado da planta *Ajuga decumbens* (planta medicinal da China), por sua vez, produz o metabólito myrotheciumones A, ativo contra linhagem de células tumorais HepG2 (carcinoma hepatocelular) (LIN *et al.*, 2014 *apud* CALDERANI; ORLANDELLI; PAMPHILE, 2016). Tal enfermidade acomete, geralmente, indivíduos com doença hepática, sobretudo, com hepatite B e C crônicas. O fungo *Phoma* sp., isolado da planta *Cinnamomum mollissimum* produz o metabólito policetídeo e benzopirano, ativos contra a linhagem de células tumorais P388, segundo Santiago *et al.* (2014).

O taxol, composto com propriedades antitumorais, foi isolado primordialmente em 1967 pelos doutores Monroe Wall e Mansukh Wani da árvore *Taxus brevifolia*, uma das plantas que crescem mais lentamente. É importante ressaltar, entretanto, que para que apenas um paciente seja tratado, é necessário que seis árvores sejam cortadas, a fim de se obter quantidade suficiente do referido composto. Isso evidencia a importância de se obter novas fontes para extrair essa substância, como por exemplo, o fungo *Cladosporium oxysporum*, simbiote da planta *Moringa oleifera*, que de acordo com estudos de RAJ *et al.*, 2015, apresentou atividade citotóxica contra a linhagem celular tumoral HCT15 (cólon). O alcaloide denominado rohitukine, procedente do fungo *Fusarium proliferatum* – isolado da árvore indiana *Dysoxylum binectariferum* – manifesta atividade antitumoral contra as seguintes linhagens: HCT-116 e MCF-7 (KUMARA *et al.*, 2012 *apud* CALDERANI; ORLANDELLI; PAMPHILE, 2016). De acordo com Santos (2012) os fungos *Hypocrea koningii*, *Aspergillus oryzae*, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium solani*, isolados da planta *Combretum leprosum*, produziram uma substância do grupo estilbeno, a combretastatina A4, que apresenta atividade citotóxica contra câncer de mama, rim, ovário, pulmão, próstata e cólon retal. No Brasil, o câncer de cólon é o segundo mais frequente entre as mulheres e o terceiro mais comum entre os homens, ressaltando a importância da descoberta de compostos bioativos que apresentem atividade antitumoral.

Braun (2008) descobriu a substância denominada brefeldina A, isolada do fungo *Aspergillus clavatus*, podendo ser encontrado em áreas tropicais e subtropicais em troncos, folhas e ocos de *Eucalyptus camaldulensis* e outras árvores. Tal substância contém propriedade antifúngica, antiviral e citotóxica, ou seja, tem a capacidade de destruir outras células através da liberação de certas substâncias nocivas e possui uma eficiência maior que o taxol. Além disso, Khan *et al.* (2012) também isolaram o metabólito brefeldina A do fungo endofítico *Paraconiothyrium* sp., com atividade antifúngica, antiviral e antitumoral.

Em relação à capacidade dos fungos de sintetizar compostos bioativos contra vírus e bactérias, Kusari *et al.* (2009) descobriram que o fungo *Thielavia subthermophila*, associado à planta *Hypericum perforatum*, é produtor da hipericina, que além de apresentar atividade antibiótica também contém propriedade antiviral. Specian *et al.* (2014) relataram que o fungo *Pestalotiopsis theae*, isolado de uma árvore não identificada na montanha chinesa Jianfeng, produz a substância pestaloteol C que atua como anti-HIV, sendo a atividade antiviral de suma importância para a medicina, visto que os vírus desfrutam de vias metabólicas de seu hospedeiro. É imprescindível a prospecção de novos fungos com essa propriedade, tendo em vista a dificuldade de encontrar fármacos que combatam tais microrganismos.

Fungos também podem ser promissores no combate a outros fungos, de caráter patogênico. Brady e Clardy (2000 *apud* SILVA, 2006) isolaram de *Selaginella pallescens* o fungo *Fusarium* sp., produtor do metabólito CR377 – um pentacetídeo que apresenta atividade antifúngica. Silva (2006) avaliou um fungo do mesmo gênero, *Fusarium subglutinans* que vive em simbiose com a planta medicinal *Tripterygium wilfordii* e produz o metabólito subglutinol A e B, pertencente à classe dos diterpenoides, com atividade imunossupressora. Por se tratar de um composto que não apresenta toxicidade, este demonstra ser promissor na terapêutica medicinal. *Cryptosporiopsis cf. quercina*, fungo também isolado do vegetal *T. wilfordii*, produz a substância criptocandina A que atua como antifúngico contra *Candida albicans* e *Trichophyton* sp. (STROBEL *et al.*, 2004). *Pestalotiopsis jesteri* é um fungo ascomiceto produtor dos metabólitos jesterona e hidroxijesterona, que apresentam atividade antifúngica. Geralmente, as espécies desse gênero são encontradas em simbiose com plantas tropicais (ZOU *et al.*, 2000).

Cientistas chineses isolaram do fungo *Colletotrichum* sp. – simbiote da planta medicinal *Artemisia annua* – um novo composto bioativo que inibe as seguintes bactérias: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea* e *Pseudomonas* sp. Um fungo do mesmo gênero, *C. gloeosporioides*, foi isolado do vegetal *Artemisia mongolica*, que também possui as mesmas propriedades de *Colletotrichum* sp. Além disso, produz o ácido coletótrico, que possui atividade antimicrobiana (PAMPHILE *et al.*, 2017; HONG LU *et al.*, 2000 *apud* SOUZA *et al.*, 2004; ZOU *et al.*, 2000,).

O fungo *Aspergillus* sp. – isolado da planta *Dichotella gemmacea* – produz penilumamidas B-D e o pentapeptídeo cíclico asperpeptide A, que apresentam atividade antimicrobiana (CHEN *et al.*, 2014). Consoante Wagenaar *et al.* (2000 *apud* SILVA, 2006), alguns representantes do gênero *Rhinocladiella* são produtores de compostos da classe dos alcaloides, denominados citocalasina, com propriedade também antimicrobiana. De acordo com Specian *et al.* (2014), três citocalasinas foram isoladas a partir desse fungo, do gênero *Rhinocladiella*, associado à planta *Tripterygium wilfordii*, que desempenham potente atividade contra as três seguintes linhagens de células tumorais: A2780 (câncer de ovário), SW-620 e HCT116 (câncer de cólon).

Ezra e Strobel (2003) isolaram *Muscodor albus*, da planta *Cinnamomum zeylanicum*, que emite compostos voláteis, com atividade antimicrobiana contra fungos e bactérias. Segundo

Baumer (2009), o fungo *Pycnoporus sanguineus*, que habitualmente cresce sobre troncos de árvores, produz a substância cinabarina, que também possui propriedades antibióticas. A linhagem de *Trichoderma* StC1 2.4 e sua planta hospedeira, *Strychnos cogens*, apresenta grande potencial farmacológico. O fungo em questão tem propriedades antibiótica e antifúngica, respectivamente, contra *Escherichia coli* e *Aspergillus flavus* (SOUZA *et al.*, 2004).

O fungo *Cladosporium cladosporioides*, encontrado como saprófito, apresenta ação inibitória contra a bactéria álcool-ácido resistente *Mycobacterium smegmatis* e contra *Epidermophyton floccosum*. O fungo *Xylaria* sp., de caráter saprofítico, também possui atividade inibitória contra *M. smegmatis* (ZOU *et al.*, 2000). Além disso, uma pesquisa envolvendo esse último gênero, *Xylaria* sp., está relacionada à descoberta de um novo sesquiterpenoide, inibidor da enzima integrase do vírus HIV-1, tendo, portanto, um possível potencial para a produção de agente anti-HIV de alta seletividade (SINGH *et al.*, 1999 *apud* SOUZA *et al.*, 2004). Tal fungo, isolado da planta *Licuala spinosa*, produz também a substância 1a-10a-epoxy-7a-hydroxyeremophil11-en-12,8-b-olide com atividade antimalárica, além do seu potencial de ação contra *Candida albicans* (ISAKA *et al.*, 2010 *apud* FREIRE; VASCONCELOS; COUTINHO, 2014).

Segundo os autores Specian *et al.* (2014) o composto fúngico L-783,281 isolado de *Pseudomassaria* sp., atua mimetizando a ação do hormônio insulina no corpo humano, ou seja, possui atividade denominada de insulina-mimética, sendo, portanto, de grande importância para a medicina, já que é uma via alternativa de controle dos níveis de glicose. Conforme Takahashi *et al.* (2017), o fungo *Ganoderma lucidum*, que pode ser encontrado como parasita ou saprófito em inúmeras espécies de árvores, tanto em regiões tropicais como temperadas (abrangendo a América do Norte e a América do Sul, a África, a Europa e a Ásia), é produtor de um metabólito denominado ganodermicina, com propriedade anti-inflamatória, que atua minimizando os sintomas da inflamação como calor, rubor e dor.

O Quadro 1 apresenta alguns exemplos de produtos com atividade farmacológica obtidos de fungos.

Quadro 1 – Compostos bioativos isolados de fungos e seus respectivos mecanismos de ação

Fungo	Composto(s) bioativo(s)	Mecanismo(s) de ação	Referências
Acremonium strictum	Policetídeo	Ativo contra a linhagem de células tumorais A2780	(HAMMERSCHMIDT <i>et al.</i> , 2014 <i>apud</i> CALDERANI; ORLANDELLI; PAMPHILE, 2016)
Aspergillus clavatus	Brefeldina A	Antifúngica, antiviral e citotóxica	(BRAUN, 2008)
Aspergillus oryzae	Combretastatin A4	Citotoxicidade contra câncer de mama, rim, ovário, pulmão, próstata e cólon retal	(SANTOS, 2012)

Aspergillus sp.	Penilumamidas B–D e o pentapeptídeo cíclico asperpeptide A	Antimicrobiano	(CHEN et al., 2014)
Botryosphaeria dothidea	Stemphyperylenol e altenuene	Ativo contra a linhagem de células tumorais HCT116	(XIAO et al., 2014)
Chaetomium aureum	Chaetorcinol	Ativo contra a linhagem de células tumorais HS578T, MDA-MB-231, LNCaP	(KABBAJ et al., 2015)
Cladosporium cladosporioides	Não identificado	Antibacteriano e antifúngico respectivamente, contra <i>Mycobacterium smegmatis</i> e <i>Epidermophyton floccosum</i>	(ZOU et al., 2000)
Cladosporium oxysporum	Taxol	Citotoxicidade contra a linhagem celular tumoral HCT15 (cólon)	(RAJ et al., 2015)
Colletotrichum gloeosporioides	Não identificado	Antimicrobiano	(ZOU et al., 2000; HONG LU et al., 2000 apud SOUZA et al., 2004; PAMPHILE et al., 2017)
Colletotrichum gloeosporioides	Ácido coletótrico	Antimicrobiano	(ZOU et al., 2000)
Colletotrichum sp.	Não identificado	Antibiótico contra <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Sarcina lutea</i> e <i>Pseudomonas sp.</i>	(ZOU et al., 2000; HONG LU et al., 2000 apud SOUZA et al., 2004, PAMPHILE et al., 2017)
Cryptosporiopsis cf. quercina	Criptocandina A	Antifúngico contra a <i>Candida albicans</i> e <i>Trichophyton sp.</i>	(STROBEL et al., 2004)
Fusarium oxysporum	Combretastatin A4	Citotoxicidade contra câncer de mama, rim, ovário, pulmão, próstata e cólon retal	(SANTOS, 2012)
Fusarium proliferatum	Rohitukine	Antitumoral contra linhagens HCT-116 (cólon) e MCF-7	(KUMARA et al., 2012 apud CALDERANI; ORLANDELLI; PAMPHILE, 2016)
Fusarium solani	Combretastatin A4	Citotoxicidade contra câncer de mama, rim, ovário, pulmão, próstata e cólon retal	(SANTOS, 2012)

Fusarium sp.	CR377	Antifúngica	(BRADY; CLARDY 2000 apud SILVA, 2006)
Fusarium subglutinans	Subglutinol A e B	Imunossupressora	(SILVA, 2006)
Ganoderma lucidum	Ganodermicina	Anti-inflamatório	(TAKAHASHI et al., 2017)
Gliocladium roseum	Aspergiolídio	Antitumoral	(TAKAHASHI et al., 2017)
Hypocrea koningii	Combretastatin A4	Citotoxicidade contra câncer de mama, rim, ovário, pulmão, próstata e cólon retal	(SANTOS, 2012)
Muscodor albus	Não identificado	Antimicrobiana	(EZRA; STROBEL, 2003)
Myrothecium roridum	Myrotheciumones A	Ativo contra a linhagem de células tumorais HepG2	(LIN et al., 2014 apud CALDERANI; ORLANDELLI; PAMPHILE, 2016)
Paraconiothyrium sp.	Brefeldina A	Antifúngica, antiviral e antitumoral	(KHAN et al., 2012)
Periconia sp.	Periconicina A e B	Antibacteriana	(KIM et al., 2004)
Pestalotiopsis jesteri	Jesterona e hidroxi-jesterona	Atividade antifúngica	(ZOU et al., 2000)
Pestalotiopsis theae	Pestaloteol C	Anti-HIV	(SPECIAN et al., 2014)
Pestalotiopsis virgatula	Acetato de etila	Antibacteriano e citotóxico	(ARIVUDAINAMBI et al., 2014)
Phoma sp.	Policetídeo e benzopirano	Ativo contra a linhagem de células tumorais P388	(SANTIAGO et al., 2014)
Phomopsis cassiae	3,12-dihydroxy cadalena	Fungicida e inibidor da acetilcolinesterase	(ZANARDI et al., 2012)
Phomopsis sp.	Ácido betulínico	Antitumoral	(TAKAHASHI et al., 2017)
Phomopsis sp.	Phomopsicalasina	Antibacteriana contra: Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Salmonella gallinarum e Candida albicans	(TAN; ZOU, 2001)
Pseudomassaria sp.	L-783, 281	Insulino-mimética	(SPECIAN et al., 2014)
Pycnoporus sanguineus	Cinabarina	Antibiótica	(BAUMER, 2009)

Rhinocladiella sp.	Citocatalisinas	Antimicrobiana	(WAGENAAR et al., 2000 apud SILVA, 2006; SPECIAN et al., 2014)
Stemphylium globuliferum	Altersolanol A	Atividade citotóxica contra células cancerosas humanas K562 (leucemia) e A549	(TEITEN et al., 2013)
Thielavia subthermophila	Hipericina	Antibiótica e antiviral	(KUSARI et al., 2009)
Trichoderma StC 1 2.4	Não identificado	Antibiótica e antifúngica, respectivamente, contra <i>Escherichia coli</i> e <i>Aspergillus flavus</i>	(SOUZA et al., 2004)
Xylaria sp.	Não identificado	Antibacteriano contra <i>Mycobacterium smegmatis</i>	(ZOU et al., 2000)
Xylaria sp.	1a-10a-epoxy-7a-hydroxyeremophil11-en-12,8-b-olide	Antimalárico, além de ação contra <i>Candida albicans</i>	(ISAKA et al., 2010 apud FREIRE; VASCONCELOS; COUTINHO et al., 2014)
Xylaria sp.	Sesquiterpenoide	Inibidor da enzima integrase do vírus HIV-1	(SINGH et al., 1999 apud SOUZA et al., 2004)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fungos são grandes produtores de substâncias bioativas terapeuticamente úteis, de acordo com os estudos citados. Observa-se em várias ocasiões que um único fungo é capaz de produzir vários compostos com diferentes propriedades farmacológicas e também que espécies distintas, filogeneticamente próximas ou distantes, podem sintetizar compostos com propriedades bioquímicas similares. O potencial medicamentoso dos fungos abrange substâncias de suma relevância tanto no combate a tumores diversos, como no controle de doenças causadas por bactérias, vírus ou mesmo outros fungos. Vale enfatizar que os compostos bioativos extraídos e isolados de fungos podem atuar ainda de modo a auxiliar no tratamento de inflamações e disfunções metabólicas e que há muito ainda a ser elucidado no que concerne a estas substâncias, de modo que este é um campo de estudo profícuo e de extensa importância para a área da saúde.

Ademais, é de suma importância destacar a necessidade de fomentar e intensificar pesquisas a respeito da microbiota brasileira, pois, de acordo com estimativas da Convenção da Diversidade Biológica (CDB), o Brasil abriga entre 15% e 20% de toda a biodiversidade mundial. Além disso, sua preservação é essencial tanto pelo valor inerente a essa imensa riqueza biológica, particularmente ao que concerne aos fungos, ainda tão pouco

conhecidos e identificados, e que representam uma rica fonte produtora de medicamentos. Portanto, é imprescindível e urgente que pesquisas futuras se dediquem aos estudos dos fungos, principalmente considerando-se a constante degradação a que nosso ecossistema vem sendo submetido.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Goiás, pela relevante oportunidade de realizarmos esta pesquisa cursando ainda o ensino médio, visto que isso é um diferencial em relação às demais instituições de ensino; ao CNPq, por disponibilizar a bolsa de iniciação científica e à nossa professora e mestre, Kellen Borges, pelo seu valioso auxílio e dedicação, pela disponibilidade em nos orientar e por fomentar o prazer pelos estudos no decorrer de toda a pesquisa.

OS AUTORES

Sabrina Andrade Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Anápolis/Técnico Integrado em Química – Pibic-EM/CNPq
sabrina.andrade2014@gmail.com

Laiza dos Santos Pereira

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Anápolis/Curso Técnico Integrado em Química – Pibic-EM/CNPq
pereira.laiza34@gmail.com

Kellen Christina Malheiros Borges

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

REFERÊNCIAS

ABREU, Jéssica A.S.; ROVIDA, Amanda F.S.; PAMPHILE, João A. Fungos de interesse: aplicações biotecnológicas. *Revista Uningá Review*, Maringá, v. 21, n.1, p.55-59, 2015.

ALBRECHT, Ingrid; RHODEN, Sandro A.; PAMPHILE, João A. Indústria biofarmacêutica e seu processo produtivo. *Revista Evidência: Biociências, Saúde e Inovação*, Joaçaba, v.15, n.1, p.57-68, 2015.

ALMEIDA, Hugo; AMARAL, Maria H.; LOBÃO, Paulo. Drugs obtained by biotechnology processing. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, São Paulo, v.47, n.2, p.199-207, 2011.

ARIVUDAINAMBI, U. S. Ezhil; KANUGULA, K.; KOTAMRAJU, Srigiridhar; KARUNAKARAN, Chandran; RAJEDRAN, A. Cytotoxic and antibacterial activities of secondary metabolites from endophytic fungus *Pestalotiopsis virgatula* VN2. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, Beijing, v.4, n.1, p.107-115, 2014.

BARREIRO, Eliezer J.; BOLZANI; Vanderlan S. Biodiversidade: fonte potencial para a descoberta de fármacos. *Química Nova*, São Paulo, v.32, n.3, p.679-688, 2009.

BAUMER, Janaína D. *Produção do antibiótico cinabarina pelo fungo Pycnoporus sanguineus utilizando resíduos lignocelulósicos como substrato*. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BRANDÃO, Conceição Z.G.S.; SOUZA, José N. Biofármacos: da pesquisa ao mercado: uma revisão da literatura. *Revista Saúde & Ciência em Ação*, Aparecida de Goiânia, v.1, n.1, p.105-118, 2015.

BRAUN, Glaucia H. *Otimização das condições de cultivo do fungo endofítico Papulaspora immersa para produção de substâncias bioativas*. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2008.

CALDERANI, Fabiana A., ORLANDELLI, Ravely C., PAMPFILE, João A. Compostos bioativos com propriedades antitumorais produzidos por fungos endofíticos. *Revista Uningá Review*, Maringá, v.25, n.2, p.79-86, 2016.

CAMPOS, Fernanda F. *Isolamento e identificação de substâncias bioativas produzidas por fungos endofíticos associados à Piptadenia adiantoides (Fabaceae)*. 2009. Tese (Doutorado em Microbiologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CARREIRA, Ana Claudia O.; LEVIN, Gabriel; COELHO, Tatiane M.; BELCHIOR, Gustavo G.; SOGAYAR, Mari C. Biofármacos: sua importância e as técnicas utilizadas em sua produção. *Genética na Escola*, Ribeirão Preto, v.8, n.2, p.170-177, 2013.

CHEN, Min; SHAO, Chang-Lun; FU, Xiu-Mei; KONG, Chui-Jian; SHE, Zhi-Gang; WANG, Chang-Yun. Lumazine peptides penilumamides B-D and the cyclic pentapeptide asperpeptide A from a gorgonian-derived *Aspergillus sp.* fungus. *Journal of Natural Products*, Washington, v.77, n.7, p.1601-1606, 2014.

CONTI, Raphael. *Micro-organismos de interesse farmacêutico e agrícola: estudo químico e biossintético*. 2012. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

- CONTI, Raphael; GUIMARÃES, Denise O.; PUPO, Mônica T. Aprendendo com as interações da natureza: microrganismos simbioses como fontes de produtos naturais bioativos. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.64, n.3, p.43-47, 2012.
- CRAGG, Gordon M.; NEWMAN, David J. Biodiversity: a continuing source of novel drug leads. *Pure and Applied Chemistry*, Carolina do Norte, v.77, n.1, p.7-24, 2005.
- EZRA, David; STROBEL, Gary A. Effect of substrate on the bioactivity of volatile antimicrobials produced by *Muscodor albus*. *Plant Science*, Amsterdam, v.165, p.1229-1238, 2003.
- FEDRIZZI, Samanta M. G. *Produção de metabólitos antimicrobianos e sideróforos de isolados provenientes de terra preta antropogênica da Amazônia Ocidental*. 2006. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- FREIRE, Francisco D.C.O.; VASCONCELOS, Fábio R.; COUTINHO, Ingrid B.L. Fungos endofíticos: uma fonte de produtos bioativos de importância para a humanidade. *Essentia*, Sobral, v.16, n.1, p.61-102, 2014.
- GONÇALVES, Brisa; BASTOS, Eduardo; HANNA, Samira. Prospecção tecnológica de fungos endofíticos e aplicações na indústria farmacêutica. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v.10, n.1, p.56-67, 2017.
- GONÇALVES, Francisco J. T.; FREIRE, Francisco D.C.O.; LIMA, Joilson S. Fungos endofíticos e seu potencial como produtores de compostos bioativos. *Essentia*, Sobral, v.15, n.1, p.71-92, 2013.
- GUIMARÃES, Denise O.; MOMESSO, Luciano S.; PUPO, Mônica T. Antibióticos: importância e perspectivas para a descobertas e desenvolvimento de novos agentes. *Química Nova*, São Paulo, v.33, n.3, p.667-679, 2010.
- KABBAJ, Fatima Z.; LU, Su; FAOUZI, My El A.; MEDDAH, Bouchra; PROKSCH, Peter; CHERRAH, Yahya; ALTENBACH, Hans-Josef; ALY, Amal H.; CHADLI, Ahmed; DEBBAB, Abdessamad. Bioactive metabolites from *Chaetomium aureum*: structure elucidation and inhibition of the Hsp90 machine chaperoning activity. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Amsterdam, v.23, n.1, p.126-131, 2015.
- KHAN, Abdul L.; HAMAYUN, Muhammad; HUSSAIN, Javid; KANG, Sang-Mo; LEE, In-Jung. The newly isolated endophytic fungus *Paraconiothyrium sp.* LK1 produces ascotoxin. *Molecules*, Basel, v.17, n.1, p.1103-1112, 2012.
- KIM, Sanghee; SHIN, Dong-Sun; LEE, Taeho; OH, Ki-Bong. Periconicins, two new fusicoccane diterpenes produced by an endophytic fungus *Periconia sp.* with antibacterial activity. *Journal of Natural Products*, Washington, v.67, n.3, p.448-450, 2004.
- KUSARI, Souvik; ZÜHLKE, Sebastian; KOSUTH, Ján; CELLÁROVÁ, Eva; SPITELLER, Michael. Light-independent metabolomics of endophytic *Thielavia subthermophila* provides insight into microbial hypericin biosynthesis. *Journal of Natural Products*, Washington, v.72, n.10, p.1825-1835, 2009.

LI, Haiyan; QING, Chen; ZHANG, Yanli; ZHAO, Zhiwei. Screening for endophytic fungi with antitumour and antifungal activities from chinese medicinal plants. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, Seul, v.21, n.1, p.1515-1519, 2005.

LOPES, Fernanda C. *Produção e análise de metabólitos secundários de fungos filamentosos*. 2011. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MADEIRA, L.S.; BORSCHIVER, S.; PEREIRA-JUNIOR, N. Identificação de biofármacos para produção no Brasil. In: CONFERENCIA IBERO-AMERICANA DE INGENIERÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, 3., 2011, Orlando. *Papers* [...]. Winter Garden: International Institute of Informatics and Systemics, 2011. Disponível em: http://www.iis.org/cds2011/cd2011csc/ciit_2011/paperspdf/na822wu.pdf. Acesso em: 1º fev. 2019.

MORAIS, Janicéle F.; YOSHIMOTO, Mariana; RHODEN, Sandro A.; PAMPHILE, João A. Bioprospecção de microrganismos produtores de compostos bioativos com atividade antitumoral. *Revista UNINGÁ Review*, Maringá, v.17, n.1, p.27-34, 2014.

MOUQUINHO, Inês S. B. *Utilização de fungos endofíticos para a produção de produtos com interesse farmacêutico*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, Almada, Portugal, 2016.

NASCIMENTO, Rhayanne F.Q.; SOUSA, Breno L.P.; BEZERRA, Raíssa M.S.; CAVALCANTI, Rayza M.F.; SILVA, Renally B.; QUEIROZ, Jean C.F. Prospecção de fungos da caatinga produtores de antibióticos. *Revista Saúde e Ciência Online*, Campina Grande, v.3, n.3, p.76-85, 2014.

NASCIMENTO, Tatianne L. *Fungos endofíticos de Calotropis procera (AIT.) R. BR.: aspectos ecológicos e potencial antimicrobiano*. 2010. Dissertação (Mestrado em Biologia de Fungos) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

PAMPHILE, João A.; COSTA, Alessandra T.; ROSSETO, Priscila; POLONIO, Julio C.; PEREIRA, José O.; AZEVEDO, João L. Aplicações biotecnológicas de metabólitos secundários extraídos de fungos endofíticos: o caso do *Colletotrichum sp.* *Revista Uningá*, Maringá, v.53, n.1, p.113-119, 2017.

RAJ, Kathamuthu Gokul; MANIKANDAN, Ramar; ARUVALSU, Chinnasamy; PANDI, Mohan. Anti-proliferative effect of fungal taxol extracted from *Cladosporium oxysporum* against human pathogenic bacteria and human colon cancer cell line HCT 15. *Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Amsterdam, v.138, n.2, p.667-674, 2015.

RODRIGUES, Ariana A. *Atividade antimicrobiana e produção de enzimas de interesse biotecnológico de bactérias isoladas de diferentes habitats*. 2009. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical) – Instituto de Patologia e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

SANTIAGO, Carolina; SUN, Lin; MUNRO, Murray H.G.; SANTHANAM, Jacina. Polyketide and benzopyran compounds of an endophytic fungus isolated from *Cinnamomum*

mollissimum: biological activity and structure. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, Hainan, v.8, n.4, p.627-632, 2014.

SANTOS, Sukinai N. *Bioprospecção de biomoléculas isoladas de fungos endofíticos de Combretum leprosum do bioma Caatinga*. 2012. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

SCHULZ, Barbara; BOYLE, Christine. The endophytic continuum. *Mycology Research*, Amsterdam, v.109, n.6, p. 661-686, 2005.

SCHULZ, Barbara; BOYLE, Christine; SIEGFRIED, Draeger; RÖMMERT, Anne-Katrin; KROHN, Karsten. Endophytic fungi: a source of novel biologically active secondary metabolites. *Mycology Research*, Amsterdam, v.106, n.9, p.996-1004, 2002.

SILVA, Rosa E. A. *Avaliação da atividade antimicrobiana de fungos e actinobactérias endofíticos isolados de Conyza bonariensis (L) Cronquist. (Rabo-de-Raposa)*. 2006. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia de Produtos Bioativos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SOUZA, Antonia Q.L.; SOUZA, Afonso D. L.; ASTOLFI FILHO, Spartaco; PINHEIRO, Maria Lúcia B.; SARQUIS, Maria Inez M.; PEREIRA, José O. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da Amazônia: *Pali-courea longiflora (aubl.) rich* e *Strychnos cogens bentham*. *Acta Amazonica*, Manaus, v.34, n.2, p.185-195, 2004.

SPECIAN, Vânia; ORLANDELLI, Ravelly C.; FELBER, Aretusa C.; AZEVEDO, João L.; PAMPHILE, João A. Metabólitos secundários de interesse farmacêutico produzidos por fungos endofíticos. *Journal of Health Sciences*, Londrina, v.16, n.4, p.345-351, 2014.

STROBEL Gary A.; DAISY, Bryn. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, Washington, v.67, n.4, p.491-502, 2003.

STROBEL, Gary; DAISY, Bryn; CASTILLO, Uvidelio; HARPER, James. Natural products from endophytic microorganisms. *Journal of Natural Products*, Washington, v.67, n.2, p.257-268, 2004.

TAKAHASHI, Jacqueline A.; LIMA, Gesiane S.; SANTOS, Gabriel F.; LYRA, Fernanda H.; SILVAHUGHES, Alice F.; GONÇALVES, Flávia A.G. Fungos filamentosos e química: velhos conhecidos, novos aliados. *Revista Virtual Química*, Niterói, v. 9, n. 6, p. 2351-2382, 2017.

TAKAHASHI, Jacqueline A.; LUCAS, Esther M. F. Ocorrência e diversidade estrutural de metabólitos fúngicos com atividade antibiótica. *Química Nova*, São Paulo, v.31, n.7, p.1807-1813, 2008.

TAN, Ren X.; ZOU, W.X. Endophytes: a rich source of functional metabolites. *Natural Products Report*, London, v.18, p.448-459, 2001.

TEITEN, Marie-Hélène; MACK, Fabienne; DEBBAB, Abdessamad; ALY, Amal H.; DICATO, Mario; PROKSCH, Peter; DIEDERICH, Marc. Anticancer effect of altersolanol A, a metabolite produced by the endophytic fungus *Stemphylium globuliferum*, mediated by its pro-

apoptotic and anti-invasive potential via the inhibition of NF- κ B activity. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Amsterdam, v.21, n.13, p.3850-3858, 2013.

WIYAKRUTTA, Suthep; SRIUBOLMAS, Nongluksna; PANPHUT, Wattana; THONGON, Nuntawan; DANWISSETKANJANA, Kannawat; RUANGRUNGSI, Nijsiri; MEEVOOTISOM, Vithaya. Endophytic fungi with anti-microbial, anti-cancer and anti-malarial activities isolated from Thai medicinal plants. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, Berlin, v.20, n.3, p.265-272, 2004.

XIAO, Jian; ZHANG, Qiang; GAO, Yu-Qi; TANG, Jiang; ZHANG, An-Ling; GAO, Jin-Ming. Secondary metabolites from the endophytic *Botryosphaeria dothidea* of *Melia azedarach* and their antifungal, antibacterial, antioxidant, and cytotoxic activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.62, n.16, p.3584-3590, 2014.

ZANARDI, Lisinéia M.; BOLZANI, Vanderlan S.; CAVALHEIRO, Alberto J.; SILVA, Dulce H. S.; TREVISAN, Henrique C.; ARAUJO, Angela R.; SILVA, Geraldo H.; TELES, Helder L.; YOUNG, Maria Cláudia M. Sesquiterpenos produzidos pelo fungo *Phomopsis cassiae* com atividade antifúngica e inibidora de acetilcolinesterase. *Química Nova*, São Paulo, v. 35, n.11, p.2233-2236, 2012.

ZOU, W.X.; MENG, Jun C.; LU, H.; CHEN, Guo-Xin; SHI, G.X.; ZHANG, T.Y.; TAN, Ren X. Metabolites of *Colletotrichum gloeosporioides*, an endophytic fungus in *Artemisia mongolica*. *Journal of Natural Products*, Washington, v.63, n.11, p.1529-1530, 2000.

Análise da ação antimicrobiana do óleo essencial da sucupira branca (*Pterodon emarginatus*) sobre cepas de *Streptococcus pyogenes*

Nicolly Veríssimo Soares
Alan Dumont Clemente

Resumo

Bactérias têm desenvolvido mecanismos de resistência a antibióticos cada vez mais rapidamente. Nesse contexto, as plantas medicinais têm ganhado um amplo espaço em tratamentos. Entre elas foi escolhida a Sucupira Branca ou *Pterodon emarginatus*, por sua popularidade na medicina tradicional. Estudos têm demonstrado diversas propriedades terapêuticas de seu óleo essencial, entre elas anti-inflamatória, antimicrobiana e antitumoral (OLIVEIRA, 2018). Isso se deve a seus componentes, reconhecidos na literatura como metabólitos secundários. Assim, este trabalho objetivou avaliar a atividade antimicrobiana dos óleos essencial e fixo, extraídos dos frutos de *P. emarginatus*, sobre cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* e *Streptococcus pyogenes*,

microrganismos causadores de um número considerável de infecções bacterianas. As amostras dos frutos foram obtidas de árvores adultas e para a extração do óleo foi utilizado o método de hidrodestilação por arraste a vapor. Os frutos maduros da planta apresentaram teores de 6,5% de umidade e 2% de óleo em relação à matéria seca. A avaliação da atividade antimicrobiana nas cepas foi realizada com seu cultivo e submissão a testes de suscetibilidade antimicrobiana do óleo sobre as culturas, a fim de ser determinada a concentração inibitória mínima (CIM). O método de Difusão de Disco apresentou resultados de inibição negativos. Contudo, o método de Diluição de Caldo aplicado às cepas de *S. pyogenes* apresentou CIM equivalente a 1,0 µL/ml, o que confirma a ação antimicrobiana de *Pterodon emarginatus*.

Palavras-chave: Óleo essencial. Óleo fixo. Sucupira-branca. Patógenos bacterianos.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, um dos maiores problemas enfrentados pela medicina e pela saúde pública é o agravamento da resistência desenvolvida por cepas bacterianas, principalmente as que se encontram em ambientes hospitalares, a quimioterápicos antimicrobianos sintéticos. Devido a isso, registra-se um aumento significativo na frequência do isolamento

de bactérias que eram reconhecidamente sensíveis aos fármacos de rotina usados na clínica, mas que se apresentam agora resistentes a quase todos os fármacos disponíveis no mercado, como ocorre com várias bactérias multirresistentes (DUTRA *et al.*, 2009b). Tais acontecimentos reduzem significativamente as alternativas de tratamento e controle de doenças infecciosas de origem bacteriana, o que tem acarretado um aumento considerável do número de pacientes acometidos, complicações e óbitos.

Neste contexto, as plantas representam fontes valiosas de substâncias destinadas à manutenção da saúde humana, sendo seu uso mais difundido especialmente nos últimos anos, após numerosos estudos com produtos terapêuticos oriundos de plantas medicinais. Segundo a Organização Mundial da Saúde, as plantas medicinais são as melhores fontes para produzir uma variedade de medicamentos, e cerca de 80% da população mundial ainda usa a medicina tradicional na busca de alívio de alguma sintomatologia dolorosa ou desagradável (DUTRA *et al.*, 2009b). Com base nesses dados, pode-se concluir que a seleção e o estudo de plantas, a partir de informações da medicina tradicional ou popular, podem conduzir à descoberta de diversas profilaxias alternativas. Com ela, pode-se desenvolver também o isolamento de moléculas promissoras com ação antimicrobiana, direcionada ao controle de cepas bacterianas, principalmente aquelas que se tornaram multirresistentes.

Dessa forma, esse estudo teve por objetivo avaliar o potencial antimicrobiano do óleo essencial de uma planta amplamente utilizada na medicina popular, conhecida como Sucupira Branca (*Pterodon emarginatus*) sobre as cepas de bactérias causadoras de um grande espectro de doenças infecciosas, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* e *Streptococcus pyogenes*. Para que isso fosse possível, os óleos essencial e fixo foram extraídos e submetidos a experimentações, para que pudessem ser identificados seus princípios ativos ou constituintes químicos, e para que fosse possível verificar a existência de sua concentração inibitória mínima (CIM) sobre tais bactérias.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1. *Pterodon emarginatus*

O gênero *Pterodon* é composto por leguminosas e está inserido na família *Leguminosae-Papilionoideae*. O mesmo possui seis espécies descritas na atualidade, que são *P. apparicioi* Pedersoli, *P. macrophyllus* Klotzsch, *P. abruptus* (Moric.) Benth, *P. polygalaeflorus* (Benth.), *P. pubescens* (Benth.) Benth e *P. emarginatus* Vog (PINTO, 2017). Contudo, segundo Santiago (2017), ainda não há clareza sobre a delimitação das espécies e uma revisão formal do gênero *Pterodon*, fator que vem dificultando o desenvolvimento de trabalhos acerca de tais espécies e sua correta utilização, no que se refere a suas aplicações medicinais.

De acordo com Rocha (2006), a espécie *Pterodon emarginatus* foi descrita pela primeira vez por Vogel, em 1837. Ela é popularmente conhecida como faveiro, sucupira-

branca, fava-de-sucupira, sucupira, sucupira-lisa, entre outros nomes. Suas características morfológicas compreendem seu porte, que pode variar entre 8 e 16 metros de altura, seu tronco, que pode apresentar de 30 a 40 cm de diâmetro, e folhas compostas pinadas com 20 a 36 folíolos, possuindo 3 a 4 cm de diâmetro (LORENZI, 1992).

Trata-se de uma planta decídua, isto é, perde suas folhas durante o período de seca. Necessita de grande exposição ao sol para seu pleno desenvolvimento. Sua sobrevivência é adaptada a climas semiáridos e desérticos, o que justifica sua predominância no bioma cerrado. Sua florescência ocorre entre os meses setembro e outubro e a maturação dos frutos se dá entre os meses junho e julho. Entretanto, é possível encontrar os frutos ainda nas árvores por mais algum tempo. Sua ocorrência se dá em maior número nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo (LORENZI, 1992).

P. emarginatus é amplamente conhecida por suas propriedades terapêuticas, sendo muitas delas já constatadas por estudos científicos (HANSEN *et al.*, 2012 *apud* PINTO, 2017). Nesse contexto, seu uso difundiu-se na medicina popular brasileira de diversas formas, sendo seus frutos e sementes as porções mais utilizadas. Devido a isso, é comum encontrar ambas as porções da planta e produtos preparados a partir das mesmas sendo comercializados em feiras, mercados e farmácias de manipulação (VIEIRA; CAMILLO; CORADIN, 2016).

Seus frutos têm sido utilizados em macerações hidroalcoólicas para a confecção de compostos fortificantes ou estimulantes de apetite infantis e para o tratamento de infecções laringológicas (MASCARO *et al.*, 2004 *apud* BUSTAMANTE *et al.*, 2010), queimaduras (DUTRA *et al.*, 2009a), dores musculares, torções, artrite, artrose, doenças reumáticas e diabetes, apresentando também potenciais anti-inflamatório e analgésico (MORS *et al.*, 1967 *apud* SANTOS *et al.*, 2010). O óleo extraído das sementes tem sido aplicado no tratamento de dores de garganta (NUNAN *et al.*, 1982 *apud* BUSTAMANTE *et al.*, 2010), infecções ginecológicas (ALMEIDA; GOTTLIEB, 1975 *apud* BUSTAMANTE *et al.*, 2010), processos inflamatórios, disfunções na coluna, além de ser empregado como depurativo e fortificante (MORS *et al.*, 1967 *apud* SANTOS *et al.*, 2010). A casca de seu tronco, por sua vez, demonstrou em estudos atividades anti-inflamatória, analgésica, cicatrizante, antiulcerogênica, leishmanicida (DUTRA *et al.*, 2009a), antitumoral (HANSEN *et al.*, 2012 *apud* PINTO, 2017), antirreumática (LORENZI, 2002 *apud* PINTO, 2017) e antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e contra o fungo *Cândida albicans* (BUSTAMANTE *et al.*, 2010). Ademais, suas túberas radiculares (conhecidas popularmente como batatas-de-sucupira) têm sido utilizadas para o tratamento de diabetes (LORENZI; MATOS, 2002 *apud* BUSTAMANTE *et al.*, 2010) e diversos estudos sobre a planta encontram-se em andamento.

2.2. Princípios Ativos de *Pterodon emarginatus*

Estudos fitoquímicos do gênero *Pterodon* revelaram presença de alcaloides na casca (TORRENEGRA *et al.*, 1989 *apud* SANTOS *et al.*, 2010), isoflavonas e alguns triterpenos no caule (MARQUES *et al.*, 1998 *apud* SANTOS *et al.*, 2010), diterpenos (FASCIO *et al.*, 1976 *apud*

SANTOS *et al.*, 2010; ARRIAGA *et al.*, 2000 *apud* SANTOS *et al.*, 2010) e isoflavonas no óleo das sementes (BRAZ; GOTTLIEB, 1971 *apud* SANTOS *et al.*, 2010).

Segundo Teixeira (2003 *apud* SANTOS *et al.*, 2010), no extrato hexânico foram caracterizados ácidos graxos, sesquiterpenos (α -cariofileno, β -cariofileno, mirceno, α -pineno, farneseno) e diterpenos tricíclicos furânicos (vouacapanos) com o isolamento do 6 α ,7 β -diacetoxivouacapan-17 β -oato de metila. Em estudos realizados por Moraes (2007 *apud* SANTOS *et al.*, 2010), foram isolados os triterpenos lupeol e betulina das frações hexânica e diclorometânica respectivamente, obtidas a partir do extrato etanólico bruto das cascas do caule.

Os resultados do trabalho de Santos *et al.* (2010) revelaram que, a partir da análise por CG/EM do óleo essencial extraído das folhas de *P. emarginatus*, foram encontrados: α -copaeno, β -elemeno, E-cariofileno, α -humuleno, allo-aromadendreno, γ -muuroleno, biciclogermacreno, acifileno e δ -cadineno, sendo todos eles hidrocarbonetos sesquiterpênicos.

Os estudos de Dutra *et al.* (2009b) relataram que os constituintes majoritários presentes no óleo essencial das sementes de *Pterodon emarginatus*, por eles extraído, foram: β -cariofileno, β -elemeno, germacreno-D, α -humuleno, espatulenol e biciclogermacreno.

No estudo realizado por Polo *et al.* (2004 *apud* SANTOS *et al.*, 2010), foi evidenciada, através de análises quantitativas e qualitativas do óleo essencial dos frutos de *P. emarginatus*, a presença dos constituintes: α -pineno, mirceno, metil eugenol, etil eugenol, eugenol geraniol e cariofileno.

O β -cariofileno é um sesquiterpeno que possui diversas propriedades medicinais, entre as quais foram comprovadas suas atividades antioxidantes e anti-inflamatórias (CHO *et al.*, 2007 *apud* JUNG *et al.*, 2015; SINGH J. *et al.*, 2006 *apud* JUNG *et al.*, 2015), antimicrobianas e antiartríticas em ratos (VIVEROS-PAREDES *et al.*, 2017) e citotóxicas contra diversas linhagens de células cancerígenas (KUBO *et al.*, 1996 *apud* JUNG *et al.*, 2015). Ademais, estudos demonstraram que sua inclusão na dieta de ratos suprimiu o crescimento de tumores sólidos (JUNG *et al.*, 2015). Outros ainda supõem que ele possa melhorar o comportamento motor e evitar a morte de neurônios dopaminérgicos nigrostriatais pela interdição da inflamação cerebral e do estresse oxidativo em modelos experimentais da doença de Parkinson (VIVEROS-PAREDES *et al.*, 2017).

O α -Humuleno é um sesquiterpeno isômero do β -Cariofileno. Ele também possui ação anti-inflamatória e analgésica, o que o inclui na composição do fitomedicamento Acheflan (CHAVES, 2008 *apud* FERREIRA, 2012). Sua atuação no organismo pode ser associada ao diclofenaco, tendo vantagens em relação ao mesmo por não apresentar efeitos colaterais relacionados ao seu uso tópico (AZAMBUJA, 2011 *apud* FERREIRA, 2012). Ademais, apresentou propriedades anti-inflamatórias capazes de tratar alergias recorrentes nas vias aéreas e reduzir as secreções pulmonares, quando administrado oralmente ou com uso de aerossol (ROGERIO, 2009 *apud* FERREIRA, 2012).

Entre os diterpenos de interesse medicinal encontrados nos óleos essenciais das espécies de *Pterodon*, encontram-se inúmeros cassanos (compostos tricíclicos) contendo um anel furânico, podendo então ser denominados como vouacapanos ou furanocassanos. Diversas atividades farmacológicas dos mesmos foram evidenciadas por estudos, entre as

quais se encontram as ações antinoceptiva, anti-inflamatória e analgésica, larvicida, cardiovascular e antiproliferativa sobre células tumorais (OLIVEIRA, 2018).

Carvalho *et al.* (1999 *apud* BUSTAMANTE *et al.*, 2010) relataram que foram isolados e identificados no extrato etanólico dos frutos da *P. emarginatus* os seguintes diterpenos vouacapânicos: 6 α -hidroxi-7 β -acetoxivouacapan-17-metil- β -oato e 6 α -hidroxi-7 β -acetoxivouacapan-14(17)-eno e o ácido 6 α ,7 β -dihidroxivouacapan-17 β -oico. Os isoflavonoides 6,7-dimetoxi-3',4'-metilenodioxí-, 4'-hidroxi-3',6,7-trimetoxi-, 3,4,6,7-tetrametoxi-, 7-hidroxi-6-metoxi-3,4-metilenodioxí-, 2',6,7-trimetoxi-3',4'-metilenodioxí-, 2',3',4',7,7-pentametoxi- e 2',4',5,6,7-entametoxiisoflavona. Os triterpenoides lupeol e betulina e o ácido 4-metoxibenzóico foram isolados dos extratos acetônicos do alburno e do cerne da *Pterodon polygalaeiflorus* (MARQUES *et al.*, 1998 *apud* BUSTAMANTE *et al.*, 2010).

Ademais, foram isolados diversos compostos com propriedades medicinais, os quais não puderam ser totalmente descritos neste trabalho. Contudo, os dados reunidos nos mostram que *P. emarginatus* é um importante e promissor objeto de estudo para a fitoterapia.

2.3. Agentes Patológicos

2.3.1. *Streptococcus pyogenes*

Streptococcus pyogenes ou bactérias representantes do grupo A de *Streptococcus β -hemolíticos* são cocos Gram-positivos esféricos, contendo 1 a 2 μ m de diâmetro, catalase negativa. Sua organização é disposta em cadeias curtas em espécimes clínicos e em cadeias longas quando cultivados em meios de cultura líquidos. Podem ser encontradas naturalmente na microbiota humana, sendo seus alojamentos preferenciais a pele e membranas mucosas. Tais bactérias são populares entre os microrganismos patogênicos por causarem uma série de doenças não supurativas e supurativas (isto é, ocorre a formação de pus). São a causa mais comum de faringite bacteriana, mas podem vir a ocasionar doenças mais graves e raras, como bacteremias, impetigo, celulite bacteriana, fascite necrosante, síndrome do choque tóxico, febres reumáticas e glomerulonefrites bacterianas agudas (MURRAY; ROSENTHAL; PFALLER, 2014).

A Organização Mundial da Saúde estima que, a cada ano, mais de 500.000 pessoas venham a óbito por infecções severas ocasionadas por *Streptococcus* do grupo A, sendo parte significativa desse número referente a tais doenças. Sua incidência continua a ocorrer majoritariamente em populações de países em desenvolvimento (KONEMAN *et al.*, 2017).

2.3.2. *Streptococcus mutans*

Os *Streptococcus* pertencentes ao grupo *mutans* representam espécies geneticamente distintas. Há algumas décadas, são os microrganismos presentes na cavidade oral mais intensamente estudados, entre os quais cerca de 7 ou 8 sorotipos já são reconhecidos pelo manual de Berjey. Trata-se de bactérias intimamente relacionadas à

cárie dentária, pois possuem a capacidade de produzir polissacarídeos que se aderem a regiões extracelulares, a partir da sacarose, e polissacarídeos intracelulares, a partir de carboidratos fermentáveis. Então, formam cáries, comumente nas regiões apicais de contato entre os dentes (HÖFLING *et al.*, 1999).

2.3.3. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus são cocos Gram e catalase positivos, que se arranjam de forma agrupada irregular (mais comum), aos pares, em cadeias ou até isolados. Possuem entre 0,5 a 1,5 µm de diâmetro e geralmente apresentam-se não esporulados e não encapsulados. São frequentemente isolados na pele e nas mucosas, principalmente referentes à nasofaringe, de indivíduos imunocompetentes. Contudo, são capazes de gerar diversas infecções, desde graus simples (espinhas, furúnculos e outros) até os mais graves, como pneumonia, meningite, síndrome do choque tóxico, endocardite, septicemia e outros. Tais bactérias tornaram-se importante alvo de estudos e de importância hospitalar, por sua capacidade de produzir cepas multirresistentes a cada novo antibiótico que tem sido desenvolvido, como é o caso das cepas MARSA (SANTOS *et al.*, 2007).

2.3.4. *Escherichia coli*

Escherichia coli é um microrganismo que pode ser caracterizado como um bacilo Gram e catalase negativo, pertencente ao grupo *Enterobacteriaceae*, que pode crescer em condições aeróbias e anaeróbias. Apresenta cerca de 1 a 1,5 µm de largura e 2 a 6 µm de comprimento. Pode ser encontrado, comumente, no trato intestinal de seres humanos e animais. Trata-se de uma bactéria facultativa, mas pode causar infecções de caráter oportunista, como peritonite, infecções do trato urinário e outras, acometendo mais gravemente pacientes com quadro de imunodepressão. Possui algumas cepas de maior importância clínica, como as enteropatogênicas, enteroinvasivas, enterohemorrágicas e outras (POSSAN, 2015).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Obtenção dos frutos

Os frutos de *P. emarginatus* foram coletados em três árvores, estando uma delas situada no município de Aparecida de Goiânia/GO (-16°-49'-13" sul e -49°-21'-19" oeste), e as demais no município de Aragoiânia/GO, às margens da GO-219 (-16°-51'-58" sul e -49°-26'-15" oeste; -16°-51'-59" sul e -49°-26'-16" oeste).

3.2. Determinação do teor de matéria seca

Para a determinação do teor de matéria seca, foram utilizadas alíquotas de aproximadamente de 5 gramas das amostras dos frutos, em triplicatas. Após suas massas serem medidas uma balança analítica, foram levadas à estufa, à temperatura de 100°C, por um período de 6 horas. Após este período, foi determinada a massa das amostras para posterior cálculo do teor de matéria seca. Tais procedimentos foram realizados no laboratório de saúde do Instituto Federal de Goiás (IFG)/Câmpus Goiânia Oeste.

3.3. Extração dos óleos essencial e fixo

Inicialmente, foi medida a massa dos frutos, em uma balança analítica. Os mesmos foram então triturados com o auxílio de um liquidificador, utilizando-se aproximadamente 500 ml de água. Essa mistura passou por um processo de hidrodestilação, utilizando-se um hidrodestilador tipo Clevenger, por aproximadamente 2 horas.

Como o volume do óleo essencial extraído a partir dos frutos mostrou-se insuficiente para a realização dos ensaios microbiológicos, foi realizada a extração do óleo fixo, a partir do extrato resultante da hidrodestilação. O conteúdo foi filtrado a vácuo e em seguida, foi realizada a extração líquido-líquido, utilizando-se hexano com solvente orgânico. A extração foi realizada na proporção de 4:1, em 3 repetições do solvente orgânico. Após a separação, foi adicionado CaSO₄ anidro como agente dessecante. Por fim, o solvente orgânico foi evaporado utilizando-se um evaporador rotativo, a 60°. A massa do óleo fixo extraída foi determinada com o auxílio de uma balança analítica. Todos os processos relativos à extração dos óleos foram realizados no Instituto Federal de Goiás (IFG)/Câmpus Aparecida de Goiânia.

3.4. Filtragem do óleo e ensaios microbiológicos

O óleo obtido foi levado ao Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (IPTSP), da Universidade Federal de Goiás (UFG), a fim de serem realizados os ensaios microbiológicos. Foram submetidas a testes as cepas de *Streptococcus pyogenes* (NEWP 0015) e, além delas, cepas de *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Streptococcus mutans* (ATCC 25175).

Inicialmente, o óleo foi submetido ao procedimento de filtração, que foi realizado com o uso de um filtro de membrana para seringas, que garante a esterilidade do conteúdo filtrado. Esse filtro foi introduzido em um tubo esterilizado, onde permaneceu até o momento da realização dos ensaios microbiológicos. Em seguida, foram produzidas soluções salinas a 0,9% e meios de cultura para cultivo, semeadura e repique das bactérias. Os meios Manitol Salgado e MacConkey foram utilizados no descongelamento de *S. aureus* e *E. coli*, respectivamente. Ambas, posteriormente, foram semeadas em Ágar Mueller-Hinton

e repicadas em Ágar Nutriente. A cada procedimento, eram elas acondicionadas em uma estufa, em aerobiose, a 37°C, durante 24 horas.

As cepas do gênero *Streptococcus*, por sua vez, foram descongeladas e repicadas no meio Ágar Sangue de carneiro. A semeadura de ambas foi feita com a utilização de Ágar Mueller-Hinton Sangue de carneiro. A cada procedimento, foram elas acondicionadas também na estufa, a 37°C, utilizando-se a técnica de microaerofilia em jarras detentoras de produtores de CO₂ conforme as orientações descritas por Moura *et al.* (2008).

Foram então realizados os testes de suscetibilidade antimicrobiana por dois métodos distintos, o método de difusão de disco e o método de diluição em tubos, em triplicatas, respectivamente. No primeiro método, foram confeccionados e esterilizados discos de papel filtro. Eles foram pesados em uma balança analítica, permitindo-se então concluir que seu peso foi equivalente a 0,002 gramas. Foram, em seguida, impregnados com o óleo e pesados novamente, procedimento que demonstrou que cada disco embebido conteve uma quantidade de 0,005 gramas de óleo, aproximadamente. Então, as cepas cultivadas foram submetidas à ressuspensão em solução salina a 0,9%, seguindo-se o padrão de turbidez da escala de MacFarland (0,5), que representa uma quantidade de 1,5x10⁸ UFC (unidades formadoras de colônia). Seguidamente, foram semeadas nas placas com o auxílio de swabs estéreis. Por fim, os discos embebidos foram distribuídos nas placas semeadas, que foram levadas à estufa por um período de 24 horas. Esses procedimentos seguiram as instruções do modelo padronizado estabelecido pelo CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, antigo Comitê Nacional de Padrões de Laboratórios Clínicos ou NCCLS). Seguindo também as instruções descritas por Moura *et al.* (2008), a leitura do teste foi realizada por meio da medição do halo de inibição do crescimento das bactérias. O halo de inibição consiste na distância entre o disco e a zona onde ocorre o crescimento bacteriano.

O segundo método, por sua vez, foi testado apenas nas cepas de *S. pyogenes*. Foram autoclavados 25 tubos, dos quais 4 foram destinados ao grupo controle. Seguidamente, foram produzidos o caldo BHI e novas ressuspensões salinas das cepas, seguindo o mesmo padrão das anteriores. Então, o óleo foi introduzido nos tubos, nas concentrações de 0,2 µL, 0,5 µL, 1,0 µL, 2,0 µL, 4,0 µL, 8,0 µL e 16 µL. O solvente orgânico utilizado para a sua diluição foi Polisorbato 80 (Tween), na concentração única de 2,0 µL por tubo. Foram introduzidos também 100 µL das ressuspensões salinas de *S. pyogenes* em cada tubo e, por fim, foi adicionado o caldo BHI aos tubos, até que todos obtivessem volume equivalente a 1,0 ml. O grupo controle foi composto por um tubo contendo 1,0 ml de caldo BHI, com a finalidade de observação de sua esterilidade e demais tubos com a mesma configuração do grupo teste, porém desprovidos de óleo, com a finalidade de demonstrarem o crescimento bacteriano na presença do solvente orgânico utilizado na diluição do óleo. Os testes foram incubados em uma estufa, a 37°C, durante 24 horas. A leitura dos resultados, segundo Moura *et al.* (2008), deve ser feita a partir da análise da turvação dos tubos, que indicará se houve crescimento bacteriano. Entretanto, devido à turbidez produzida pelo óleo dissolvido, a leitura se deu com a utilização da rezazurina sódica, que foi produzida a 0,01%, da qual foram adicionados 25,0 µL em cada tubo. A leitura demonstrou resultados de inibição bacteriana quando, depois de

60 minutos, os conteúdos dos tubos apresentaram-se azuis e resultados de inibição negativa quando, após 60 minutos, os conteúdos dos tubos apresentaram-se vermelhos.

Esses testes foram realizados para que pudesse ser definida a CIM (concentração inibitória mínima) do óleo essencial, critério importante para a avaliação de seu potencial antimicrobiano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Extração do óleo e cálculo do teor de matéria seca

Os frutos foram divididos em 3 alíquotas, às quais duas foram coletadas no município de Aragoiânia/Go, e a última foi coletada no município de Aparecida de Goiânia/GO. Cada uma delas foi então dividida de forma tríplice. Então, obtiveram-se suas massas iniciais, por meio de uma balança analítica. Em seguida, foram dirigidos à estufa, onde permaneceram por um período de 6 horas a 100 °C. Após esse procedimento, suas massas foram novamente medidas. A partir de tais valores obtidos, foi possível determinar o teor de água e de matéria seca dos frutos, como descritos na Tabela 1:

Tabela 1 – Massas, teor de umidade e teor de matéria seca

Alíquotas	Massa Inicial	Massa Final	Teor de Umidade (%)	Teor de Matéria Seca (%)
1.1	5,0364g	4,6945g	6,78%	93,22%
1.2	5,0899g	4,7548g	6,58%	93,42%
1.3	5,1874g	4,8411g	6,67%	93,33%
2.1	5,1043g	4,7659g	6,63%	93,37%
2.2	5,1503g	4,8025g	6,75%	93,25%
2.3	5,1059g	4,7672g	6,63%	93,37%
3.1	5,1409g	4,8322g	6,00%	94,00%
3.2	4,9969g	4,6804g	6,34%	93,66%
3.3	5,082g	4,7707g	6,13%	93,87%

Nota: massas dos frutos antes de serem levados à estufa (expressas em gramas); massas dos frutos, após serem retirados da estufa (expressas em gramas); teor de umidade evaporada dos frutos e teor de matéria seca dos frutos.

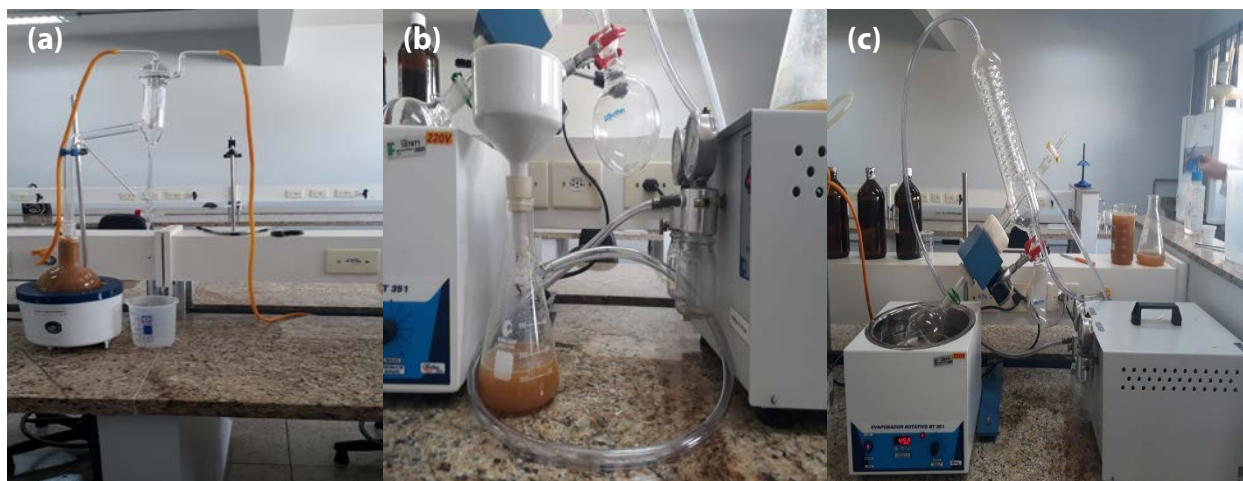
Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Dessa forma, as médias aritméticas do teor de umidade e do teor de matéria seca dos frutos de *P. emarginatus* foram 6,5% e 93,5%, respectivamente.

Após esses procedimentos, foi feita a medição da massa dos demais frutos utilizados na extração, que correspondeu a 148,6 gramas. O óleo essencial extraído dessa quantidade de frutos foi equivalente a 0,4 ml (Figura 1a) valor insuficiente para os ensaios microbiológicos. Por essa razão, ele foi novamente misturado ao extrato,

que foi filtrado (Figura 1b), e dele se extraiu o óleo fixo (Figura 1c), que apresentou massa de 2,8 gramas.

Figura 1 – Procedimentos: (a) extração do óleo essencial, (b) extração do óleo fixo e (c) filtragem do extrato



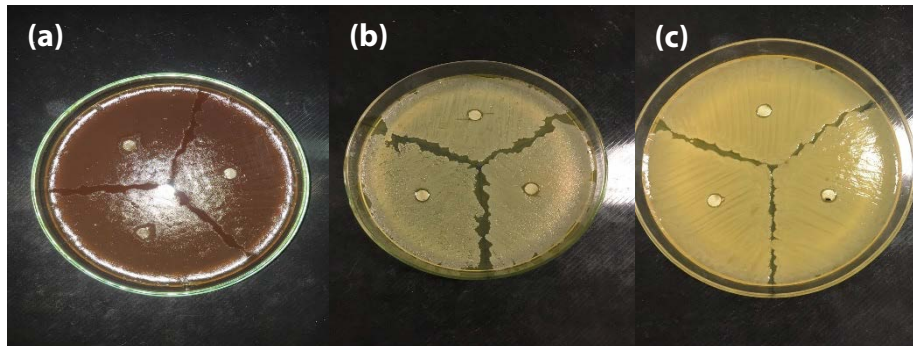
Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Então, aplicando-se o percentual do teor de matéria seca à massa total dos frutos utilizados na extração, pôde-se concluir que o teor de matéria seca correspondeu a 138,94 gramas. Como a massa total do óleo fixo extraído foi de 2,8 gramas, o teor do óleo em relação à matéria seca foi de aproximadamente 2%.

4.2. Teste de difusão de disco e microdiluição

O teste de difusão de disco apresentou inibição de crescimento bacteriano negativa para todas as bactérias testadas, pois não houve formações de halos, como retratam as figuras 2a, 2b e 2c. Contudo, experimentos realizados por Silva *et al.* (2007) com a finalidade de constatar o efeito do extrato de *P. emarginatus* sobre fungos e bactérias fitopatogênicos relataram que os resultados adquiridos através da utilização desse método não foram significativos, pois a alta viscosidade dos óleos presentes no extrato dificultou sua dispersão pelo meio de cultura utilizado para o crescimento dos microrganismos. Outros métodos utilizados na mesma pesquisa, entretanto, demonstraram ação antimicrobiana significativa.

Figura 2 – Testes de difusão de disco: (a) *S. mutans*, (b) *S. aureus* e (c) em *E. coli*



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

O teste de microdiluição, por sua vez, apresentou resultados significativos, inibindo o crescimento das bactérias em uma concentração equivalente a 1,0 $\mu\text{L}/\text{ml}$, como retrata a Figura 3:

Figura 3 – Teste de microdiluição em caldo em *S. pyogenes*



Nota: Foram utilizadas as concentrações do óleo equivalentes a 0,2 μL , 0,5 μL , 1,0 μL , 2,0 μL , 4,0 μL , 8,0 μL e 16,0 μL , da esquerda para a direita, respectivamente.

Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Foi adotada a concentração de 1,0 $\mu\text{L}/\text{ml}$ como CIM porque, como retrata a figura, foi a primeira concentração em que a solução apresentou-se com a coloração azul, conforme a leitura dos resultados descrita na metodologia.

4.3. Discussão

O estudo de ações terapêuticas a partir de óleos essenciais constitui-se um processo longo e minucioso. Requer muitas etapas, com diversos cuidados para que a integridade química dos óleos seja preservada. Entretanto, faz-se um trabalho promissor porque, mediante a um cenário em que patologias cada vez mais complexas vem surgindo, as

plantas vêm se mostrando importantes fontes de substâncias com amplo potencial farmacológico. Nesse contexto, *Pterodon emarginatus* representa um excelente objeto de estudos, pois está amplamente distribuída no bioma cerrado e contém uma grande variação de princípios ativos pouco estudados.

Contudo, com a realização dessa pesquisa, faz-se necessária a discussão acerca da dificuldade que se encontra no processo de identificação das espécies do gênero *Pterodon*. As contradições em relação ao seu número e seus parâmetros de identificação, na literatura científica, são numerosas. Como foi descrito por diversos autores, entre eles Santiago (2017, p. 2): “Devido à falta de clareza sobre a delimitação das espécies e à inexistência de uma revisão formal do gênero *Pterodon*, o resultado final dos trabalhos, como a correta utilização da espécie certa para os diversos fins, fica prejudicado, principalmente no caso do uso medicinal.”

Por esse fator, todas as amostras coletadas, de diferentes árvores, foram consideradas como pertencentes à mesma espécie, *P. emarginatus*. Isso mostra que, para melhor caracterização dos óleos fixos e essenciais, bem como seus potenciais antimicrobianos e medicinais, mais pesquisas e estudos devem ser realizados nessa área, assim como uma melhor delimitação das espécies.

Ademais, para que o potencial antimicrobiano de *Pterodon emarginatus* possa ser mais bem compreendido e definido, são necessários mais estudos que evidenciem a caracterização de seus compostos químicos, bem como seus diferentes mecanismos de ação, para que tais substâncias possam ser posteriormente isoladas e submetidas a testes que contemplem um espectro maior de microrganismos.

OS AUTORES

Nicolly Veríssimo Soares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Goiânia Oeste/Técnico Integrado ao Ensino Médio em Análises Clínicas – Pibic-EM

nicollyart@gmail.com

Alan Dumont Clemente

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Aparecida de Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas

alan.clemente@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

BUSTAMANTE, Keila G.L. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico bruto da casca da sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vogel) – Fabaceae. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 341-345, abr. 2010.

DUTRA, Rafael C. *et al.* Efeito cicatrizante das sementes de *Pterodon emarginatus* Vogel em modelos de úlceras dérmicas experimentais em coelhos. *Latin American Journal of Pharmacy*, Buenos Aires, v. 28, n. 3, p. 375-382, 12 fev. 2009a.

DUTRA, Rafael C. *et al.* Atividades antimicrobiana e leishmanicida das sementes de *Pterodon emarginatus* Vogel. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, João Pessoa, v. 19, n. 2a, p. 429-435, jun. 2009b.

FERREIRA, Elayne B. *Avaliação da composição química e atividades biológicas de sete espécies de plantas cultivadas no nordeste do Brasil*. 2012. Dissertação (Mestrado em Química) – Faculdade de Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

HÖFLING, José Francisco *et al.* Presença de *Streptococcus mutans* e *Streptococcus mutans* associado a *Streptococcus sobrinus* em escolares de diferentes classes socioeconômicas e sua relação com a atividade cariogênica dessas populações. *Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v.13, n.2, p.73-80, 1999.

JUNG, Jae In *et al.* β -Caryophyllene potently inhibits solid tumor growth and lymph node metastasis of B16F10 melanoma cells in high-fat diet–induced obese C57BL/6N mice. *Carcinogenesis Integrative Cancer Research*, Oxford, v. 36, n. 9, p. 1028-1039, maio 2015.

KONEMAN, Elmer W. *et al.* *Color atlas & textbook of diagnostic microbiology*. 7. ed. Filadélfia: Wolters Kluwer Health, 2017.

LORENZI, Harry. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

MOURA, Roberto A. *et al.* *Técnicas de laboratório*. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

MURRAY, Patrick R.; ROSENTHAL, Kobayashi S.; PFALLER, Michael A. *Microbiologia médica*. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

OLIVEIRA, Leandra de A. R. *Avaliação in vitro das atividades antimicrobiana e anti-inflamatória de vouacapanos de Pterodon emarginatus Vogel (Fabaceae)*. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

PINTO, Marcos V. P. *Diversidade e estrutura genética em populações naturais de Pterodon emarginatus Vogel (Leguminosae)*. 2017. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

POSSAN, André Luís. *Biossensor magnetoelástico para a detecção de Escherichia coli*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos e Tecnologias) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

ROCHA, Dulce M. S. *Aspectos taxonômicos, genéticos e reprodutivos de Pterodon pubescens (Benth.) Benth e Pterodon emarginatus Vog. (leguminosae, Dipteryxaceae)*. 2006. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2006.

SANTIAGO, Victor H. D. *Anatomia comparada do lenho do gênero Pterodon Vogel (Fabaceae), voltada à taxonomia*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SANTOS, Alexandre P. *et al.* Composição química, atividade antimicrobiana do óleo essencial e ocorrência de esteroides nas folhas de *Pterodon emarginatus* Vogel, Fabaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 20, n. 6, p. 891-896, abr. 2010.

SANTOS, André Luis et al. Staphylococcus aureus: visitando uma cepa de importância hospitalar. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, Rio de Janeiro, v. 43, n. 6, p. 413-423, 2007.

SILVA, Iron D. da *et al.* Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 35, n. 2, p. 109-115, nov. 2007.

VIEIRA, Roberto F.; CAMILLO, Julcéia; CORADIN, Lidio (ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016.

VIVEROS-PAREDES, Juan M. *et al.* Neuroprotective effects of β -Caryophyllene against dopaminergic neuron injury in a murine model of Parkinson's disease induced by MPTP. *Pharmaceuticals*, v. 10, n. 3, p. 1-19, set. 2017.

Identificação das possíveis causas do aumento dos acidentes com escorpião e análise das suas notificações entre os anos de 2008 e 2018 na região de Formosa/GO

Márcio Pereira de Barros Júnior
Juliana Barbosa do Nascimento
Patrícia de Castilhos

Resumo

Os acidentes causados por escorpião se exibem como um dos mais frequentes acidentes ofídicos do Brasil. Correspondem a 35,6% do total de acidentes por animais peçonhentos notificados no Sistema de Informações de Agravos Notificados do Ministério da Saúde (Sinan). Todavia, a proliferação de escorpiões aumentou consideravelmente na cidade de Formosa/GO, com 3 óbitos nos últimos anos. Desse modo, o objetivo desse trabalho é analisar os casos notificados dos acidentes com escorpião na Cidade de Formosa, fazendo uma análise dos acidentes entre os anos de 2008 e 2018 dos agravos notificados no Sinan e no Núcleo de Vigilância Epidemiológica da Cidade. Após a coleta dos dados, foi observado um aumento nos casos de escorpionismo ao longo dos anos, totalizando 1.403 casos no Sinan durante a década analisada, com ênfase nos anos de 2016 e 2017, quando o número de acidentes ultrapassou 280 casos por

ano. Os indivíduos com faixa etária produtiva, entre 20 e 59 anos foram os mais afetados, atingindo 65% dos casos. Também foi observado que a maioria dos casos não envolve escolaridade declarada no formulário (93,7% dos casos), e assim não podemos avaliar os conhecimentos prévios adquiridos pelos indivíduos sobre escorpiões. Outro fator interessante é que o atendimento nos postos de saúde é realizado com bastante empenho, sendo o intervalo de tempo entre a picada e o atendimento de, comumente, até 1 hora (78,8%). A classificação final com maior ocorrência foram os acidentes leves: 79,6% dos casos, quadro possivelmente decorrente do curto intervalo entre ocorrência e atendimento. Os casos de escorpionismo em Formosa/GO aumentaram cerca de 400% na última década, sendo a cidade uma área endêmica com números alarmantes para a população.

Palavras-chave: Escorpiões. Escorpionismo. Formosa/GO. Saúde pública. Sinan.

1 INTRODUÇÃO

Os escorpiões são invertebrados terrestres, quelicerados, pertencentes ao filo *Arthropoda*, classe *Arachnida* e ordem *Scorpiones*, táxon antigo com registro fóssil de cerca

de 400 milhões de anos (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005). Anualmente, tais aracnídeos causam aproximadamente um milhão de acidentes escorpiônicos em todo o mundo, sendo um problema de saúde pública grave em países tropicais (CHIPPAUX; GOYFFON, 2008). No Brasil são encontradas quatro famílias de escorpiões: *Bothriuridae*, *Chactidae*, *Liochelidae* e *Buthidae*; sendo que essa última representa 60% da fauna escorpiônica, incluindo as espécies de interesse para a saúde pública, devido possuir os indivíduos que mais se envolvem em acidentes, além de serem potencialmente perigosos para o homem (BRASIL, 2009).

Esses aracnídeos apresentam hábitos noturnos e desempenham papel importante no equilíbrio ecológico, pois são predadores hábeis que se alimentam principalmente de insetos e até mesmo de aranhas. Segundo Rocha (2017), são aracnídeos resistentes às diversas variações ambientais e a ações de microrganismos, adaptando-se com facilidade ao meio em que vivem, se escondendo sob pedras, madeiras, folhas e troncos, bem como enterrados no solo ou em bromélias. Também podem utilizar outros locais, como entulhos, restos de materiais de construção ou depósitos de matéria orgânica, e, assim, adaptam-se ao meio urbano, onde encontram abrigo dentro e próximo às casas (BARBOSA, 2016), além de uma alimentação farta (NODARI; LEITE; NASCIMENTO, 2006). Como são resistentes, podem sobreviver vários meses sem alimento, ou mesmo sem água, mas acabam se adaptando bem ao meio transformado pelo homem (ROCHA, 2017). A adaptação à vida urbana ao longo dos anos ocorreu possivelmente pelo intenso crescimento demográfico e conseqüentemente pela ocupação desorganizada de áreas que originalmente seriam o habitat natural dos escorpiões, causando quebra na cadeia alimentar, eliminando os locais que geralmente servem de abrigo para esses invertebrados (KOTVISKI; BARBOLA, 2013). Além disso, a falta de saneamento básico, precária coleta de lixo e a ausência de competidores e/ou predadores (como macacos, quatis, sapos e rãs) nas áreas urbanas, permitem uma alta taxa de procriação desses aracnídeos, uma vez que esses fatores contribuem decisivamente para o controle populacional das espécies (SOARES; AZEVEDO; MARIA, 2002).

Os casos de escorpionismo vêm aumentando de forma acentuada, sendo relatados com maior frequência ao longo dos anos, tanto na literatura quanto nas estatísticas oficiais do Ministério da Saúde, assumindo um perfil epidemiológico grave nas áreas urbanas em todo o país (KOTVISKI; BARBOLA, 2013). Conforme Kotviski e Barbola (2013), entre 2008 e 2010, ocorreram mais de 100 mil acidentes e cerca de 200 óbitos registrados no Brasil. Segundo Soares, Azevedo e Maria (2002), os acidentes com escorpião ocorrem principalmente com o gênero *Tityus* spp.: as espécies *Tityus serrulatus* (LUTZ; MELO, 1922 *apud* SOARES; AZEVEDO; MARIA, 2002), *Tityus bahiensis* (PERTY, 1834 *apud* SOARES; AZEVEDO; MARIA, 2002) e *Tityus stigmurus* (THORELL, 1877 *apud* SOARES; AZEVEDO; MARIA, 2002) são as que mais constam nas listas de agravos de notificações.

A espécie *T. serrulatus* é a que tem maior abrangência geográfica no Brasil. São encontrados espécimes do Centro-Sul (KOTVISKI; BARBOLA, 2013; SOUZA, 2007) até parte do nordeste brasileiro (AMORIM *et al.*, 2003). No estado de Goiás, assim como nos estados da Bahia, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Pará, Minas Gerais e São Paulo, também há maior incidência de acidentes com a espécie *T. serrulatus*, sendo essa espécie conhecida

popularmente como escorpião amarelo (SOARES; AZEVEDO; MARIA, 2002; SOUZA, 2007), causando maior agrave nas notificações. De acordo com Reckziegel (2013), o estado de Goiás está entre os estados com os maiores números de óbitos, contabilizando 3,7% dos casos.

Sabendo da importância dos levantamentos epidemiológicos envolvendo esses acidentes, o presente trabalho buscou traçar o perfil epidemiológico-ambiental do escorpionismo na região de Formosa/GO, realizando uma identificação das possíveis causas do aumento dos acidentes com escorpião nos anos de 2008 a 2018 na região e avaliar as referidas notificações ocorridas no mesmo período. Os conhecimentos epidemiológicos e clínicos dos casos de escorpionismo são de grande relevância para a ciência, pois auxiliam nas ações da política pública, identificando as regiões mais vulneráveis à endemia e os locais onde deverão ser ofertadas intervenções que visem à capacitação e à adequação no atendimento dos pacientes (CAMPOLINA, 2006).

2 OBJETIVOS

São objetivos deste trabalho: realizar a identificação das possíveis causas do aumento dos acidentes com escorpião nos anos de 2008 a 2018, analisando as notificações ocorridas na região de Formosa/GO; realizar a avaliação das notificações na região de Formosa/GO feitas pela secretaria de saúde da cidade e no Sinan ocorridas no período de 2008 a 2018; identificar as possíveis causas do aumento das taxas de acidentes com escorpião entre os anos de 2008 e 2018 na região de Formosa/GO e, por fim, relacionar os acidentes notificados no Sinan com as possíveis causas do aumento das populações de escorpiões na região e com as anomalias ambientais, avaliando as regiões mais vulneráveis à endemia e relacionar com as possíveis causas e com as notificações ocorridas no período de 2008 a 2018.

3 METODOLOGIA

3.1. Levantamento das notificações ocorridas na região de Formosa/GO entre os anos de 2008 e 2018

A coleta dos dados foi realizada através do levantamento dos casos notificados dos acidentes com escorpião, entre os anos de 2008 e 2018, disponíveis no Núcleo de Vigilância Epidemiológica (NVE) da Secretaria Municipal de Saúde de Formosa/GO e no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), órgão do Ministério da Saúde (<http://portalsinan.saude.gov.br/>).

3.2. Avaliação dos bairros endêmicos em acidentes com escorpiões na região de Formosa/GO e levantamento das possíveis causas do aumento do número de casos nos anos de 2008 a 2018

Após a realização do levantamento no Sinan e no NVE de Formosa/GO, foram escolhidos cinco bairros com maior número de casos com acidentes de escorpião (endêmicos). Foram visitados e avaliados fatores como a ocorrência de coleta de lixo pela prefeitura ou transporte privado, a quantidade de construções ocorridas no período, a presença das caçambas apropriadas para os entulhos da construção e a presença no bairro de animais predadores naturais. Além disso, foram avaliados o crescimento demográfico da população e a ocorrência de ocupação de áreas ambientais que serviam de possível *habitat* para o escorpião.

3.3. Análises estatísticas

Os dados foram compilados estatisticamente, levando em consideração as condições climáticas, geográficas e socioculturais. Os acidentes foram georreferenciados a partir do software Qgis. Os dados obtidos pelo Sinan e NVE foram correlacionados com variáveis climatológicas obtidas no Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período retrospectivo do estudo (2008 a 2018), foram contabilizados 1.707 acidentes no Núcleo de Vigilância Epidemiológica (NVE) da cidade de Formosa/GO e 1.403 acidentes na plataforma digital do Ministério da Saúde (MS), o Sinan/DataSUS, havendo uma disparidade de cerca de 304 casos, que pode ser explicada pela não abrangência do ano de 2018 na base de dados do ministério, cujas informações são atualizadas com periodicidade anual, diferentemente do que faz o NVE, que atualiza os dados de forma contínua. Levando-se em conta os dados do NVE, a incidência média foi de 170,7 casos por ano, com pico de incidência de escorpionismo entre os meses de novembro e fevereiro.

Na ficha de agravo das notificações da cidade de Formosa, a identificação das espécies causadoras dos acidentes não é de notificação compulsória, não tendo descrição delas no Sinan, sendo um modo generalista o acidente escorpiônico. As espécies *Tityus serrulatus*, *Tityus fasciolatus* e *Tityus bahiensis* são constantemente relacionadas na região de Formosa/GO, entretanto a espécie *Tityus serrulatus* é a espécie mais encontrada na região (BRAZIL; PORTO, 2010). Segundo Lourenço (2002), algumas populações de escorpiões (espécies de equilíbrio) que vivem em ambientes perturbados podem deixar seu nicho vago, o qual é ocupado de forma desregulada por espécies oportunistas, frequentemente o *Tityus serrulatus*. Populações oportunistas dessa espécie, geralmente, apresentam “explosões”

demográficas que são características de uma população com regulamentação independente de densidade (LOURENÇO, 2002), como notado no aumento de cerca de 400% dos acidentes, o que pode indicar um aumento na população dessa espécie oportunista de escorpião.

Os acidentes com escorpiões são um problema de saúde pública com peculiaridades próprias, pois apresentam maior destaque em regiões climáticas mais quentes, nos meses em que ocorre aumento da temperatura e da pluviosidade (ALBUQUERQUE *et al.*, 2004). Em nosso trabalho, observamos essa mesma correlação. Nos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, de maior temperatura, ocorreram 912 acidentes de picadas de escorpião (53,42% dos acidentes notificados) e, nos meses de maior pluviosidade, ocorreram 905 casos de acidentes na região (53,01% dos casos de escorpionismo), indicando que o aumento de temperatura e de precipitação é importante para a epidemiologia dos casos (Tabela 1). Em novembro e dezembro observam-se um aumento de acidentes superior ao da média estudada, que é de 17 e 16,5 casos mensais, respectivamente.

Tabela 1 – Análise das médias mensais totais em Formosa/GO entre 2008 e 2018

Mês	Média do número de acidentes	Média da precipitação (mm ³)	Média da temperatura máxima (°C)
Janeiro	12,7	220,1	28,6
Fevereiro	11,6	156,1	28,8
Março	12,0	188,8	28,7
Abril	11,5	110,0	28,5
Mai	12,3	12,0	27,8
Junho	13,1	5,1	27,4
Julho	10,0	0,0	27,4
Agosto	12,0	8,7	29,3
Setembro	12,5	20,7	31,3
Outubro	12,4	96,8	31,1
Novembro	17,0	219,3	28,4
Dezembro	16,5	236,9	28,5

Fonte: Elaborada pelos autores com dados de Brasil (2008-2018), Formosa (2008-2018) e Inpe (2008-2018).

Tabela 2 – Análise dos dados meteorológicos por sazonalidade em Formosa/GO entre 2008 e 2018¹

Análise dos dados		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 ²
Verão	Número de casos	12	23	06	33	31	24	36	36	47	68	83
	Média da precipitação total (mm ³)	182,8	166,9	170,0	210,4	158,7	272,6	185,4	175,8	202,8	144,9	202,0
	Temperatura máxima média (°C)	28,0	28,8	29,4	28,3	28,4	28,5	28,5	29,2	29,3	29,2	28,7
Outono	Número de casos	15	34	19	21	26	33	35	42	38	57	87
	Média da precipitação total (mm ³)	55,1	99,2	23,1	23,6	35,8	43,4	57,5	61,8	0,9	31,0	35,3
	Temperatura máxima média (°C)	27,4	26,7	28,6	27,7	28,3	27,6	27,9	27,3	29,8	28,4	27,3
Inverno	Número de casos	18	34	24	26	20	27	34	24	28	55	88
	Média da precipitação total (mm ³)	26,9	31,5	0,03	2,6	1,4	19,2	0,7	5,03	5,8	0,0	14,8
	Temperatura máxima média (°C)	28,7	28,9	28,8	29,8	28,8	29,1	29,5	30,1	30,6	28,4	29,9
Primavera	Número de casos	16	23	38	44	30	26	50	36	48	93	102
	Média da precipitação total (mm ³)	173,6	247,0	199,0	230,1	140,8	205,4	164,6	102,9	193,9	182,2	188,7
	Temperatura máxima média (°C)	29,1	28,4	28,7	27,4	30,0	28,5	29,4	32,5	30,0	29,6	29,1

¹ Os dados meteorológicos foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

² O ano de 2018 não possui todos os casos tabulados, visto que não constam na base de dados do Ministério da Saúde, o Sinan/DataSUS. Logo, para contabilizar as ocorrências, os dados de 2018 foram obtidos através do NVE da cidade, então se presume que a tendência de tais casos é aumentar de acordo com a influência das variáveis climáticas da cidade de Formosa/GO no decorrer dos meses.

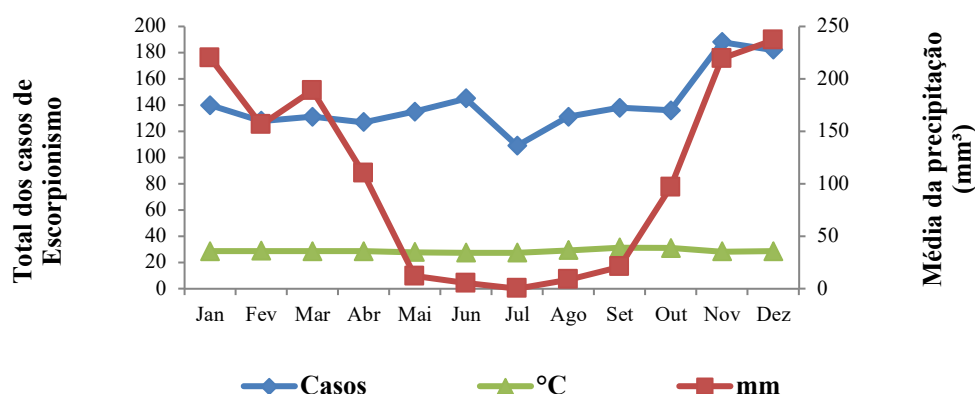
Fonte: Elaborada pelos autores com dados de Brasil (2008-2018), Formosa (2008-2018) e Inmet (2008-2018).

Na Tabela 2, observamos que em Formosa/GO, os acidentes ocorreram mais na primavera (como esperado) e no outono, com 506 e 407 casos, respectivamente, sendo que o mês de outubro está fora da descrição da literatura, podendo ter uma influência apenas da média de temperatura, visto que a pluviosidade é em menor escala que o considerado para que haja uma correlação com esses meses.

Na Figura 1, observamos a correlação da média de precipitação entre as estações do ano, a temperatura máxima média e a média de acidentes com escorpiões em cada estação. É possível identificar que após um período de seca e com o início das chuvas, os números

dos acidentes com escorpião aumentam 26% (se considerarmos a média de 100 casos/estação). A espécie *Tityus serrulatus* tem seu crescimento dependente de fatores climatológicos, como a temperatura, e biológicos, como disponibilidade de alimento e reprodução, e as fêmeas vivem mais que machos (BRAZIL; PORTO, 2010). Com uma reprodução por partenogênese, os escorpiões podem ter quatro ou mais parições, contabilizando mais de 95 filhotes durante a vida (RUPPERT; FOX, 2005). Mesmo após períodos de seca e escassez de alimentos, as fêmeas podem continuar no ambiente, reproduzindo-se e causando agrave nas notificações.

Figura 1 – Análise das médias dos dados meteorológicos por sazonalidade em Formosa/GO de 2008 a 2018



Fonte: Elaborada pelos autores com dados de Sinan (2008-2018), NSV (2008-2018) e Inmet (2008-2018).

Tabela 3 – Correlação dos casos de escorpionismo por mês com variáveis climáticas (precipitação e temperatura) entre 2008 e 2018 na região de Formosa/GO

Estação	Média da precipitação Total (mm ³)	Temperatura Máxima Média (°C)	Média de acidentes com escorpião
Verão	188,4	28,7	99,7
Outono	42,4	27,9	101,7
Inverno	9,81	29,3	94,5
Primavera	134,38	29,3	126,5

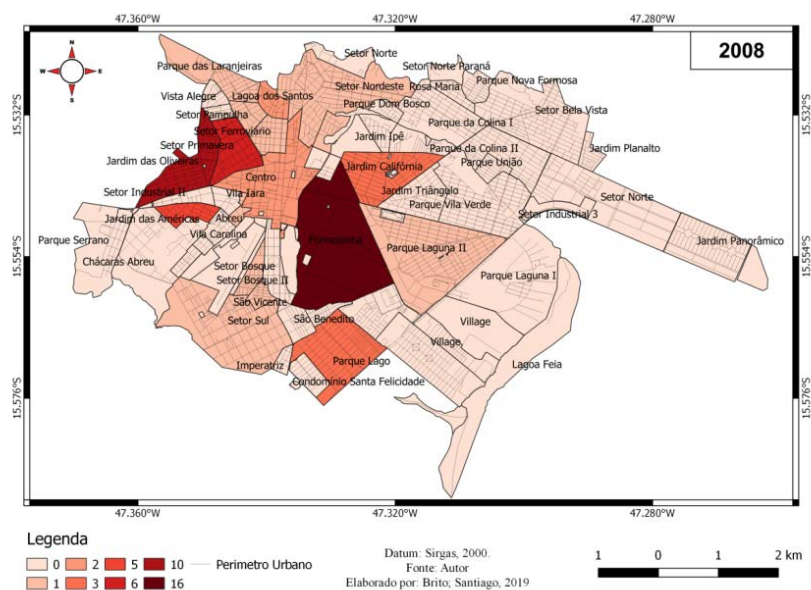
Fonte: Elaborada pelos autores com dados de Brasil (2008-2018), Formosa (2008-2018) e Inmet (2008-2018).

Notamos que a temperatura e a precipitação são condições determinantes para a proliferação das populações de escorpiões que causam acidentes na cidade. Nas regiões tropicais, os escorpiões são mais ativos durante os meses mais quentes do ano, ocasionando assim maiores índices de casos de escorpionismo, principalmente durante as chuvas (BRAZIL; PORTO, 2010). Por fim, observamos que os meses de setembro a dezembro são meses de maior atenção, com registros de maior número de acidentes escorpiônicos, pelas condições

climáticas que favorecem as proliferações, mas não se descartando a atenção para os meses de janeiro e fevereiro que estão com alta precipitação e número de acidentes escorpionicos.

Também avaliamos os bairros com maior incidência de escorpionismo na cidade de Formosa – GO, e observamos que são bairros muito populosos e com grande depósito de entulho, tais quais o Formosinha, o Jardim das Oliveiras, o Centro e o Setor Nordeste (Figura 2).

Figura 2 – Georreferenciamento¹ das notificações dos acidentes com escorpião em Formosa/GO



¹Para o georreferenciamento excetuaram-se as notificações ocorridas na zona rural.

Fonte: Produzida pelos autores com dados disponibilizados em Formosa (2008-2018).

Geralmente, esses bairros apresentam muitos comércios e lotes baldios, o que facilita o acúmulo de entulhos, favorecendo o desenvolvimento dos escorpiões. A média dos acidentes com escorpião na cidade de Formosa é de 170,7 acidentes, porém o bairro Formosinha possui uma média de 1,48 vezes acima da média municipal, com 253 acidentes escorpionicos presentes na ficha de agravos do Núcleo de Vigilância Epidemiológica (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição dos casos de escorpionismo por bairros na cidade de Formosa/GO

Bairro Residencial	Total de acidentes
Abreu	41
Assentamento	2
Bairro Santa Rosa	3
Bairro São Benedito	17
Bairro São Vicente	10
Bairro Village	3

Bairro Residencial	Total de acidentes
Bairro São Vicente	10
Bairro Vilage	3
Bezerra	1
Centro	113
Chácara Monte das Oliveiras	1
Conjunto Netinho	3
Distrito JK	8
Dom Bosco	3
Fazenda Cipó	1
Fazenda Grotão	1
Fazenda Itiquira	2
Fazenda Paranã do Meio	1
Fazenda Poso Alto	1
Fazenda Prainha	1
Fazenda Santa Cruz	1
Fazenda São João dos Gonçalves	1
Fazenda São José	1
Fazenda São Pedro	2
Formosinha FXA	253
Jardim Bela Vista	28
Jardim Califórnia	68
Jardim das Américas	115
Jardim Ipê	2
Jardim Oliveira	156
Jardim Planalto	7
Jardim Triângulo	6
Lagoa dos Santos	37
Nova Formosa	4
Pantanal	19
Parque da Colina	24
Parque da Colina II	3
Parque Lago	32
Parque Laguna	4

Parque Laguna II	8
Bairro Residencial	Total de acidentes
Nova Formosa	4
Pantanal	19
Parque da Colina	24
Parque da Colina II	3
Parque Lago	32
Parque Laguna	4
Parque Laguna II	8
Parque Laranjeiras	41
Parque Serrano	9
Parque São Francisco	4
Parque União	6
Parque Vila Verde	39
Parque Vitória	1
Padre José	21
Povoado Santa Rosa	5
Rosa Maria	2
Setor Aeroporto	1
Setor Bosque	24
Setor Bosque II	40
Setor Ferroviário	68
Setor Industrial	5
Setor Nordeste	122
Setor Pampulha	44
Setor Primavera	85
Setor Sul	65
Sítio Paraíso	1
Vila Aurora	9
Vila Bela	7
Bairro Residencial	Total de acidentes
Vila Carolina	3
Vila Iara	5
Vila Imperatriz	15
Vila Vicentina	10
Vista Alegre	1
Zona Rural	73
Total	1.689

Fonte: Elaborada pelos autores com dados de Brasil (2008-2018) e Formosa (2018-2018).

Em se tratando da faixa etária, crianças de 0 a 9 anos indicavam 160 casos dos agravos; jovens de 10 a 19 anos constavam como 295 casos; enquanto as faixas etárias produtivas de 20 a 64 anos, que mais se expõem pelo trabalho, constavam exorbitantes 1.141 casos nos agravos. Enquanto isso, idosos de 65 anos ou mais apareciam como 112 casos nos agravos do NVE. Quanto ao tempo de atendimento, tivemos a notícia gratificante de que 1.341 casos dos agravos tiveram tempo de atendimento de até uma hora. Observou-se que 259 casos eram de até seis horas; 54 notificações de 6 horas ou mais e 53 foram ignorados ou estavam em branco. Mais de 70% de gestantes tiveram sua idade gestacional omitida pelo NVE e pelo Sinan – DataSUS, e 1.637 acidentes foram leves ou moderados, ou seja; 95% dos acidentes. Quanto à evolução dos casos, 1.639 das notificações, ou 96%, foram classificados com “curas”. Na cidade de Formosa, segundo o NVE, houve apenas 2 óbitos, e segundo o Sinan – DataSUS, houve 3 óbitos, o que indica cerca de 0,117% ou 0,176% dos casos, respectivamente, não ultrapassando 0,2% dos casos (Tabela 5).

Tabela 5 – Perfil epidemiológico dos casos de escorpionismo em Formosa/GO

Análise das notificações		Número total de casos – Núcleo de Vigilância Epidemiológica										
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Escolaridade	Ignorada	54	113	67	105	69	54	108	64	82	90	45
	Analfabeto	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1
	Ensino Fundamental Incompleto	5	4	10	18	15	29	32	30	37	69	89
	Ensino Fundamental Completo	0	1	4	3	10	6	4	10	10	18	25
	Ensino Médio Incompleto	0	2	0	0	3	5	3	9	16	29	26
	Ensino Médio Completo	0	4	8	7	10	24	9	18	13	41	43
	Ensino Superior Incompleto	0	0	1	1	0	0	0	2	2	6	3
	Ensino Superior Completo	0	0	1	0	0	2	1	6	5	7	8
	Não se aplica	3	8	6	2	11	4	8	10	12	25	18
Faixa etária	0-9 anos	8	11	10	5	14	7	14	14	15	33	29
	10-19 anos	13	24	17	29	17	24	25	28	29	41	48
	20-64 anos	40	89	69	92	81	80	118	100	121	190	161
	65 anos e +	1	8	1	11	6	13	8	7	12	25	20
Tempo da picada até o atendimento	3 a 6 horas	1	6	1	6	1	5	5	8	7	15	9
	6 a 12 horas	1	0	1	3	1	1	0	2	4	4	1
	12 a 24 horas	0	1	2	0	1	0	1	5	3	4	3
	24 e + horas	1	1	0	2	0	0	4	0	3	3	2
Gestante	Ignorado	6	9	13	9	1	12	10	5	5	2	1
	Até o 3º trimestre	1	1	1	0	0	0	0	0	5	2	1
	Idade gestacional ignorada	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

Análise das notificações		Número total de casos – Núcleo de Vigilância Epidemiológica										
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gestante	Não	15	43	24	51	35	41	64	50	77	113	110
	Não se aplica	40	79	59	76	82	71	90	94	90	171	146
Classificação final	Ignorado	0	2	2	1	0	6	4	0	0	1	0
	Leve	50	118	64	96	58	88	123	123	154	260	237
	Moderado	11	9	27	36	48	24	33	23	15	24	16
	Grave	1	3	4	4	12	6	5	3	8	3	5
Evolução do caso	Ignorado/Branco	7	7	2	1	9	21	12	5	2	0	0
	Cura	55	124	95	136	109	103	153	144	174	288	258
	Óbito pelo agravo notificado	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Fonte: Elaborada pelos autores com dados de Brasil (2008-2018) e Formosa (2008-2018).

Existem outros trabalhos que avaliaram os acidentes escorpiônicos na cidade de Formosa. Santos (2014) analisou o perfil epidemiológico das vítimas de acidentes por animais peçonhentos no município de Formosa, no triênio 2011, 2012 e 2013, relatando que ocorreram 322 acidentes com animais peçonhentos. Entre os casos notificados, 62% foram relacionados ao escorpionismo, contabilizando 199 casos notificados do total de acidentes ofídicos da região. Dessas ocorrências, o sexo masculino representou 62%, enquanto o sexo feminino constava em 38% dos casos. Quanto à zona de ocorrência dos acidentes escorpiônicos, 68,5% foram na zona urbana e 30,2% na zona rural, sendo que os quase 1,3% restantes foram negligenciados. Porém, o referido trabalho avaliou somente o triênio 2011, 2012 e 2013, não relacionando as causas para o aumento dos números de acidentes ofídicos na cidade com situações-problemas que venham a agravar tais casos, como a ausência de predadores, a competição interespecífica ou o vasto crescimento demográfico, somente analisando a presença de focos de matérias orgânicas e entulhos que poderiam vir a servir como abrigo para tais escorpiões.

Os conhecimentos epidemiológicos e clínicos dos casos de escorpionismo são de grande relevância para a ciência, pois auxiliam nas ações de política pública, identificando as regiões mais vulneráveis à endemia e os locais onde deverão ser ofertadas intervenções que visem à capacitação e à adequação no atendimento dos pacientes (CAMPOLINA, 2006). Os levantamentos epidemiológicos envolvendo acidentes com escorpião em regiões diferentes permitem a conscientização da população local sobre os escorpiões, sua biologia e importância, proporcionando a prevenção de acidentes, auxiliando na política de saúde regional, podendo também ser utilizadas em palestras e fóruns sobre os escorpiões.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho traçou o perfil epidemiológico-ambiental do escorpionismo na região de Formosa/GO, realizando uma identificação das possíveis causas do aumento dos

acidentes com escorpião nos anos de 2008 a 2018. Observamos que o número de acidentes por ano na região é bastante elevado, cerca de 170 casos por ano na década avaliada (2008 a 2018), com um aumento nos meses com maior índice de precipitação e temperatura (novembro e dezembro). Os bairros com maior incidência de casos, como o Bairro Formosinha, o Jardim das Oliveiras, o Centro e o Setor Nordeste, são populosos, com grande número de estabelecimentos comerciais e lotes baldios.

OS AUTORES

Márcio Pereira de Barros Júnior

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Formosa/Licenciatura em Ciências Biológicas – Pibic

marciojr.biologia@gmail.com

Juliana Barbosa do Nascimento

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Formosa/Licenciatura em Ciências Biológicas – Pibic

julianabarbosan@gmail.com

Patrícia de Castilhos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Formosa/Departamento de Áreas Acadêmicas – orientadora

patricia.castilhos@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Isis C. S. de; ALBUQUERQUE, Helder N. de; ALBUQUERQUE, Eduardo F. de; NOGUEIRA, Adalberto da S.; CAVALCANTI, Mário Luiz F. Escorpionismo em Campina Grande/PB. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v. 4, n. 1, 2004.

AMORIM, Andréa M. de; CARVALHO, Fernando M.; LIRA-DA-SILVA, Rejâne M.; BRAZIL, Tania K. Acidentes por escorpião em uma área do nordeste de Amaralina, Salvador, Bahia, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 36, n. 1, p. 51-56, 2003.

BARBOSA, Nayara F. M. V. *A percepção dos discentes da 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Oswaldo Pessoa sobre animais peçonhentos*. 2016. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Manual de controle de escorpiões*. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan)*. Brasília: Ministério da Saúde, 2008-2018. Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/>. Acesso em: 4 abr. 2019.

BRAZIL, Tania K.; PORTO, Tiago J. *Os escorpiões*. Salvador: EDUFBA, 2010.

CAMPOLINA, Délio. *Georreferenciamento e estudo clínico-epidemiológico dos acidentes escorpiônicos atendidos em Belo Horizonte, no serviço de toxicologia de Minas Gerais*. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

CHIPPAUX, Jean-Philippe; GOYFFON, Max. Epidemiology of scorpionism: a global appraisal. *Acta Tropica*, Amsterdam, v. 107, n. 2, p. 71-9, 2008.

FORMOSA. Secretaria Municipal de Saúde. Núcleo de Vigilância Epidemiológica (NVE). Formosa: NVE, 2008-2018.

KOTVISKI, Bianca M.; BARBOLA, Ivana de F. Aspectos espaciais do escorpionismo em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 9, p. 1843-1858, 2013.

LOURENÇO, Wilson R. *Scorpions of Brazil*. Paris: Les Éditions de l'If, 2002.

NODARI, Flávia R.; LEITE, Maysa de L.; NASCIMENTO, Ederson. Aspectos demográficos, espaciais e temporais dos acidentes escorpiônicos ocorridos na área de abrangência da 3ª Regional de Saúde – Ponta Grossa, PR, no período de 2001 a 2004. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde*, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 5-26, 2006.

RECKZIEGEL, Guilherme C. *Análise do escorpionismo no Brasil no período de 2000 a 2010*. 2013. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

ROCHA, Fernanda M. A. *Ocorrência de escorpiões no município de São José dos Campos/SP no período de 2014 a 2016*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Faculdade de Educação e Artes, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2017.

RUPPERT, Edward E.; FOX, Richard; BARNES, Robert D. *Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva*. São Paulo: Roca, 2005.

SANTOS, Edinaldo M. dos. *Perfil epidemiológico das vítimas de acidentes por animais peçonhentos no município de Formosa/GO no triênio 2011, 2012 e 2013*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Goiás, Formosa, 2014.

SOARES, Marcelly R. M.; AZEVEDO, Cristiano S. de; MARIA, Mário de. Escorpionismo em Belo Horizonte, MG: um estudo retrospectivo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 35, n. 4, p. 359-363, 2002.

SOUZA, José Hélio de. *Os aracnídeos (Arachnida: Araneae, Scorpiones) na comunidade quilombola de Mesquita, Goiás*. um estudo de caso sobre etnobiologia. 2007. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

A fotonovela no ensino de Química: uma proposta de projeto de trabalho

4

Pedro Henrique Soares Cardoso
Sônia Júlia Oliveira de Souza
Mônica Mitchell de Moraes Braga

Resumo

A fotonovela é um processo de produção, seleção e montagem, fixado em um texto e colocado à fruição do público. Através de uma pesquisa-ação, professores e alunos se propõem a trabalhar em conjunto, refletindo sobre as ações de aprendizagem. A proposta foi desenvolver um projeto de trabalho para alunos do ensino médio na disciplina de química. Para tanto, a proposta foi a criação de fotonovelas a partir dos conteúdos de Química. A pesquisa foi desenvolvida utilizando os

conceitos de projetos de trabalho de Hernández e Ventura (1998). A função do projeto é favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares. Ao produzir fotonovelas a partir dos conteúdos de química, esta pesquisa se fundamenta na necessidade de oportunizar a compreensão das diversas formas de aprendizagem. É preciso pensar e experimentar mudanças no modo de organizar os saberes escolares.

Palavras-chave: Fotonovela. Química. Interdisciplinaridade. Aprendizagem.

1 INTRODUÇÃO

A fotonovela é um processo de produção, seleção e montagem, fixado em um texto e colocado à fruição do público. Por seu caráter de diagramação, disposição dos textos e das fotos, a fotonovela se apoia na memória visual e no uso de linguagens.

Esta pesquisa pretendeu desenvolver estratégias de aprendizagens para o ensino de química se utilizando da produção de fotonovela para abordar os conteúdos. A relevância dessa temática associa-se à importância de se introduzir em sala de aula abordagens diferenciadas que tratam o conhecimento científico de forma contextualizada e que provoque mobilização, motivação e aprendizagem dos alunos. Para isso, a proposta foi utilizar os projetos de trabalhos. Segundo Hernández e Ventura (1998, p.61),

a função do projeto é favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação a: 1) O tratamento da informação, e 2) A relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação da informação procedente dos diferentes saberes disciplinares em conhecimento próprio.

Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, afirma-se que

trabalhar em grupo dá flexibilidade ao pensamento do aluno, auxiliando-o no desenvolvimento da autoconfiança necessária para se engajar numa dada atividade, na aceitação do outro, na divisão de trabalho e responsabilidades, e na comunicação com os colegas. Fazer parte de uma equipe exercita a autodisciplina e o desenvolvimento de autonomia, e o automonitoramento. (BRASIL, 2006, p.27).

No referido documento, na parte referente ao ensino de Química, afirma-se que “um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados” (BRASIL, 2006, p. 106).

Nesta pesquisa, foi elaborado e aplicado um projeto de trabalho com os seguintes objetivos: compreender as etapas de elaboração de um projeto de trabalho; conhecer a linguagem da fotonovela; desenvolver conteúdos de química que possam ser dramatizados; conhecer técnicas de fotografia; diagramar uma fotonovela; divulgar as fotonovelas no ensino de química; desenvolver valores humanos e atitudes nos alunos, tais como respeito pela opinião dos colegas, pelo trabalho em grupo, pelo professor, responsabilidade e ética.

Esta pesquisa teve como objetivo criar fotonovelas sobre conteúdos da disciplina de química. Os trabalhos foram realizados com os alunos do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Química do Instituto Federal de Goiás/Câmpus Inhumas. Por meio da criação de fotonovelas, os alunos puderam desenvolver competências e habilidades no que se refere à produção científica e cultural.

2 A PESQUISA

O estudo realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas teve a participação de 23 alunos, divididos em quatro grupos, na faixa etária de 16 a 18 anos. A pesquisa teve duração de quatro meses. Para a intervenção didática foram necessárias cinco aulas de 1 hora e 30 minutos cada.

Foram realizadas as seguintes etapas no desenvolvimento do projeto de trabalho: *Levantamento bibliográfico sobre a fotonovela*. Não foi fácil obter informações sobre a história e a confecção da fotonovela (FN). Um livro de 1974 foi a principal fonte para a confecção do trabalho: *Fotonovela e Indústria Cultural: estudo de uma forma de literatura sentimental fabricada para milhões*, de autoria de Angeluccia Bernardes Habert.

A fotonovela teve início na década de 1940 na Itália e sua origem foi motivada pela crescente popularização do cinema e pela fama dos atores. Segundo Ferrarezi e Grando (2016, p. 7), “a estabilização e o aperfeiçoamento técnico da fotografia, o acesso mais ou menos difícil de um público geral ao cinema e a inexistência ou difusão limitada da televisão são também fatores importantes para o surgimento e o sucesso desse gênero”. No Brasil, as fotonovelas tiveram seu auge entre 1950 e 1970.

A história da FN se confunde muito com a história do cinema, pois as FN surgiram como sendo resumos dos filmes apresentados nas salas de cinema. Em *Matemática e fotonovela, conexões possíveis para jovens estudantes*, Ferrarezi e Grando (2016, p.22) afirmam que “a fotonovela é uma forma de narrativa que utiliza foto e texto. Podemos classificá-las como gênero, por conta da sua especificidade”.

No Brasil, a FN teve um período de 25 anos de grande sucesso, principalmente com o público feminino. Para Habert (1974), as FN tiveram como perspectiva a integração da mulher na sociedade urbana, formando novas donas de casa e mães consumidoras por meio da ficção.

A FN, com o tratamento romanesco, fornecia a seus leitores um conjunto de formas de vida urbana e tratava de problemas de trabalho, construindo a imagem da mulher moderna, que trabalhava fora do lar, morava na cidade grande, frequentava lugares noturnos, saía a sós com rapazes etc. (FERRAREZI; GRANDO, 2016, p. 23-4).

Havia normas para a montagem da FN. Tamanho das fotos, o início com um espaço para o resumo da história, disposição das fotos na página, balões com as falas, o enquadramento, o texto e a foto. A fotonovela pode ser um gênero textual muito incomum dentro do ambiente escolar, diferenciando das narrativas de aventuras, reportagens, notícias, receitas, seminários etc. A FN pode ser consideradas como uma forma de intertextualidade, pois, para compor as histórias produzidas, utilizamos a narrativa oral e a escrita presente na Química e na arte (FERRAREZI; GRANDO, 2016).

3 ELABORAÇÃO DO PROJETO DE TRABALHO

Desenvolver esta pesquisa pela perspectiva de um projeto de trabalho é considerar o aluno como autor do seu processo de aprendizagem. Os projetos de trabalho veem os conteúdos não de forma rígida e tampouco em função de algumas referências disciplinares preestabelecidas ou de uma homogeneização dos alunos; veem com o objetivo de organizar novas estratégias de conhecimento escolar, tentando ao máximo facilitar a assimilação e construção de conhecimentos por parte dos alunos (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998). Essa modalidade de projeto proporciona a relação entre conteúdos e outras áreas do conhecimento, promovendo assim a interdisciplinaridade, tendo como propósito resolver diversos problemas que subjazem na aprendizagem. O projeto de trabalho permite ao professor partir de um problema geral ou particular - neste caso, os conteúdos de química - , e formar conjuntos de perguntas inter-relacionadas que, em geral, vão além dos limites de uma única matéria (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998).

No desenvolvimento de projetos de trabalhos, temos um modo de aprendizagem significativa, em que os temas trabalhados são aleatórios, sendo determinados por argumentação entre os estudantes. O papel do professor é ser intérprete do conhecimento, com os alunos como coparticipantes, tendo formas de avaliação centrada nas relações e nos

procedimentos. Hernández e Ventura (1998) nos trazem aspectos a serem levados em conta no desenvolvimento de um projeto de trabalho. Para esses autores, um dos primeiros passos a se seguir é a escolha do tema do projeto de trabalho:

Em cada nível e etapa da escolaridade, essa escolha adota características diferentes. Os alunos partem de suas experiências anteriores, da informação que têm sobre os projetos já realizados ou em processo de elaboração por outras classes. [...] Dessa forma, o tema pode pertencer ao currículo oficial, proceder de uma experiência comum (como os acampamentos), originar-se de um fato da atualidade, surgir um problema proposto pela professora ou emergir de uma questão que ficou pendente em outro projeto. (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998, p. 67).

Um dos aspectos iniciais para a realização de projetos de trabalho é a escolha do tema a ser trabalhado que pode ser um fato atualizado ou um tema proposto pelos professores e estudantes. Na escolha do tema deve-se considerar a necessidade e relevância do assunto. Durante o desenvolvimento do projeto, o professor deve especificar o fio condutor do tema, buscar materiais, estudar e preparar o tema, envolver componentes do grupo, destacar o sentido funcional do projeto, manter uma atitude de avaliação e recapitular o processo seguido. Já os alunos devem participar da escolha do tema, no planejamento e desenvolvimento do tema, participar na busca de informação, realizar o tratamento das informações, trabalho em grupo, reescrever o que aprendeu sobre o tema abordado e por fim realizar autoavaliação de todo o processo do projeto de trabalho, vendo se a forma de ensino foi eficaz para eles (HERNÁNDEZ; VENTURA, 1998)

4 INTERVENÇÃO DIDÁTICA

Para realização do projeto de trabalho, contamos com a participação de 23 alunos do 3ºB de Técnico em Química, do Instituto Federal de Goiás/Câmpus Inhumas. Tivemos um total de cinco encontros com estudantes no período de quatro meses, conforme apresenta a Quadro 1:

Quadro 1 – Atividades realizadas no período

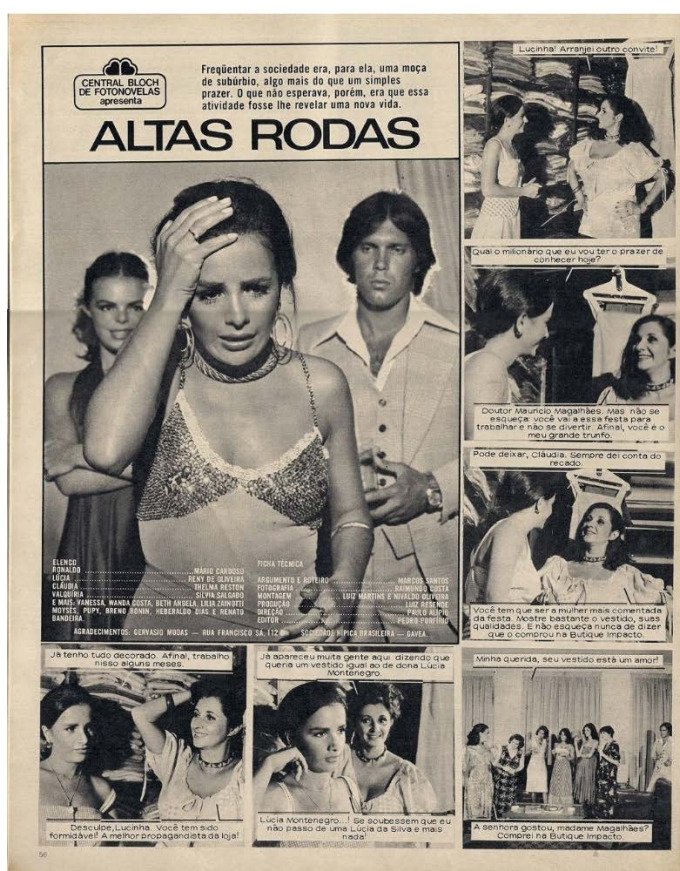
Aulas	Atividade realizada
Aula 1	Conhecendo a fotonovela e orientações sobre elaboração do roteiro
Aula 2	Elaboração e correção do roteiro
Aula 3	Obtenção e tratamento das fotos
Aula 4	Montagem da fotonovela
Aula 5	Apresentação da fotonovela

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Aula 1 – Conhecendo a fotonovela e orientações sobre elaboração do roteiro

No primeiro encontro com os estudantes, apresentamos inicialmente a proposta de pesquisa e a confecção da FN para os alunos. Questionamos sobre o que entendiam sobre FN, tivemos diversas respostas, desde mangás e gibis, mas nenhum estudante soube o que devidamente representava. Projetamos em slides algumas publicações iniciais das fotonovelas, desde os seus tempos de filipetas de resumos de filmes, como mostra a Figura 1:

Figura 1 – Fotonovela Altas Rodas



Fonte: Acervo dos autores (2019).

Após apresentar qual era a proposta do projeto, alguns estudantes mostraram interesse, e outros questionaram se o projeto valeria nota. Então, informamos que o projeto valeria 2,0 pontos na matéria da professora de química orgânica, e dividimos estes pontos através dos métodos de avaliação do projeto de trabalho.

Neste primeiro momento, mostramos aos estudantes como devia ser a confecção da fotonovela, o enquadramento, como deveria se posicionar as fotos e as falas e demos algumas orientações para a confecção da FN. Após essa explicação inicial, dividimos a turma em quatro grupos, que deveriam se reunir naquele momento, e propor um tema relacionado ao conteúdo de química, como mostra o Quadro 2:

Quadro 2 – Temas escolhidos pelos grupos

Grupo	Tema escolhido
Grupo 1	Aromatizantes
Grupo 2	Química forense
Grupo 3	Tabela periódica
Grupo 4	Açúcares

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Após a escolha do tema por cada grupo, orientamos aos estudantes realizarem um roteiro da história, com o intuito também de facilitar o momento de tirar as fotos, e demos o prazo de 20 dias para a confecção do roteiro.

Neste trabalho, foi dado aos estudantes um contexto: eles deveriam criar histórias envolvendo a química. Os acontecimentos deveriam ter uma sequência e também detalhes de como as coisas aconteceriam. Alguns aspectos precisam ser observados quando se constrói uma história: o que se vai narrar, quando o fato ocorreu, onde aconteceu, quem participou, por que, como aconteceu e quais as consequências.

O roteiro deveria ser entregue aos professores, para correção e verificação do uso de conceitos químicos utilizados pelos estudantes. Foi marcado um novo encontro para debatermos sobre os temas e as histórias e para as devidas correções que poderiam ocorrer.

Aula 2 – Elaboração e correção do roteiro

Depois do primeiro momento da apresentação da FN, e da elaboração dos roteiros, encontramos com os estudantes para dar as devidas orientações e possíveis modificações no roteiro. Os estudantes apresentaram histórias e temas variados um dos outros. As correções que fizemos foram relacionadas a equívocos conceituais de química e na parte estrutural dos roteiros.

Aula 3 – Obtenção e tratamento das fotos

Foi marcado um dia para os estudantes tirarem as fotos, todos no mesmo dia, para terem orientações sobre ângulo, posicionamento, qualidade de imagens e o conteúdo com as falas. Utilizaram as dependências do Instituto Federal de Goiás/Câmpus Inhumas: as salas de aula e os laboratórios de química, arte e informática.

Aula 4 – Montagem da fotonovela

Depois de tirarem as fotos, separou-se um dia para os estudantes realizarem a montagem das fotonovelas. Utilizou-se o laboratório de informática. O programa utilizado para a edição foi o *PowerPoint*. Programa para a montagem das fotos e da colocação das falas das histórias.

Aula 5 – Apresentação da fotonovela

Após todo este processo, separou-se um dia para a apresentação dos trabalhos e das considerações sobre cada FN. Apresentamos também as notas de cada aluno e os critérios de avaliação, baseados na proposta dos projetos de trabalho. A avaliação na perspectiva de projeto é realizada em todo o processo, para todos os estudantes da turma, a quem foram atribuídas as partes do trabalho, como mostra o Quadro 3:

Quadro 3 – Notas das atividades da fotonovela

Atividade	Nota
Participação da primeira atividade	0,4
Confecção do roteiro e da história	0,4
Participação da tiragem das fotos	0,4
Montagem da fotonovela	0,4
Fotonovela	0,4
Total	2,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

5 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS FOTONOVELAS DOS ALUNOS: A AVALIAÇÃO

Ao se referir à etapa de avaliação do projeto de trabalho, Hernández e Ventura (1998, p. 91) nos falam que:

O problema principal que aparece na avaliação é como tornar coerente sua prática com uma concepção significativa da aprendizagem. O que implica que é necessário detectar os problemas ou estruturas de conhecimentos que estejam por trás de cada projeto, tarefa que nem sempre é fácil de estabelecer a priori. A avaliação com um sentido significativo não é só a avaliação dos alunos. É, sobretudo, a constatação das intenções do/a professor/a com sua prática. O resultado é sempre o início do planejamento de intervenção posterior. Na organização da classe mediante projetos de trabalho, esta interconexão se torna evidente.

Grupo 1 – Além da arte, o triste fim de Portinari

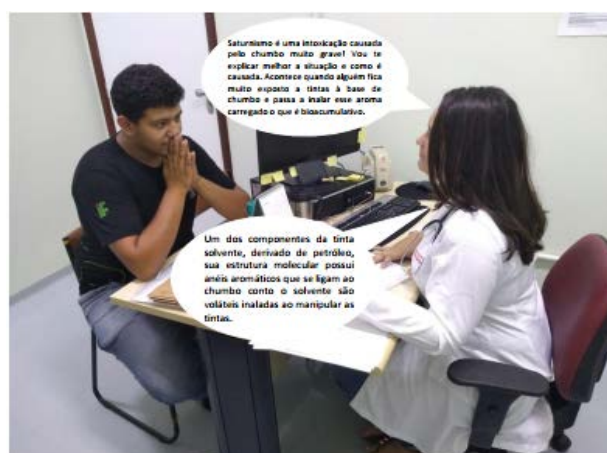
Este grupo trabalhou a arte com a química. A fotonovela contou a história do pintor brasileiro Candido Portinari (1903-1962) durante um período de sua vida e mostrou o efeito do uso de chumbo nas tintas do seu trabalho. Com a parte da química mostrou as características do chumbo que podem causar a doença que o pintor adquiriu: o saturnismo. O grupo apresentou bem a história do pintor. Poderia ter trabalhado um pouco mais os conceitos da química. A proposta interdisciplinar foi um ponto positivo na proposta. A FN poderia ter equilibrado os conteúdos das duas disciplinas. As figuras 2 e 3 apresentam uma parte da fotonovela.

Figura 2 – FN Além da arte, o Triste fim de Portinari



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Figura 3 – FN Além da arte, o Triste fim de Portinari

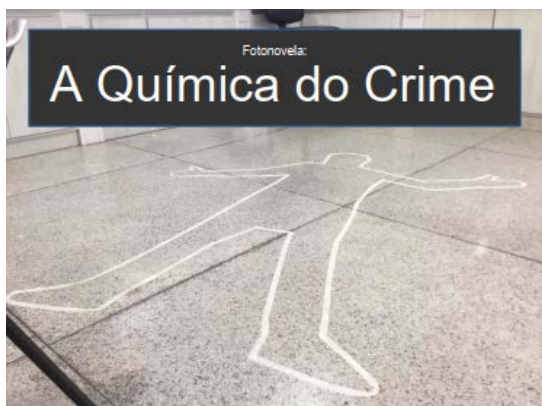


Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Grupo 2 – A química do Crime

Este grupo contou a história da morte de um empresário e utilizou princípios da química forense. Utilizaram a química para entender como conseguiram retirar a impressão digital, e explicaram as propriedades do carvão, presentes em alguns pós de retirada de impressão digital. O grupo apresentou uma boa história envolvendo os leitores durante a narrativa. Poderiam ter levantado mais conteúdos de química. A ação ficcional policial poderia estar equilibrada com os conteúdos da química. As figuras 3 e 4 mostram um pouco da FN:

Figura 4 – FN Química do Crime



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Figura 5 – FN Química do Crime



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Grupo 3 – Game of Valencia

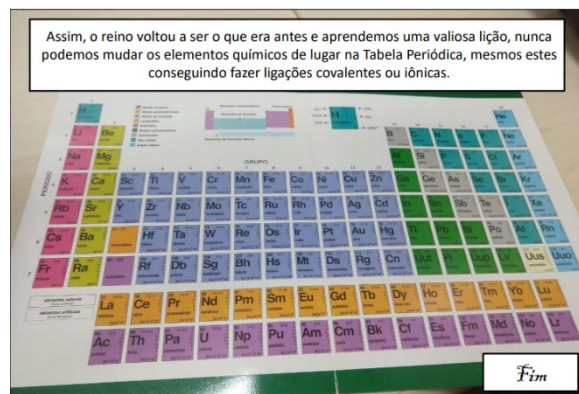
Este grupo trabalhou com alguns elementos da tabela periódica. As estudantes contaram a história de reinos da tabela periódica, que se encontrava em guerra para tomar o trono de cada um. Utilizaram a química explicando como era composto cada grupo da tabela periódica, a quantidade de elétrons ali presente. Este grupo atingiu bem o propósito, utilizando a FN para explicar o conteúdo de tabela periódica. Usaram como referência o seriado de televisão *Game of Thrones*¹ (2011-2019). As figuras 6 e 7 mostram um pouco da FN:

Figura 6 – FN Game of Valencia



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Figura 7 – FN Game of Valencia



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

¹ Seriado de televisão apresentado pela HBO em 8 temporadas (2011 a 2019) baseado na série de livros de fantasia épica *As Crônicas de Gelo e Fogo* de George R. R. Martin, em que famílias nobres e poderosas disputam um jogo mortal pelo controle dos Sete Reinos de Westeros para assumir o Trono de Ferro.

Grupo 4 – Açúcares

Este grupo trabalhou a explicação da composição dos açúcares presentes em alguns alimentos. A FN contou a história de uma aula em que os alunos questionavam a presença de açúcares em alguns alimentos presentes no cotidiano deles. O grupo teve algumas dificuldades para os conteúdos químicos. Porém, as etapas dos processos foram redirecionadas e conseguiram apresentar alguns conteúdos. As figuras 8 e 9 mostram um pouco da FN:

Figura 8 – FN Açúcares



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Figura 9 – FN Açúcares



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Após a apresentação da FN pedimos aos estudantes para produzirem um texto respondendo algumas perguntas que avaliariam o processo de produção e as dificuldades encontradas na execução da FN. Perguntamos aos estudantes se suas expectativas em relação às FN foram atendidas, se eles conseguiram aprender o conteúdo apresentado, se eles acham que o método da FN é eficaz para o processo de ensino aprendizagem e por último quais foram as dificuldades encontradas durante a produção das FN.

Pergunta 1 – Suas expectativas em relação às fotonovelas foram atendidas?

Considerando o primeiro questionamento, os relatos mostraram que a maioria dos estudantes tiveram suas expectativas superadas. Desde o primeiro encontro mostraram grande interesse na confecção das fotonovelas e como poderiam encaixar os conteúdos químicos em uma determinada história. Também tivemos alguns relatos negativos, relatando que as expectativas não foram atendidas devido às grandes dificuldades encontradas durante o processo de execução. Conforme podemos observar nos trechos retirados dos textos produzidos pelos próprios estudantes:

Aluno A: "As expectativas foram bem atendidas e saiu tudo dentro dos conformes. O conteúdo foi desenvolvido."

Aluno B: "Mas, acima de tudo, gostei de participar do trabalho e acho um projeto incrível para aprender em várias vertentes e ainda de se divertir, atendendo, assim, minhas expectativas."

Aluno C: "As expectativas criadas para a fotonovela foram todas atendidas."

Foi importante ter as expectativas superadas pelos estudantes em sua maioria. Perceberam que a FN pode ser um método novo, divertido, que tira os estudantes do sistema tradicional de ensino, mostrando novas formas de aprender e podendo ser eles os autores, o foco principal de seu processo de ensino aprendizagem, tendo assim, no futuro, possibilidade e empenho em desenvolver projetos similares a estes.

Pergunta 2 – Vocês conseguiram aprender o conteúdo proposto na fotonovela?

Este questionamento era um dos focos principais do nosso projeto, buscando apresentar as fotonovelas como uma ferramenta de ensino, mais um meio pelo qual os estudantes podem estudar. Ao produzirem as fotonovelas, os estudantes têm a responsabilidade de pesquisar e estudar sobre o assunto abordado, tendo assim a possibilidade de assimilar o conteúdo proposto. Vimos que muitos estudantes conseguiram compreender o conteúdo proposto, enquanto outros tiveram dificuldades para assimilar e relataram que o conhecimento adquirido não compensa o tempo gasto na produção. Conforme podemos observar nos trechos retirados dos textos produzidos pelos próprios estudantes:

Aluno A: "Durante a produção foi possível aprender o conteúdo de química que no caso foi aromatizante, entendendo os principais conceitos. Por isso foi muito importante no meu conhecimento e aprendizagem."

Aluno B: "Sob esse viés, absorvemos a química forense de maneira subjetiva em seu contexto didático."

Aluno C: "Entretanto, o conhecimento adquirido não compensa o tempo gasto."

Pergunta 3 – Quais foram as dificuldades encontradas?

Neste questionamento é importante notarmos quais foram as dificuldades tidas pelos estudantes, para reavaliarmos o processo nas próximas atividades. Apresentou-se diversas dificuldades desde a retirada das fotos, posicionamentos dos corpos, expressões corporais, a utilização do PowerPoint como ferramenta de montagem das fotonovelas dentro outros. O que pode ser visto em alguns dos comentários:

Aluno A: "Encontrei algumas dificuldades durante a produção da fotonovela: foi o trabalho de organizar os figurinos de cada aluno, pois demora muito para montar, e também no momento de ajustar o cenário necessário para a história; o restante, que foi a parte de tirar as fotos, foi mais fácil e a de editar também".

Aluno B: "Tivemos então dificuldade ao associar o lúdico com o conteúdo".

Aluno C: “No início do projeto, encontrei a dificuldade de elaborar a história relacionada com química, mas ficou mais fácil depois da elaboração do roteiro em grupo.”

A maior dificuldade apresentada pela maioria dos estudantes foi encaixar o conteúdo químico em alguma história e assim produzir a fotonovela. Mas todos conseguiram superar esta dificuldade, elaborando histórias que envolviam guerras entre os reinos da tabela periódica, uma resolução de crime, a história de vida de um pintor e o dia a dia presente em uma sala de aula.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção das fotonovelas possibilitou aos estudantes conhecer uma prática da química escolar de uma forma diferente. Tiveram a compreensão de que há mais de uma maneira de compreender a realidade, de aprender e de pensar quimicamente. Ao se atribuir sentido ao que os alunos estavam estudando possibilitamos uma experiência autêntica aos estudantes, eles estavam aprendendo além da química, estavam sendo educados.

O trabalho com as fotonovelas mostrou um grande potencial pedagógico. Vimos que o estudante, ao ler, escrever, reescrever e comunicar suas ideias nas histórias, se apropria de diferentes linguagens. A fotonovela deve ser vista como uma ferramenta de ensino, não somente na química, mas em outras áreas do conhecimento. A FN possibilita a interdisciplinaridade, ligando, por exemplo, a química com a arte como podemos ver na produção da FN *Além da arte, o triste fim de Portinari*, em que os estudantes trabalharam o conteúdo de artes inter-relacionado com a Química, uma linha de pensamento que não tinha sido idealizado no início do projeto.

Um dos alunos considerou que o conteúdo assimilado foi pouco pelo tempo gasto. Essa resposta nos faz pensar: há um tempo para a aprendizagem? O fato de serem alunos do 3º ano faz com que queiram aprendizagens aligeiradas? A aprendizagem deixa de ser significativa pelo tempo que leva? Acreditamos que os alunos precisam construir o processo de sua própria aprendizagem. Atividades que envolvam mais de um conhecimento como o da fotonovela no ensino de química podem abrir um leque de possibilidades de aprendizagens. Não há um único modo de aprender.

Por outro lado, os estudantes abordaram como pode ser significativo aprender a partir de outras formas. Este trabalho nos mostrou que os alunos são diferentes. Cabe a nós como professores entendermos o ritmo de cada um. Este é o desafio do ensino na atualidade. Durante a pesquisa percebeu-se o quanto os professores precisam estar em movimento, buscando novas formas e novos caminhos para ensinar, propondo estratégias de ações diferentes, tornando assim a química escolar mais atraente e significativa para os estudantes.

OS AUTORES

Pedro Henrique Soares Cardoso

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas/Licenciatura em Química – Pibic
pedrosoares1998@outlook.com.br

Sônia Júlia Oliveira de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas/Departamento de
Áreas Acadêmicas
soniajuliagyn@gmail.com

Mônica Mitchell de Moraes Braga

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Inhumas/Departamento de
Áreas Acadêmicas
monicamitchell@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 2006. v. 2.

FERRAREZI, Simone T.; GRANDO, Regina C. *Matemática e fotonovela: conexões possíveis para jovens estudantes*. Curitiba: Appris, 2016.

HABERT, Angeluccia. *Fotonovela e indústria cultural: estudo de uma forma de literatura sentimental fabricada para milhões*. Petrópolis: Vozes, 1974.

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. *A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

Literatura, empoderamento e resistência das mulheres negras: Catherina Fernandes Peres e Carolina Maria de Jesus

5

Daniele Santana Lima
Joice Alves Figueiredo
Miquéias Pereira da Silva
Jason Hugo de Paula
Paula de Almeida Silva

Resumo

Este artigo investiga o empoderamento e a resistência presentes na escrita de duas mulheres negras: Catherina Fernandes Peres, escravizada alforriada do século XVIII, e Carolina Maria de Jesus, escritora brasileira. Informado por estudos sobre gênero e raça (CARNEIRO, 2005; COLLINS, 1998 *apud* SILVA, 2018; DAVIS, 2017; GONZALEZ, 1988; SANDERBERG, 2006; SILVA, 2018; WERNECK, 2005) e sobre a escravidão (LIBBY; PAIVA, 2000; PAULA, 2017; VAINFAS *et al.*, 2016), este estudo parte do testamento deixado por Catherina Fernandes Peres e do clássico livro *Quarto de despejo*, de Carolina Maria de Jesus, para entender a intersecção de gênero, raça e o conceito de empoderamento. Por

meio da análise de livros didáticos, do testamento de Catherina Fernandes Peres e da obra de Carolina Maria de Jesus, constata-se que o empoderamento encontrado na vida dessas mulheres é uma construção e não um trabalho findo em si mesmo. Como resultado primordial desta investigação, nota-se que Catherina e Carolina lutaram para serem relevantes em sua comunidade, despertando a conscientização política e inaugurando caminhos que foram essenciais para o feminismo negro no Brasil. Com esse trabalho demonstra-se que as mulheres negras, apesar de vítimas de um sistema racista que as oprime e tenta apagar suas existências, sempre lutaram e foram símbolos de resistência.

Palavras-chave: Empoderamento. Resistência. Mulheres negras. Feminismo.

1 O PORQUÊ DE (RE)APRESENTAR CATHERINA E CAROLINA AO MUNDO

Como pensar em empoderamento e resistência da mulher negra enquanto ela está submetida ao silenciamento? Sua história não é contada e o motivo é bem explícito: “[n]ão [não] é que as mulheres negras não têm nada a dizer, mas sim que não tiveram o direito a dizer” (COLLINS, 1998 *apud* SILVA, 2018, p. 59). O racismo impede que as mulheres negras sejam vistas como protagonistas no Brasil e vislumbradas como elementos formadores de nossa cultura nacional. Portanto, lembrar os nomes de mulheres negras é reivindicar um lugar relegado a estereótipos sexistas e racistas, e nós, três jovens negros que fazemos parte de uma geração que foi ensinada a se manter calada, mas que não nos deixamos abater com o silenciamento, constituímos um papel importante para resgatar a história de nossas

ancestrais, das quais não tivemos conhecimento anteriormente, pois não nos deram a chance de conhecer.

Resgatar nossa ancestralidade é fundamental para entendermos nossa história e para a formação de nossa identidade. É um ponto de partida para aceitação e superação das dificuldades vivenciadas no cotidiano. Estamos em busca de nossa representatividade e nossas lutas e conquistas baseiam-se na constante luta por emancipação e libertação. Essa busca contínua por representatividade é uma necessidade que possuímos, bem como a dolorosa busca pela verdade sobre o processo de escravidão é necessidade que surge não para conferir fatos históricos, mas para resgatar a força de nossas raízes. É o nosso momento de descobrir a verdade oculta sobre nós. Shakur (2016) nos conta em sua autobiografia sobre o processo de reconhecer que a maior parte da “história” que nos contam sobre os povos não brancos são mentiras inventadas pela branquitude. O feminismo negro, que garante que diversas vozes sejam ouvidas dentro da luta feminista, é o responsável por dizer que as mulheres negras existem. Num eterno ressoar de *ain't I a woman?*¹ de Sojourner Truth,² buscamos chamar a atenção para que não se ouçam somente as experiências das mulheres brancas, que são diversas, mas não representam a totalidade das experiências vividas pelas mulheres.

Carolina Maria de Jesus, autora negra brasileira, alcançou fama e prestígio com o lançamento de seu livro *Quarto de despejo* em 1960, mas não aparece como autora de prestígio nos livros didáticos de literatura brasileiros, cujo escopo está repleto de escritores brancos e poucas escritoras brancas. Por que relegar Carolina Maria de Jesus a um status literário inferior, apesar de sua obra ter sido traduzida para inúmeros idiomas? Catherina Fernandes Peres, figura histórica na cidade de Luziânia, tampouco é reconhecida atualmente como uma mulher negra que modificou a cena racista e escravista de sua época, como citado em Paula (2017).

O apagamento do mundo das letras é notório quando se trata de escritoras e escritores negras(os). Outrossim, Catherina Fernandes Peres, símbolo de resistência e afrontamento em uma época em que a legalidade para proteger pessoas negras não existia, está esquecida, apagada dos principais autos, obliterada da memória da população como símbolo de luta e coragem. Por quê?

A partir desse estudo investigamos de que maneira se desenvolve o processo de empoderamento do indivíduo e como o racismo e o sexismo impedem que as mulheres negras sejam reconhecidas como líderes da resistência e como símbolos do empoderamento feminino. Ao longo do artigo, tentaremos responder às seguintes perguntas: Catherina e Carolina foram empoderadas em seu tempo? São elas símbolos de resistência?

¹ As traduções neste artigo foram feitas livremente pelas(os) autoras(es).

² “Eu não sou uma mulher?” Discurso proferido por Sojourner Truth, mulher negra escravizada por quarenta anos nos Estados Unidos, ativista pelos direitos das mulheres negras.

2 CATHERINA FERNANDES PERES: DA ESCRAVIDÃO NO BRASIL AO ENRIQUECIMENTO

Entre os séculos XVI e XVIII houve no Brasil um regime escravista com intuito de, principalmente, alimentar as produções nos engenhos de açúcar e ampliar a exploração de minérios. Tal ação fortaleceu o tráfico transatlântico vigente até meados do século XIX, o qual foi responsável pelo transporte de quatro milhões de africanas(os)³ transformadas(os) em mercadoria e trazidas(os) como escravizadas(os)⁴ para o Brasil, país com maior população escravizada entre todas as regiões com projeto econômico fundamentado no trabalho compulsório. Dentre essas(es) escravizadas(os), estava Catherina Fernandes Peres, advinda da parte ocidental da África, provavelmente da Fortaleza de São Jorge da Mina. Em território brasileiro, possivelmente foi vendida nos portos do Nordeste (Salvador ou Pernambuco) ou no Rio de Janeiro, visto que, no período em que Catherina aqui chegou, a população mina tinha como destino prioritário os portos nordestinos, embora, em alguns casos, entravam pelo porto fluminense (PAULA, 2015). Catherina Fernandes Peres faleceu em 10 de julho do ano de 1787 no arraial de Santa Luzia, deixando em seu testamento considerável fortuna, 14 escravizadas(os)⁵ e outros bens.

Primeiramente, é crucial lembrar que a extração de ouro e de pedras preciosas no Brasil teve seu início a partir da virada do século XVIII (VAINFAS *et al.*, 2016), aumentando significativamente a entrada de africanas(os) escravizadas(os) no território brasileiro, principalmente aqueles que eram experientes em mineração e em fundição de ouro, como os povos de nação mina. Segundo Vainfas *et al.* (2016, p.195), "homens e mulheres nascidos na África eram designados de diferentes maneiras, podendo ser com o nome do porto onde embarcaram, com o nome de suas línguas, ou, em casos não tão frequentes, pelos grupos étnicos ao qual pertenciam".

Catherina Fernandes Peres, assim como as(os) demais escravizadas(os), nutria um orgulho por sua nação. Segundo seu testamento, Catherina se autodeclarava de nação mina, não pertencente à África como unidade, e sim a uma cultura própria e regionalizada (PERES, 1787). No Brasil, Catherina viveu em cativeiro por um longo período de sua vida e, como as(os) africanas(os) escravizadas(os) eram proibidas(os) de praticar sua religião de origem e obrigadas(os) a lidar com a resignificação de sua cultura e de todo o seu mundo, foi batizada na religião católica e seguiu crendo em todos os ensinamentos do catolicismo, como ela mesma declara em seu testamento. Casou-se com Francisco Barboza, também de nação mina, mas não teve filhos, informação que se depreende do seu testamento.

³ Não há um consenso entre os(as) historiadoras(es) em relação à quantidade exata de africanas(os) escravizadas(os) que chegaram aos portos brasileiros (VAINFAS *et al.*, 2016).

⁴ No presente estudo, julgamos ser importante nos referirmos às(aos) africanas(os) trazidas(os) pelo tráfico transatlântico como escravizadas(os), pois reconhecemos que ninguém deseja ser escrava(o).

⁵ Quatorze eram as(os) escravizadas(os) que Catherina possuía quando faleceu. Não há registros sobre quantos escravizadas(os) ela teve durante sua vida.

Com a escravidão, a mulher africana e a mulher indígena precisam lidar com a exploração de seus corpos e com a violação de sua cultura. O sagrado e a relação com a sua comunidade estavam em perigo e em vias de destruição. Era preciso resistir e buscar, a qualquer custo, reinventar identidades frente à nova situação, já que “[a] instauração do regime escravista mercantil europeu significou para as mulheres africanas uma profunda ruptura com os padrões antigos de exercício de poder, tanto a nível individual corporal, como na perspectiva coletiva e em seus aspectos políticos e de relação com o sagrado” (WERNECK, 2005, p. 30).

No entanto, houve resistência ao regime escravista, resistência ecoada nas vozes das mulheres negras, nossas ancestrais. Com o resgate da história de nossa ancestral Catherina, vemos o quão pouco sabemos do protagonismo das mulheres negras sobre os caminhos de sua própria história, o que nos é passado de forma bem diferente pelos livros de história e pelas representações televisivas e fílmicas que fazem de nossas antepassadas.

O século XVIII, no qual viveu Catherina, ficou conhecido como o Século do Ouro e foi marcado por alguns casos em que escravizadas(os) conseguiam tornar-se livres após adquirirem a carta de alforria. Catherina é um exemplo. Ela conseguiu forrar a si e a seu marido e conseguiu ascender economicamente, como consta em seu testamento de 1787: “Declaro que fui cazada com Francisco Barboza de nação mina o qual forou pello préso e valor de duzentas oitavas de ouro, que dey a seu Senhor que entao era Antonio Barboza” (PERES, 1787).⁶

No testamento, Catherina declara o seu casamento e a alforria de seu marido, escravizado como ela, por uma considerável soma. Torna-se inevitável o questionamento sobre quais fatores levaram Catherina a alcançar tais conquistas. Entretanto, essa é uma pergunta com inúmeras possibilidades de resposta, levando em consideração que em seu único registro histórico - seu testamento -, não há indícios concretos sobre como adquiriu pecúlio suficiente para comprar sua alforria e de seu marido e ainda conseguir conquistar considerável fortuna. Em decorrência disto, delimitaremos aqui algumas das possíveis justificativas para tal questão.

A hipótese que levantaremos é a de que Catherina, tal como inúmeras(os) outras(os) escravizadas(os), trabalhava como escrava de ganho, ou seja, “prestava serviços a terceiros fora do expediente normal, cobrando por estes serviços eventuais e repassando uma alíquota da quantia recebida para seu senhor e a parte excedente acumulava para [...] sua carta de alforria” (LIBBY; PAIVA, 2005, p.40). As mulheres atuavam como principais provedoras de renda, sendo assim, em todas as regiões brasileiras, as mulheres escravizadas se envolveram em atividades comerciais. Nas cidades, nas vilas e nos arraiais, as mulheres praticamente monopolizavam o comércio ambulante de alimentos e bebidas. Eram as chamadas negras de tabuleiro (LIBBY; PAIVA, 2005). Na antiga Luziânia, esta regra não teria sido quebrada, já que fazia parte do mesmo esquema de colonização e de divisão de tarefas com base em gênero, raça e classe.

⁶ As transcrições do testamento usadas neste artigo permaneceram com a grafia encontrada no documento original.

De acordo com os escritos de Libby e Paiva (2005), durante o período escravista muitas escravizadas vendiam quitandas de todos os tipos, também refrescos e algumas delas tomavam conta ou até mesmo eram donas de pequenas vendas nas quais se podia comprar secos, como farinha, carne seca, rapadura; e molhados como a cachaça. Essa atividade representou a chance de acumularem pecúlio posteriormente a ser empregado na compra de suas cartas de alforria. Consideramos essa hipótese a mais provável uma vez que em seu testamento Catherina chega a citar a existência de uma espécie de indústria:⁷ “por isso enstituo a minha alma por minha única e universal herdeira de todos os meus bens meramente adquiridos pella minha *industria*, e meu trabalho depois de pagas e satisfeitas as minhas dividas” (PERES, 1787, grifo nosso).

Após a conquista de sua liberdade, Catherina ficou viúva e estabeleceu-se no arraial de Santa Luzia, atualmente Luziânia, no estado de Goiás, onde criou laços com muitos amadrinhamentos e pessoas da Irmandade de Nossa Senhora do Rosário (PAULA, 2015). As irmandades religiosas eram espaços nos quais escravizadas(os) se socializavam e se ajudavam, prestando assistência nas doenças, na invalidez e na morte (REIS, 1996). É possível observar algumas condições de prestígio⁸ que Catherina possuía em relação às outras mulheres negras escravizadas, visto que ela ganhou uma estima dentro do grupo de forros, obtendo o título de Rainha da Irmandade do Rosário (PAULA, 2015). Ademais, ainda é possível identificar tal condição em seu funeral grandioso, assemelhando-se aos cerimoniais fúnebres de pessoas brancas ilustres. Vejamos algumas características marcantes de seu sepultamento:

seu corpo [de Catherina Fernandes Peres] foi encomendado e acompanhado por três religiosos e duas irmandades (do Rosário, de quem era Irmã, e das Almas), teve missa de corpo presente dita por três religiosos, foi conduzido no esquife da Irmandade do Rosário, amortalhado em hábito de São Francisco e sepultado na Capela da Igreja de Nossa Senhora do Rosário. (PAULA, 2015, p. 4).

O prestígio de Catherina é evidente em seu sepultamento vultoso com a presença de religiosos, missa e cortejo de seu esquife. Apesar disso, ainda não podemos tomá-la como um símbolo representativo de empoderamento, já que é necessário levar em consideração certos critérios para caracterizarmos um indivíduo como empoderado. A autora Nelly Stromquist aponta quatro dimensões centrais que serão aplicadas neste estudo:

O empoderamento consiste de quatro dimensões, cada uma igualmente importante mas não suficiente por si própria para levarem as mulheres para atuarem em seu próprio benefício. São elas, a dimensão cognitiva (visão crítica da realidade), psicológica (sentimento de autoestima),

⁷ Indústria aqui não se refere a um espaço físico. Indústria diz respeito ao trabalho que gera renda, ou seja, remete ao grupo de pessoas que trabalhavam para Catherina.

⁸ Empregamos a palavra “prestígio” como a influência exercida sobre outra(s) pessoa(s), o que hoje chamamos de status.

política (consciência das desigualdades de poder e a capacidade de se organizar e se mobilizar) e a econômica (capacidade de gerar renda independente). (STROMQUIST, 1995 *apud* SANDENBERG, 2006, p.6).

A pergunta que nos resta fazer é: Catherina é realmente empoderada? Caso seja, quais atitudes a tornaram empoderada? Após minuciosa análise de seu testamento, podemos observar certos estágios ou dimensões do empoderamento em Catherina Fernandes Peres. Como mencionado anteriormente, o primeiro estágio do empoderamento é a conscientização em relação ao meio em que se está inserida, ou seja, é reconhecer as relações de poder e a ordem patriarcal existentes na vida cotidiana dos indivíduos, bem como discernir as forças opressoras sistemáticas, o que implica na autoanálise do sujeito e o reconhecimento por mudança. Partindo desse pressuposto – “que o processo de empoderamento inclui tanto a mudança individual quanto as ações coletivas e que não há um estágio de empoderamento absoluto” (SANDENBERG, 2006, p. 6-7) – podemos considerar Catherina empoderada, uma vez que a partir do estudo de seu único registro histórico pode-se deduzir que esta possuía visão crítica em relação ao contexto histórico em que estava inserida, ou seja, visão crítica da realidade. Portanto, inferimos que, possivelmente, Catherina dava às(aos) suas(seus) escravizadas(os) um tratamento distinto daquele dado por outros senhores, com mais elos de intimidade e irmandade, e talvez este também seja o motivo pelo qual alforriou, de imediato, parte das(os) cativas(os) quando faleceu, como mostra seu testamento. As razões para essa relação são diversas:

talvez a proximidade da convivência com seus senhores, o que servia para estabelecerem vínculos de confiança mais duradouros, seja uma explicação à espera de complemento no que concerne ao tipo de atividade econômica desenvolvida e, também, ao período em destaque. (PAULA, 2015, p. 9).

A segunda dimensão do empoderamento trata-se de um “ato autorreflexivo, que permeia um debate individual sobre “empoderar-se”, isto é, a si mesma, em relação à formação de autonomia e a capacidade de tomar decisões” (SANDENBERG, 2006, p. 6-7). O aparente empoderamento de Catherina, no que diz respeito à autorreflexão, fundamenta-se em seu reconhecimento e afeição por suas origens e seus traços históricos e culturais quando se autodeclara de nação mina, e, juntamente com as(os) demais escravizadas(os), tenta preservar crenças e rituais africanos apesar da repressão colonial. Contudo, é necessário que o empoderamento se insira sobre o âmbito coletivo, buscando transformar as estruturas de subordinação, fortalecer o movimento e/ou viabilizar as vozes daquelas(es) que há muito tempo foram silenciadas pelo processo histórico, sendo este o terceiro estágio de empoderamento do sujeito. Em virtude disto, podemos observar a participação de Catherina como rainha da Irmandade de Nossa Senhora do Rosário como sendo um relevante aspecto caracterizador de sua

notoriedade no arraial de Santa Luzia, “uma vez que as irmandades eram organizações que possuíam extrema importância na tessitura social e visavam à ampliação e fortalecimento da comunidade negra da época” (REIS, 1996, p.4).

Por fim, o empoderamento será a alocação de “poder”, definido por Batliwana (1994 *apud* SANDENBERG, 2006, p.5-6) como “o controle dos recursos naturais, intelectuais e ideológicos, controle esse, vinculado à figura masculina. Nessa perspectiva, é necessário que as mulheres busquem a autonomia financeira, isto é, a busca pelo direito de escolha ou ‘poder para’, poder que independa da figura de terceiros”. Assim, Catherina é considerada “um paradigma do período escravocrata brasileiro” (PAULA, 2017, p. 284) e retrato de resistência feminina, pois se tornou importante figura do arraial de Santa Luzia, no século XVIII, em virtude das riquezas e bens que acumulou durante sua vida.

No entanto, nem mesmo a sua estima foi suficiente para impedir que o forte racismo existente no Brasil a apagasse dos principais autos e a obliterasse da memória da população como símbolo de luta e coragem. Muito embora o silenciamento ao qual Catherina foi submetida impeça que vejamos como um componente imprescindível para a formação de nossas culturas, é possível observar resistência em Catherina a partir da análise de seu testamento que confere uma base histórica sobre a diversidade das mulheres. À vista disto, torna-se essencial resgatar a história de nossa ancestral, essa que modificou a cena racista e escravista de sua época, apesar de ter sido esquecida como muitas outras que vieram após sua morte. Assim como Carolina Maria de Jesus que, apesar de estar ressurgindo, não ocupa lugar de destaque como merece.

3 CAROLINA MARIA DE JESUS: DA FAVELA AO ESTRELATO, DO ESTRELADO AO ANONIMATO, DO ANONIMATO À RESSURREIÇÃO POR MEIO DE NOSSA ESCRITA

Apesar de a palavra empoderamento aparecer constantemente cooptada pelo mercado para que produtos ganhem destaque em uma sociedade cada vez mais alerta às desigualdades de gênero, seu significado está esvaziado (SILVA, 2018). Angela Davis (2017, p. 20) nos diz que “o conceito de empoderamento não é novo para as mulheres afro-americanas. Por quase um século, temos nos organizado em grupos voltados a desenvolver coletivamente estratégias que iluminem o caminho rumo ao poder econômico e político para nós mesmas e para a comunidade”. Essa autora, escritora e ativista, referia-se às mulheres negras estadunidenses, contudo podemos dizer que a história das mulheres negras de toda América é repleta pela busca pelo empoderamento desde que chegamos nesse território, desafiando os estereótipos que nos foram inculcados:

Fizeram de nós [mulheres negras] uma imagem perfeita como responsáveis pelas atividades domésticas, artísticas, servis, considerando-nos “experts no sexo”. É deste modo que se alimentou o preconceito de que a mulher negra só serve para essas ocupações. [...] Um ditado “popular” brasileiro sintetiza esta situação ao afirmar: “branca para casar, mulata para fornicar, negra para trabalhar”. (GONZALEZ, 1988, tradução nossa).⁹

Os estereótipos e imaginário colonial faziam com que para a mulher negra escravizada fosse difícil desvencilhar-se dos grilhões. Por isso a luta de Catherina Fernandes Peres merece ser enaltecida, assim como a luta de Carolina Maria de Jesus, que enfrentava como sua ancestral a tripla opressão: mulher, negra e pobre:

As mulheres negras tiveram uma experiência histórica diferenciada que o discurso clássico sobre a opressão da mulher não abarcou. Assim como tampouco se deu conta da diferença qualitativa que o efeito da opressão sofrida teve e ainda tem na identidade feminina das mulheres negras. Quando falamos do mito da fragilidade feminina que justificou historicamente a proteção paternalista dos homens para com as mulheres, de que mulheres estamos falando?¹⁰ (CARNEIRO, 2005, p. 22).

Certamente não estamos falando de Carolina Maria de Jesus: negra, pobre, moradora da favela do Canindé, em São Paulo, com pouca escolarização formal e, apesar disso, escritora. Carolina se tornou expressiva dentro da literatura brasileira com *Quarto de despejo* em que evidencia a situação precária do lugar em que residia. Apesar do racismo presente naquela época, Carolina se mostrou resistente na escrita de suas obras, enfrentando como consequências o esquecimento e rechaço do restante de suas obras.

Sua obra poderia ser inserida no movimento modernista brasileiro, já que sua literatura faz uma crítica à realidade e às desigualdades sociais em primeira pessoa, trazendo a subjetividade do narrador-protagonista. A autora é de uma posição social não privilegiada, voltando o olhar de sua audiência aos grupos pobres e negros por meio da escrita de alguém com conhecimento de causa. Entretanto, é indispensável afirmar que o machismo e sexismo no âmbito literário agiam de forma contumaz para alijar as autoras da cena literária. O racismo se encarregava de não deixar que escritoras e escritores negros tivessem a mesma sorte de autoras(es) brancas(os). Exemplo mais ilustre para afirmação anterior não há: Lima Barreto. Somente no início do século XXI Lima Barreto foi considerado autor de grande estirpe. Em vida, sua obra foi achincalhada, levada ao ostracismo, sendo descoberta

⁹ Trecho original: “Se nos moldeó una imagen perfecta en todo lo que se refiere a actividades domésticas, artísticas, serviles, se nos consideró ‘expertas en el sexo’. Es de esta manera que se alimentó el prejuicio de que la mujer negra sólo sirve para estos menesteres [...] Un dicho ‘popular’ brasileño sintetiza esta situación, al afirmar: ‘Blanca para casarse, mulata para fornicar, negra para trabajar.’”

¹⁰ Trecho original: “Las mujeres negras tuvieron una experiencia histórica diferenciada que el discurso clásico sobre la opresión de la mujer no ha recogido. Así como tampoco ha dado cuenta de la diferencia cualitativa que el efecto de la opresión sufrida tuvo, y todavía tiene, en la identidad femenina de las mujeres negras. Cuando hablamos del mito de la fragilidad femenina que ha justificado históricamente la protección paternalista de los hombres sobre las mujeres, ¿de qué mujeres se está hablando?”

trinta anos após sua morte (LIMA..., 2016). Com Carolina Maria de Jesus a história ganha outro viés: o sexista.

Nos livros didáticos de Cereja e Magalhães (2010, 2013) usados no ensino médio, o silêncio sobre Carolina Maria de Jesus é estrondoso. Entre os modernistas da primeira fase podemos notar que há apenas um homem negro, Mário de Andrade, em meio a modernistas brancos de classe média e alta. Com apresentação do romance de 30 e da segunda fase do modernismo, há apenas duas mulheres dentre vários escritores brancos de classe média e alta. Essas escritoras eram brancas. Na terceira fase modernista, todos de uma classe social média e alta, brancos e apenas uma mulher, também branca.

No livro didático de Haddad (2013), duas mulheres brancas aparecem em meio ao grande contingente branco e masculino. De dezenove modernistas apresentados nos livros didáticos, apenas quatro são mulheres: Rachel de Queiroz, Cecília Meireles, Clarice Lispector e Lygia Fagundes Telles. São brancas e de uma classe social privilegiada. Mas quais são os motivos para Carolina não estar presente nos livros didáticos e pelo seu apagamento da Literatura Brasileira?

Os motivos são raça, classe social e censura. Apesar do seu vasto reconhecimento com o lançamento de *Quarto de despejo* e suas mais de 10 mil cópias vendidas em uma semana, a obra de Carolina já não está mais em evidência em eventos literários, a não ser em virtude de alguma comemoração fomentada por estudiosas da escritora e coletivos, quase sempre formados por pessoas negras. Não está em peças de teatro, cinema, em letras de música ou na imprensa como outrora, mesmo sendo contemporânea de Jorge Amado e Carlos Drummond de Andrade; tampouco, como os livros didáticos evidenciam, constitui conteúdo de estudo para estudantes do ensino médio.

O livro *Quarto de despejo* de Carolina Maria de Jesus foi lançado em 1960, quatro anos após houve o golpe militar em 1964. Durante a ditadura instalada por esse golpe, a liberdade de organização e de expressão era quase quimérica; as organizações representativas da sociedade foram suprimidas ou sofreram ingerência do governo (DITADURA..., 2009-2019).¹¹ Nas linhas do livro *Quarto de despejo*, havia indagações sobre as formas de governo, pois a favela não era inserida nos sucessivos projetos governamentais, agindo de maneira virulenta contra os pobres: “Quem governa o nosso país é quem tem dinheiro, quem não sabe o que é fome, a dor, e a aflição do pobre. Se a maioria revoltar-se, o que pode fazer a minoria? Eu estou ao lado do pobre, que é o braço. Braço desnutrido.”¹² (JESUS, 1960, p. 34).

A autora relaciona a favela com o quarto de despejo de uma cidade. Com seus escritos, Carolina abriu caminhos para que as pessoas pudessem ter conhecimento do que se passara na época, seja no espaço político e na favela. Em *Quarto de despejo*, Carolina

¹¹ Pode-se considerar uma hipótese de Carolina ser censurada pelo governo, pois, em suas escritas, ela denunciava as realidades que eram presenciadas.

¹² As transcrições dos trechos permanecem com a mesma estrutura apresentada na edição do livro usado neste artigo.

faz fortes críticas à infraestrutura do Canindé, por não haver segurança, por ser permeado de doenças, pelo alcoolismo e pela fome que é definida por Carolina como a escravidão dos tempos modernos:

Eu estava pagando o sapateiro e conversando com um preto que estava lendo um jornal. Ele estava revoltado com um guarda civil que espancou um preto e amarrou numa árvore. O guarda civil é branco. E há certos brancos que transforma preto em bode expiatório. Quem sabe se guarda civil ignora que já foi extinta a escravidão e ainda estamos no regime da chibata? (JESUS, 1960, p. 96).

No auge de sua fama, Carolina foi abraçada pelas elites da época, mas, quando lançado seu livro *Casa da Alvenaria: diário de uma ex-favelada*, em 1961, houve uma dispersão da elite: a figura retratada não despertava tanto interesse, já que havia a revelação da face negativa da classe média (CAROLINA..., 2019). A formação ideológica feminina que busca a atenção da imprensa e do público não traz elementos julgados significativos à época; ao contrário, por sua dura crítica ao *status quo*, é abandonada.

O sexismo coadunado com o racismo jamais passou despercebido pela escritora. Como o Brasil não conseguia se livrar dos resquícios da escravidão, Carolina ainda sofria com as consequências nas suas relações sociais: “Quando eu era menina o meu sonho era ser homem para defender o Brasil, porque eu lia a história do Brasil e ficava sabendo que existia guerra, só lia os nomes masculinos como defensores da pátria então eu dizia para minha mãe: Porque a senhora não faz eu virar homem?” (JESUS, 1960, p. 48).

Em sua época, a representatividade feminina era incipiente, o gênero deixava as mulheres em posição mais vulnerável do que os homens em todas as esferas sociais. Carolina assumiu ações e posições para modificar a condição em que se encontrava, demonstrando orgulho de sua cor, apesar do padrão de beleza estabelecido naquela época e pelos comentários racistas descritos em seu livro:

Esquecendo eles que eu adoro a minha pele negra, e o meu cabelo rustico. Eu até acho o cabelo de negro mais iducado do que o cabelo de branco. Porque o cabelo de preto onde põe fica. É obediente. E o cabelo de branco, é só dar um movimento na cabeça ele já sai do lugar. É indisciplinado. Se é que existe reencarnações, eu quero voltar sempre preta. (JESUS, 1960, p. 58).

Essa citação representa a dimensão psicológica do empoderamento de Carolina (SANDERBERG, 2006), apresentando uma estonteante autoestima e admiração por si própria, mesmo com o padrão de beleza estabelecido em sua época. Vale lembrar que as discussões sobre cabelo crespo que temos hoje na mídia eram inexistentes à época. A autora possuía uma deslumbrante visão crítica da sociedade, colocando-se contra o patriarcado: “O que eu revolto é contra a ganância dos homens que espremem uns aos outros como se espremesse uma laranja.” (JESUS, 1960, p. 41).

Desse modo, Carolina adequa-se à dimensão cognitiva do empoderamento (SANDERBERG, 2006), apresentando uma posição crítica da sociedade em meio à ganância

e aos políticos. A escritora faz uma forte crítica à elite regente da época, a qual não se importava com a favela e quando se importava era para pedir votos. Carolina traçava uma comparação da favela com a cidade, pois quando estava na cidade tinha a impressão de uma sala de visita com seus lustres de cristais e quando estava na favela tinha a impressão de ser um objeto fora de uso, digna de estar em um quarto de despejo:

Às oito e meia da noite eu já estava na favela respirando o odor dos excrementos que mescla com barro podre. Quando estou na cidade tenho a impressão que estou na sala de visita com seus lustres de cristais, seus tapetes de viludos, almofadas de sitim. E quanto estou na favela tenho a impressão que sou um objeto fora de uso, digno de estar num quarto de despejo. (JESUS, 1960, p. 33).

Em vista disso, Carolina coincide com a dimensão política do empoderamento (SANDERBERG, 2006), pois apresentava percepção das desigualdades de poder, mas não obtinha a capacidade de se organizar e se mobilizar. Ainda assim, Carolina adequa-se à dimensão econômica do empoderamento (SANDERBERG, 2006), uma vez que gerava sua renda de maneira independente, sustentando seus filhos a cada dia, como é retratado em seu diário. Todos os dias eram de luta contra a escravidão dos tempos modernos: catava papel, vendia ferros, pois, se não conseguia dinheiro, ficava sem comer e sem vestir: "Tem pessoas que, aos sábados, vão dançar. Eu não danço. Acho bobagem ficar rodando pra aqui, pra ali. Eu já rodo tanto para arranjar dinheiro para comer." (JESUS, 1960, p. 49).

Como única responsável pelo sustento de seus filhos, Carolina não possui o tempo necessário para pensar em diversões. Todavia, Carolina dedica o tempo necessário para deixar registrada a resistência com a qual enfrentou o racismo e a escravidão moderna. Sua escrita é marcada pelo empoderamento que hoje alimenta a vida de jovens mulheres negras, responsáveis, assim como nós, para resgatar sua história.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As perguntas feitas no início deste artigo foram: Catherina e Carolina foram empoderadas em seu tempo? São elas símbolos de resistência? Para responder essas perguntas, é preciso que se busque a história e a verdade. É preciso, por conseguinte, que outras experiências sejam ouvidas para que não incorramos no vício de acreditarmos sempre na primeira versão da história.

Dar voz e vez às ancestrais negras é romper um círculo vicioso de apagamento e silenciamento. Elas não conseguiram, em seu tempo, empoderar outras mulheres já que foram esquecidas e silenciadas. No entanto, por meio de nosso trabalho e de outras jovens, temos acesso ao lado B da história. Ao lado que sempre nos ocultaram, para que acreditássemos que somos inferiores, que não somos seres capazes de criação. Esta é a verdade: somos seres capazes de fazermos tudo o que nos for proposto se nos derem as condições e oportunidades.

Sendo assim, é necessário romper com as barreiras que historicamente foram postas na vida da comunidade negra, em especial das mulheres, visto que o Brasil teve a maior população escravizada de todas as regiões que adotaram o regime escravista (LIBBY; PAIVA, 2005), tornando-se um dos países com maior população de afrodescendentes do mundo. Mesmo com esse contingente de negras e negros, o Brasil não proporcionou à comunidade negra aceitação ou qualquer estima; contrariamente a isso, a população negra foi associada a condutas e posturas ruins, ao trabalho precário¹³ como forma de sobrevivência.

Em meio a esse cenário, a mulher escravizada se destacava praticamente monopolizando o comércio ambulante, o que serve como justificativa para o fato da alforria feminina ser mais comum que a masculina. Além disso, mostra que as mulheres constituíram papel importante na luta pelo fim da escravidão no Brasil. Catherina e Carolina são exemplos que nos dizem que a vida da mulher negra não é fácil. Todavia, à narrativa de dificuldade se sobrepõe a narrativa do que somos capazes de fazer com poucos recursos. Escravizadas em tempos distintos, essas mulheres nos mostraram por meio de suas trajetórias que podemos refletir sobre nosso estar-no-mundo de forma que possamos modificá-lo com nossas ações. As ações apresentadas neste artigo demonstram que estas mulheres foram, sobretudo, senhoras de si mesmas e viveram suas vidas de acordo com suas crenças, desafiando as normas vigentes. Atingem as quatro dimensões do empoderamento em tempo presente, ou seja, elas nos empoderaram, e vaticinamos que o farão em tempos vindouros, já que cada vez mais, nós, jovens, não estaremos satisfeitos com o que nos é dito sobre nossa ancestralidade negra, nos empoderamos por meio deste resgate.

Faz-se necessário refletir sobre o termo empoderamento. Como se vê na sociedade atual, principalmente nas redes sociais, o termo ganhou uma conotação banal que permeia apenas o indivíduo como centro do processo de emancipação, sem abranger as quatro dimensões (SILVA, 2018). O conceito seguiu dois caminhos distintos: por um lado transformou-se em um estudo teórico da concepção de poder, enquanto por outro foi incluso no discurso desenvolvimentista e individualista, distanciando-se de suas conotações mais radicais e empregado de forma indiscriminada. Porém, o empoderamento significa a compreensão do sujeito, bem como a tomada do poder e a influência exercida sobre a esfera do coletivo.

Não há dúvidas que o mundo está retrocedendo e perdendo conhecimentos adquiridos por nossos antepassados. Racismo e sexismo ainda permeiam a literatura, apagando a história dos indivíduos negros também protagonistas no movimento literário. Como iremos, enquanto estudantes do ensino médio, obter conhecimentos das autoras negras se os livros didáticos não nos dão a chance de sentir-nos representados, pois são seletivos, escolhendo em sua maioria homens brancos de classe média alta? Tendo isso em vista, é preciso que tomemos consciência que romper com o silenciamento e apagamento de fatos e personalidades importantes da história afro-brasileira é crucial para a formação da nossa identidade, de costumes e de valores sociais e culturais.

¹³ O trabalho, em um ressalto histórico, era algo indigno.

OS AUTORES

Daniele Santana Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Técnico Integrado em Química – Pibic-EM
daniele.santana2001@gmail.com

Joice Alves Figueiredo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Técnico Integrado em Química – Pivic-EM
alvesjoyce742@gmail.com

Miquéias Pereira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Técnico Integrado em Química - Pivic-EM
miqueiaspereiradasilva123@gmail.com

Paula de Almeida Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Departamento de Áreas Acadêmicas – orientadora
paula.almeida@ifg.edu.br

Jason Hugo de Paula

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Departamento de Áreas Acadêmicas – coorientador
jason.paula@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, Sueli. Ennegrecer al feminismo: La situación de la mujer negra en América Latina desde una perspectiva de género. *Nouvelles Questions Féministes: Feminismos Disidentes em America Latina y en el Caribe*, México, v. 24, n. 24, p.21-26, jul. 2005.

CAROLINA Maria de Jesus. *In: ENCICLOPÉDIA Itaú Cultural de Arte e Cultura Brasileiras*. São Paulo: Itaú Cultural, 2019. Disponível em: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa253139/carolina-maria-de-jesus> Acesso em: 29 maio 2019.

CEREJA, William R.; MAGALHÃES, Thereza C. *Linguagens*: 3º ano. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

CEREJA, William R.; MAGALHÃES, Thereza C. *Linguagens*: 3º ano. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

DAVIS, Angela. *Mulheres, cultura e política*. São Paulo: Boitempo, 2017.

DITADURA Militar no Brasil. *Só História*, Virtuuous Tecnologia da Informação, 2009-2019. Disponível em: <http://www.sohistoria.com.br/ef2/ditadura/> Acesso em: 28 maio 2019.

GONZALEZ, Lélia. Por un feminismo afrolatinoamericano. *Revista Isis Internacional*, Santiago, v. 9, p. 133-141, 1988.

HADDAD, Clara. *Viver, aprender, linguagem e códigos*. ensino médio. São Paulo: Global, 2013.

JESUS, Carolina M. *Quarto de despejo*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1960.

LIBBY, Douglas C.; PAIVA, Eduardo F. *A escravidão no Brasil: relações sociais, acordos e conflitos*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

LIMA Barreto, o gênio tardiamente reconhecido. *Pragmatismo Político*, 5 dez. 2016. Disponível em: <https://www.pragmatismopolitico.com.br/2016/12/lima-barreto-genio-tardiamente-reconhecido.html> Acesso em: 29 maio 2019. Não paginado.

PAULA, Jason H. Escravidão e alforria no Arraial de Santa Luzia: o caso da preta mina Catarina Fernandes Peres. *In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DA PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA: UFG, PUC GOIÁS, UNB e UFG/CATALÃO*, 8., 2015, Goiânia. *Anais [...]*. Goiânia: PUC Goiás, 2015. v. 1, p. 455-464.

PAULA, Jason H. *Entre picadas, estradas e trieiros: os caminhos que levam à Freguesia de Santa Luzia: negociantes, escravidão, família e mestiçagens na Capitania dos Goyazes: 1746-1800*. 2017. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de História, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

PERES, Catherina F. Testamento de Catherina Fernandes Peres. Arquivo Frei Simão Dorvi, livro B. (024), provisões: 1767-1791 (Fundação Frei Simão Darvi, Cidade de Goiás). 1787. Não paginado.

REIS, João J. Identidade e diversidades étnicas nas Irmandade negras no tempo da escravidão. *Tempo*, Rio de Janeiro, v. 2, n.3, p. 7-22, 1996.

SANDERBERG, Cecília M. Conceituando “empoderamento” na perspectiva feminista. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL: TRILHAS DO EMPODERAMENTO DE MULHERES*, 1., 2006, Salvador. *Anais [...]*. Salvador: UFBA, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/6848/1/Conceituando%20Empoderamento%20na%20Perspectiva%20Feminista.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

SHAKUR, Assata. *Assata: an autobiography*. 4. ed. London: Zed Books, 2016.

SILVA, Paula de A. *Gênero, raça, classe e letramento: a resistência de jovens mulheres por meio da fala e da escrita*. 2018. Tese (Doutorado em Letras e Linguística) – Faculdade de Letras, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

VAINFAS, Reinaldo; FARIA, Sheila C.; FERREIRA, Jorge; SANTOS, Georgina. S. *História*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 3.

WERNECK, Jurema. De lalodês y feministas: reflexiones sobre la acción política de las mujeres negras en América Latina y El Caribe. *Nouvelles Questions Féministes: Feminismos Disidentes en America Latina y en el Caribe*, México, v. 24, n. 24, p. 27-40, jul. 2005.

A percepção dos alunos do curso de Bacharelado em Turismo do IFG sobre a cidade de Goiânia e seus atrativos turísticos

Ana Cláudia do Espírito Santo Magno
Solange Aparecida da Silva Santos
Clarinda Aparecida da Silva

Resumo

A formação do Bacharel em Turismo deve agregar conhecimentos relacionados às áreas culturais, históricas, ambientais, antropológicas, do patrimônio histórico e cultural, dentre outros campos que possibilitem aos futuros profissionais implementar a atividade turística em determinada localidade. Todavia, o aprendizado constante depende do próprio aluno, que precisa ter uma abrangência de conteúdo dentro da sua área de atuação. Assim, esse futuro profissional deverá ter um amplo conhecimento do lugar em que vive e que possivelmente atuará no mercado de trabalho. Ele deve, sobretudo, contribuir para que a cidade, seus bens patrimoniais, seus lugares e suas paisagens sejam alvo de atenção e referência tanto pela comunidade local quanto pelos turistas. Nesse sentido, cabe indagar: os alunos dos cursos de Turismo, futuros profissionais dessa área, conhecem o patrimônio e demais atrativos turísticos da capital goiana? Esses estudantes se

relacionam com os bens patrimoniais e de forma pessoal e afetiva? Qual a percepção dos alunos do curso de Bacharelado em Turismo do Câmpus Goiânia do Instituto Federal de Goiás (IFG) sobre a cidade de Goiânia e seus atrativos turísticos? Para responder a essas indagações, utilizamos como procedimentos de investigação o levantamento bibliográfico sobre o tema e a aplicação de questionários aos alunos do referido curso com o objetivo de identificar a percepção desses alunos sobre a cidade de Goiânia, seu patrimônio e seus atrativos turísticos. Os resultados desta pesquisa evidenciam que o olhar dos estudantes do mencionado curso tem pontos em comum com o olhar da mídia turística local. Todavia, de uma forma ou de outra, os alunos têm conhecimento dos atrativos turísticos de Goiânia e, à medida que vão adentrando ao curso, com os conhecimentos que o IFG proporciona, suas percepções vão mudando.

Palavras-chave: Percepção. Goiânia. Atrativos Turísticos. Alunos.

1 INTRODUÇÃO

As cidades são espaços privilegiados com relação à concentração de serviços, símbolos e atrações culturais que possibilitam um maior incremento da oferta e da demanda turística. “Cada cidade é singular, oferece um espetáculo diferenciado, centraliza uma série de possibilidades que criam um grande poder de sedução” (CASTROGIOVANNI, 2001a, p.7-8).

Portanto, devemos pensar a cidade como atração capaz de proporcionar o desfrute e a experiência da interação do visitante com as especificidades do lugar visitado.

A atratividade turística potencial, localizada nos centros urbanos, está centrada no grau de interesse que a paisagem e os serviços urbanos geram na visita. A atratividade turística passa pelo reconhecimento e pela importância atribuída às características da localidade visitada (TAVARES, 2002).

Todavia, conforme destacam Murta e Albano (2005), quando se pensa em desenvolver o turismo em uma determinada localidade, as primeiras ações geralmente são voltadas para os serviços de hospedagem, transporte, alimentação, compras, e pouca atenção é dada ao visitante no que se refere à informação sobre o lugar, seus hábitos, costumes, sua história. Nas palavras de Krippendorf (2000, p. 158), “os habitantes das regiões turísticas mostrariam prudência se tomassem mais consciência de seu próprio valor e se permitissem aos turistas maior acesso às riquezas da própria cultura”.

Portanto, mais do que qualquer outro morador, os profissionais do Turismo precisam sempre criar estratégias que visem despertar o visitante para perceber a cidade e suas características significativas. Cabe a esses profissionais conhecer os atrativos que o local oferece para que possam acrescentar valor à experiência dos visitantes, por meio do fornecimento de informações que realcem a história, as características paisagísticas e culturais do lugar turístico (MURTA; GOODEY, 2005).

Em Goiânia, embora exista um fluxo turístico que justifique uma rede hoteleira e gastronômica relativamente grande e um conjunto de equipamentos de infraestrutura de apoio ao turista, ainda permanece, quando se discute turismo na capital goiana, uma falsa ideia, de certa forma reducionista, de que a cidade não tem atrativo que estimule o turismo. É observável que a capital goiana apresenta muitas características que devem ser destacadas como importantes do ponto de vista do turismo. No entanto, as atratividades da cidade, ainda, não são aproveitadas a contento, ou nem mesmo entendidas e divulgadas como elementos essenciais para a atividade turística. É necessária a efetiva utilização turística da cidade para que determinados objetos urbanos adquiram o caráter de atrativo turístico. Portanto, Goiânia exige a percepção, a valorização e a divulgação de atrativos dignos para a visita.

É indiscutível que, para o desenvolvimento turístico, de forma planejada e organizada, portanto responsável e durável, é de extrema importância não só o conhecimento da situação atual, como também o planejamento futuro da atividade. Nesse sentido, cabe questionar: como enfrentar profissionalmente os desafios do setor turístico sem um conhecimento da realidade atual do lugar turístico, das necessidades dos núcleos receptores e, sobretudo, do seu potencial para o desenvolvimento da atividade turística? Isso posto, é nosso objetivo identificar e analisar a percepção dos alunos do curso de Bacharelado em Turismo¹ do Câmpus Goiânia do Instituto Federal de Goiás (IFG) sobre a cidade de Goiânia e seus atrativos turísticos, conforme a abordagem a seguir.

1 Este artigo discorre especificamente sobre o Curso de Bacharelado em Turismo oferecido pelo Instituto Federal de Goiás/Câmpus Goiânia.

2 OS DESAFIOS DO SETOR TURÍSTICO E O CONHECIMENTO DO LUGAR TURÍSTICO PELOS FUTUROS PROFISSIONAIS DA ÁREA

É irrefutável que compete às instituições de ensino apoiar a possibilidade de crescimento do aluno, trabalhando com questões relevantes para a sua formação, acreditando no seu potencial e apostando no seu desenvolvimento, antes de ele sair para o mercado de trabalho, para que ele desempenhe bem seu papel na sociedade (MESQUITA; SILVA; RIBEIRO, 2009). A formação do Bacharel em Turismo deve agregar conhecimentos relacionados às áreas culturais, históricas, ambientais, antropológicas, ao patrimônio histórico e cultural, dentre outros campos que possibilitem aos futuros profissionais implementar a atividade turística em determinada localidade. Um “fator preponderante na educação em Turismo é o de propiciar ao aluno uma clara percepção da sociedade na qual o curso está inserido e do mercado em que irá atuar, assim como a conscientização de sua responsabilidade social e política” (ANSARAH, 2002, p. 27).

Todavia, o aprendizado e a abrangência de conteúdo dentro da sua área de atuação são construídos, sobretudo, pelo próprio aluno em suas múltiplas relações com o espaço vivenciado cotidianamente, sendo protagonista de seu próprio processo de aprender. É imprescindível que o estudante do curso de Turismo tenha um amplo conhecimento do lugar em que vive e onde possivelmente atuará como profissional. Ele deve, nomeadamente, contribuir para que a cidade, seus bens patrimoniais, seus lugares e suas paisagens sejam alvo de atenção e referência tanto pela comunidade local quanto pelos turistas.

O profissional do Turismo precisa ter pleno conhecimento do destino ofertado para que possa passar informações precisas e verdadeiras. Segundo Silva e Fabris (2007, p. 47), o graduado nos cursos de bacharelado em Turismo deve se apresentar como um profissional atuante no desenvolvimento da sociedade da informação para que possa planejar a tomada de decisões, definir metas, coordenar projetos e atividades, gerenciar pessoas e recursos voltados para a atividade turística.

Analisando o contexto da formação do profissional da área de Turismo, Perciar (2004, p. 5) afirma que:

O turismólogo é o profissional que deve conhecer os aspectos principais do turismo em todos os seus segmentos do ponto de vista técnico e operacional [...]. Cabe a este profissional também, conhecer gestão e leis ambientais; e precisa [...] conhecer o potencial turístico, o patrimônio histórico e cultural de um local ou cidade turística.

Com essas afirmações, percebe-se a importância do conhecimento que um profissional do Turismo precisa ter sobre um destino ofertado ao turista. Ao divulgar a imagem de um destino turístico, esse profissional precisa fazer jus à realidade encontrada para que haja satisfação e fidelização do cliente (GÂNDARA, 2008).

O profissional de Turismo deve produzir e organizar o turismo local visando acolher bem os seus visitantes e lhes proporcionar um ambiente cheio de possibilidades e de trocas

de experiências harmônicas com a paisagem e com os moradores locais. Para tanto, conhecer a cidade é um instrumento para compreender a sua história, a sua cultura, a sua atratividade e, sobretudo, para sentir-se parte do lugar. Dessa forma, as várias disciplinas que compõem a matriz curricular de um curso de Turismo devem proporcionar aos estudantes uma gama de conhecimento voltada para as diversas dimensões da cidade e sua importância no desenvolvimento do setor turístico.

O curso de Bacharelado em Turismo tem como objetivo geral:

Oferecer uma formação geral e específica aos egressos para o exercício da profissão de Turismólogos que lhes assegurem a capacidade de compreender questões relacionadas ao fenômeno turístico no âmbito científico, técnico, econômico, social, cultural, político e ambiental, para assim atuarem no planejamento e na organização de produtos e serviços turísticos em suas diferentes escalas espaciais, sejam elas nas esferas públicas e/ou privadas. (IFG, 2017, p. 11).

Além desse objetivo, “formar profissionais capazes de reconhecer o turismo enquanto fenômeno social, comprometidos com a preservação patrimonial e dos recursos naturais e culturais de destinos turísticos potenciais e dos destinos já estabelecidos” (IFG, 2017, p. 11) também faz parte da proposta do curso. Isso evidencia que o bacharel em Turismo do curso mencionado possui em sua formação profissional, dentre suas competências e habilidades, a capacidade de selecionar e avaliar “informações geográficas, históricas, artísticas, esportivas, recreativas e de entretenimento, folclóricas, artesanais, gastronômicas, religiosas, políticas e outros traços culturais, como diversas formas de manifestação da comunidade humana” (IFG, 2017, p. 11).

Logo, é também uma das preocupações dos docentes formar discentes que tenham a consciência de seu papel como profissionais na prestação de serviços à comunidade goianiense e aos visitantes. Portanto, o olhar desse estudante sobre o potencial paisagístico e sociocultural da cidade de Goiânia é de grande relevância na sua formação acadêmica, baseada em competências que atendam às necessidades e expectativas do consumidor turista.

Essas considerações instigaram-nos a fazer os seguintes questionamentos: os alunos do curso de Bacharelado em Turismo, futuros profissionais dessa área, conhecem o patrimônio e demais atrativos turísticos da capital goiana? Esses estudantes se relacionam com os bens patrimoniais e turísticos de forma pessoal e afetiva? Qual a percepção desses alunos sobre a cidade de Goiânia e seus atrativos turísticos? Para responder a esses questionamentos, construímos um conjunto de estratégias que foram empregadas para gerar dados e subsidiar a discussão, como relata a seção a seguir.

3 TRAJETÓRIAS DA PESQUISA

Para identificar o olhar do futuro profissional do Turismo sobre a cidade de Goiânia, procuramos, inicialmente, aprofundar a base teórico-conceitual. Nesse sentido, realizamos

o levantamento bibliográfico sobre os temas relacionados ao objeto de estudo. Dessa forma, os aspectos teórico-metodológicos utilizados no desenvolvimento desta investigação têm subsídios nas contribuições de Krippendorf (2000), sobre uma nova compreensão das viagens e do lazer; Raymundo (2006), que discute o papel do bacharel em Turismo na sociedade; Silva e Siqueira (2000), que analisam as impressões e expectativas sociais da população local ao realizarem o *city tour* em Juiz de Fora/MG; Ansarah (2002), a qual aborda a formação e a capacitação do profissional em Turismo e Hotelaria; Murta e Albano (2005), as quais tratam dos princípios e técnicas da interpretação e das estratégias utilizadas na sua relação com o turismo; Silva (2012), a respeito da cidade de Goiânia, dentre outros autores que versam sobre paisagem, turismo, patrimônio e sobre Goiânia.

Com base nesses e em outros referenciais teóricos, concebemos as estratégias que nortearam esta investigação, como a pesquisa de campo e o tratamento e a análise dos dados coletados. A pesquisa de campo teve início com a identificação dos atrativos turísticos e patrimoniais de Goiânia. Após essa etapa, elaboramos um questionário como instrumento de pesquisa de campo. Com perguntas abertas e fechadas, o questionário foi aplicado aos alunos de todas as turmas do curso de Bacharelado em Turismo em 2019/1. Esse instrumento de investigação tem como objetivo identificar a percepção dos estudantes sobre a cidade de Goiânia, suas paisagens, seu patrimônio, seus atrativos turísticos.

A pesquisa de campo foi realizada na primeira quinzena do mês de abril de 2019. O Curso de Bacharelado em Turismo é semestral, mas com entrada anual; portanto, no período da pesquisa, os alunos matriculados e pesquisados cursavam respectivamente os períodos 1º, 3º, 5º e 7º. Foram aplicados 56 questionários assim distribuídos: 21 alunos do 1º período; 12 alunos do 3º período; 12 alunos do 5º período e 11 alunos do 7º período. Dentre esses alunos, 15 são do sexo masculino e 41, do sexo feminino. Após o levantamento das informações, retomamos os objetivos do estudo, que foram os roteiros tanto para o processo de análise do material quanto para as interpretações subsequentes. A sistematização e a análise dos dados foram os próximos passos para identificarmos a percepção dos discentes sobre a cidade de Goiânia e seus atrativos turísticos.

3.1. A percepção do aluno do curso de Bacharelado em Turismo sobre a atratividade da cidade de Goiânia

A percepção, segundo Del Rio (1999, p. 3), é um processo de ação mútua entre o indivíduo e o meio em que ele vive, o que se daria através de mecanismos perceptivos como a compreensão e o conhecimento. De certa forma, quando interagimos com o mundo, construímos imagens em nossa mente que são reflexos daquilo que percebemos. Nessa perspectiva de raciocínio, podemos entender que quanto mais interagimos com um determinado espaço, maior é o grau de percepção que adquirimos sobre esse lugar. Para Serrano (2000), “a percepção pode ser descrita como a forma como

vemos o mundo a nossa volta”, o modo segundo o qual o indivíduo constrói a representação e o conhecimento que possui das coisas, pessoas e situações. Tomando como base as considerações desses autores, podemos entender que a percepção é a forma de o indivíduo ver o meio com o qual ele interage. Todavia, cabe considerar que a cultura do indivíduo tem um peso considerável sobre aquilo que ele percebe. Ela – a cultura – influencia o indivíduo a considerar o que é ou não é interessante, ou seja, ela interfere na maneira de o sujeito ver o mundo. Portanto, a percepção é parte integrante da experiência dos indivíduos com os lugares e, sobretudo, com as diversas formas de absorver esses lugares: sensações, informações, usos.

Por essa via, é relevante compreender a percepção do aluno do curso de Turismo sobre o local que ele vive, absorve, interage, constrói significados e, possivelmente, percebe como lugar com potencial e estrutura para acolher de forma agradável o visitante, um provável cliente.

Para a maioria dos alunos do curso de Bacharelado em Turismo, os principais atrativos de Goiânia são principalmente os *parques* e os *shoppings*, conforme evidencia a Tabela 1.

Tabela 1 – Principais atrativos de Goiânia segundo o olhar dos alunos do curso de Bacharelado em Turismo

Atrativos	Alunos				
	1º Período	3º Período	5º Período	7º Período	Total
Centro Cultural Oscar Niemeyer	3	3	1	6	13
Shoppings	9	6	6	11	32
Teatros	7	3	-	1	11
Feiras	7	11	6	6	30
Mercados	4	4	3	7	18
Parques	22	10	11	11	54
Zoológico	3	2	-	2	7
Art Déco	1	2	2	11	16
Beco da Codorna	7	1	1	4	13
Boates	1	1	5	3	10
Praças	5	-	7	11	23
Festival Vila Mix	-	4	3	2	9
Centro Cultural Cora Coralina	-	3	-	4	7
Bares	-	2	4	5	11
Restaurantes	-	1	-	11	12
Estádios	-	-	-	4	4
Negócios	-	-	2	-	2

Fonte: Elaborada pelas autoras com base na pesquisa de campo realizada em 8/4/2019.

Essas respostas evidenciam uma percepção repleta de valores e imagens atreladas ao turismo e aqueles locais divulgados pela mídia. Esse olhar provavelmente é um reflexo das formas de utilização dos atrativos pela atividade turística.

No sentido de compreender se existem outros atrativos em potencial, mas que não são divulgados pela mídia turística, indagamos os pesquisados a respeito do que eles consideram elementos de atratividade da cidade. Para esses alunos, as atrações específicas de Goiânia são principalmente aquelas ligadas às compras, como as feiras e os polos de compras. Destacam também o Festival Vila Mix. Observamos que os atrativos não convencionais, as festas tradicionais e religiosas e outros elementos da cultura popular não se sobressaem segundo o olhar dos alunos. Poucos objetos culturais, exceto a *art déco*, são vistos como elementos específicos de atratividade de Goiânia.

Embora os pesquisados considerem a *art déco* como um elemento de atratividade da cidade, determinados edifícios tombados como patrimônio arquitetônico *art déco*, como o Teatro Goiânia, a Estação Ferroviária e o Grande Hotel, não são ou pouco são vistos isoladamente como parte da atratividade da capital (Tabela 2). Isso ocorre possivelmente porque o conjunto arquitetônico *art déco* é usado pela mídia como objeto de “discurso simbólico” para criar uma imagem da cidade, o que provavelmente influencia o olhar dos moradores, nesse caso, dos alunos do curso de Turismo.

Tabela 2 – Atrativos de Goiânia que os alunos consideram específicos da cidade

Atrativos	Alunos				Total
	1º Período	3º Período	5º período	7º Período	
Bares	-	3	1	-	4
Zoológico	-	2	-	-	2
Polo de compras (Rua 44)	3	4	3	3	13
C. C. Oscar Niemeyer	-	1	-	-	01
Parques	5	1	3	2	11
Viaduto da Rua 85	1	1	-	-	2
Feiras	6	4	4	6	20
Pecuária de Goiânia	-	3	-	-	3
Festival Vila Mix	5	1	1	3	10
Festival Cerrado Mix	-	1	-	-	1
Festival Bananada	-	1	4	-	5
Teatros	1	1	-	-	2
Centro da cidade/Coreto	2	-	3	1	6
Torre do Relógio	1	-	2	0	3
Arquitetura Art Déco	7	-	3	3	13
Estação Ferroviária	0	-	1	0	1
Culinária Goiana	1	-	2	1	4
Mercados	1	-	1	0	2
Festival Vaca Amarela	-	1	3	-	4
Exposição Agropecuária	1	-	-	-	1

Fonte: Elaborada pelas autoras com base na pesquisa de campo realizada em 8/4/2019.

É por meio da ligação com os lugares que ocorre o processo de identificação dos indivíduos com a cidade. Os atrativos e lugares mais visitados pelos alunos são principalmente os shoppings, os parques, os mercados e as feiras. Observamos que, embora o Festival Vila Mix seja destacado por vários alunos como uma atração da cidade, apenas 3 deles costumam frequentar esse evento. Outros lugares, como teatro, estádio e eventos culturais, são também não frequentados ou pouco frequentados pelos alunos, conforme expressa a Tabela 3. Verificamos que, basicamente, os mesmos lugares que os alunos frequentam/visitam são os que eles consideram como elementos de atratividade de Goiânia. Portanto, é necessário conhecer a cidade para divulgá-la como um produto turístico.

Conhecer implica usar, visitar, frequentar, sobretudo descobrir a cidade. Isso é primordial aos futuros profissionais do Turismo. Segundo Gastal (2001, p. 40), “as cidades estão consolidando sua posição como produtos culturais e turísticos importantes; conhecê-las continuará sendo as inspirações de muitos viajantes [...]. Para aqueles que atuam como planejadores ou gestores turísticos, considerar esse cenário será fundamental.”

Tabela 3 – Atrativos de Goiânia visitados pelos alunos do curso de Bacharelado em Turismo

Atrativos	Alunos				Total
	1º Período	3º Período	5º Período	7º Período	
Shoppings	19	10	12	12	53
Parques	16	10	11	12	49
Mercados	13	7	11	7	38
Feiras	11	11	11	11	44
Polo de compras (Rua 44)	14	11	9	8	42
Museus	7	4	7	6	24
Praças	10	-	7	8	25
Art Déco	4	2	7	6	19
Teatros	-	3	-	-	3
Estádios	-	1	-	-	1
Festival Vila Mix	-	-	1	2	3
Boates	-	-	1	-	1
Bares	-	-	1	-	1
Outros	7	-	-	-	7

Fonte: Elaborada pelas autoras com base na pesquisa de campo realizada em 8/4/2019.

Entre os lugares/atrativos de Goiânia que os alunos conhecem, os que mais chamam a atenção deles são os parques, o polo de compras, as feiras e o Centro Cultural Oscar Niemeyer. Esses dados podem ser confirmados na Tabela 4. Quando perguntado aos pesquisados qual o motivo desses atrativos visitados terem-lhes chamados mais a atenção, as principais respostas dadas foram: quanto aos parques, por suas belezas naturais e muito

verde, e também por serem locais onde as pessoas podem se reunir para um momento de lazer em família e podem descansar contemplando a natureza; em relação ao polo de compras e às feiras, são lugares com produtos diversificados e preços acessíveis; em referência ao Centro Cultural Oscar Niemeyer, por sua beleza arquitetônica.

Tabela 4 – Atrativos de Goiânia que mais chamam a atenção dos alunos

Atrativos	Alunos				Total
	1º Período	3º Período	5º Período	7º Período	
Mercados	5	2	1	3	11
Estádios	2	2	-	-	04
Parques	16	2	3	6	27
Polo de Compras (Rua 44)	12	4	1	5	22
Centro Cultural Oscar Niemeyer	12	1	-	8	21
Teatros	6	1	-	5	12
Beco da Codorna	-	-	2	2	04
Art Déco	10	-	2	7	19
Feiras	14	-	1	5	20
Culinária	7	-	2	4	13

Fonte: Elaborada pelas autoras com base na pesquisa de campo realizada em 8/4/2019.

Os lugares de Goiânia que os alunos indicariam para o turista visitar são os mesmos destacados pela mídia turística, principalmente aqueles atrativos ligados ao setor de compras, como os *shoppings* e o polo de compras da Rua 44 (Tabela 5). Nota-se um olhar ainda tímido sobre outras singularidades do espaço urbano vinculadas à história e à cultura da cidade. Isso evidencia que o profissional do Turismo, além da competência técnica, precisa também do conhecimento locacional. Somente com essa bagagem de conhecimento é possível despertar no turista a sensibilidade para diferentes leituras da cidade (CASTROGIOVANNI, 2001b).

Tabela 5 – Lugares de Goiânia que os alunos indicariam para os turistas visitarem

Lugares	Alunos				Total
	1º Período	3º Período	5º Período	7º Período	
Mercados	7	2	2	5	16
Polo de compras (Rua 44)	13	4	-	3	20
Shoppings	15	3	1	8	27
Teatros	4	4	1	5	14
Bares	3	3	1	1	08
Restaurantes	2	2	-	-	04

Lugares	Alunos				Total
	1º Período	3º Período	5º Período	7º Período	
Parques	5	5	6	6	22
Art Déco	1	1	-	-	02
Centro Cultural Oscar Niemeyer	1	1	1	1	04
Feiras	3	3	3	3	12
Museus	2	2	2	2	08
Beco da Codorna	1	1	1	1	04
Praças	3	-	2	2	07

Fonte: Elaborada pelas autoras com base na pesquisa de campo realizada em 8/4/2019.

Segundo os pesquisados os *shoppings* são mais indicados por questão de segurança. Os turistas podem usufruir de tudo que os *shoppings* oferecem de forma segura; no que se refere ao polo de compras, pela diversidade de produtos e preços acessíveis.

Procuramos ainda identificar se havia na cidade algum lugar que os alunos não indicariam para os turistas visitarem. Sobressaem nas respostas o setor central da cidade, o Parque Mutirama, o Zoológico, o Festival Vila Mix e o polo de compras da Rua 44. É interessante observar que, ao mesmo tempo que o polo de modas aparece entre os atrativos mais indicados para os turistas visitarem, também figura como local não recomendado por outros. As justificativas para não indicarem esses lugares foram: a falta de organização de alguns locais, como o polo de compras; o abandono do Zoológico e do Parque Mutirama; os preços elevados dos produtos oferecidos pelos *shoppings* e a falta de segurança do centro da cidade.

Questionados ainda sobre como eles avaliam a expressão “Goiânia não tem atrativo turístico, só tem bar”, expressão muitas vezes utilizada pelos próprios moradores locais e que mostra desconhecimento dos atrativos da cidade. Os alunos do 3º e 5º períodos acreditam que isso ocorre por falta de informação da população local; essa falta de informação é derivada da má divulgação do turismo em Goiânia, de modo que isso acaba se tornando um senso comum. Tendo em vista que a cidade realmente é “recheada” de muitos bares e o *marketing* nesse segmento não deixa a desejar, os atrativos turísticos da cidade acabam ficando à sombra.

A solução sugerida é que as autoridades responsáveis pelos atrativos turísticos da cidade zelem pelo patrimônio da cidade, divulgando-o de uma forma a tirá-lo da sombra em que se encontra. Pois só assim Goiânia terá o seu valor turístico reconhecido por todos. Os alunos do 1º e 7º períodos discordam da expressão “Goiânia não tem atrativo turístico, só tem bar”. Assim como os estudantes do 3º e 5º períodos, eles acreditam que falta uma gestão pública que trabalhe com mais responsabilidade e que tenha maior preocupação em cuidar da cidade e fazer um *marketing* de divulgação tanto para os moradores locais

quanto para os turistas que vêm visitar a capital. Na opinião deles, essas políticas públicas do turismo e uma gestão de qualidade farão a diferença para melhorar os atrativos da cidade. Os bares fazem parte dos atrativos da cidade, mas não são os únicos; existem outros também.

4 CONCLUSÃO

Após a análise dos questionários, correlacionando seus resultados com as óticas de relevantes autores deste campo de conhecimento, foi possível observar que o olhar dos estudantes do curso de Bacharelado em Turismo do Câmpus Goiânia do IFG tem pontos em comum com o olhar da mídia turística local. Isso se torna perceptível quando as repostas dadas às questões sobre os atrativos turísticos indicam os mesmos locais que comumente aparecem na mídia especializada.

Percebe-se que a relação dos alunos de Turismo da Instituição com a cidade de Goiânia e seus atrativos ainda soa de forma tímida. Na abordagem feita sobre atrativos conhecidos, destacados e visitados que eles indicariam e que não indicariam para o turista, nota-se um senso comum e até mesmo pouco conhecimento para que fossem obtidas repostas diferenciadas.

Quando os alunos entram no Curso de Bacharelado em Turismo do IFG, é possível perceber que o conhecimento que eles possuem da cidade de Goiânia e seus atrativos correspondem à falsa ideia de que em Goiânia não existem atrativos relevantes para o turismo. No momento em que eles começam a adentrar ao curso, sua percepção vai mudando. Observamos nas repostas coletadas que, de uma forma ou de outra, os alunos têm conhecimento dos atrativos turísticos de Goiânia e o que realmente falta é a valorização, o cuidar bem e a divulgação correta, ações que as autoridades competentes não realizam em benefício dos atrativos turísticos da cidade de Goiânia.

OS AUTORES

Ana Cláudia do Espírito Santo Magno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Goiânia/Bacharelado em Turismo – Pibic
acesmagno@gmail.com

Solange Aparecida da Silva Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Goiânia/Bacharelado em Turismo – Pibic
solguiaturismo@gmail.com

Clarinda Aparecida da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas I
clarinda.silva@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

- ANSARAH, Marília G. dos R. *Formação e capacitação do profissional em turismo e hotelaria*. São Paulo: Aleph, 2002.
- CASTROGIOVANNI, Antônio C. Apresentação. *In*: CASTROGIOVANNI, Antônio C. *Turismo urbano*. São Paulo: Contexto, 2001a. p. 7-8.
- CASTROGIOVANNI, Antônio C. Turismo e a ordenação do espaço urbano. *In*: CASTROGIOVANNI, Antônio C. (org.). *Turismo urbano*. São Paulo: Contexto, 2001b. p. 23-32.
- DEL RIO, Vicente. Cidade da mente, cidade real: percepção ambiental e revitalização na área portuária do RJ. *In*: DEL RIO, Vicente; OLIVEIRA, Lívia de (org.). *Percepção ambiental: a experiência brasileira*. São Paulo: Studio Nobel, 1999.
- GÂNDARA, José M. G. A imagem dos destinos turísticos urbanos. *Revista Eletrônica Turismo Cultural*, São Paulo, edição especial, 2008.
- GASTAL, Susana. O produto cidade: caminhos de cultura, caminhos de turismo. *In*: CASTROGIOVANNI, Antônio C. *Turismo urbano*. São Paulo: Contexto, 2001. p. 33-42.
- IFG (Instituto Federal de Goiás). Câmpus Goiânia. *Projeto pedagógico do curso de Bacharelado em Turismo*. Goiânia: IFG, 2017.
- KRIPPENDORF, Jost. *Sociologia do turismo: para uma nova compreensão do lazer e das viagens*. São Paulo: Aleph, 2000.
- MESQUITA, Bernadete N.; SILVA, Jersone T.; RIBEIRO, Andréa L. O papel do professor na formação do bacharel em Turismo: um estudo de caso. *Educação em Foco*, Belo Horizonte, ano 12, n. 14, p. 41-65, dez. 2009.
- MURTA, Stela M.; ALBANO, Celina. *Interpretar o patrimônio: um exercício do olhar*. (org.). Belo Horizonte: Ed. UFMG: Território Brasilis, 2005.
- MURTA, Stela M.; GOODEY, Brian. Intepretação do patrimônio para visitantes: um quadro conceitual. *In*: MURTA, Stela M.; ALBANO, Celina. *Interpretar o patrimônio: um exercício do olhar* (org.). Belo Horizonte: Ed. UFMG: Território Brasilis, 2005. p. 13-46.
- PECIAR, Paola L. R. A educação ambiental na formação acadêmica dos turismólogos: um caminho para um turismo sustentável. *In*: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL, 2., 2004, Caxias do Sul. *Anais [...]*. Caxias do Sul: UCS, 2004. p. 1-9.
- RAYMUNDO, Edelmira de A. *O papel do bacharel em turismo na sociedade*. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Turismo) – Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2006.

SERRANO, Daniel P. Percepção e processo de compra. *Portal do Marketing*, 8 set. 2000. Disponível em: <http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos/Percepcao.htm> Acesso em: 5 maio 2018. Não paginado.

SILVA, Aline I. da; SIQUEIRA, Euler D. de. Fazer turismo em sua própria cidade: notas para uma antropologia do city tour do projeto “Viver Juiz de Fora – descubra esta cidade”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 31., 2008, Natal. *Anais [...]*. São Paulo: Intercom, 2008. Disponível em: <http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2008/resumos/R3-0706-1.pdf>. Acesso em: 5 maio 2018.

SILVA, Clarinda A. *Goiânia(s): representações sociais e identidades*. 2012. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SILVA, Fabiano C. C.; FABRIS, Cristine. A atuação do turismólogo na sociedade da informação. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v.5, n. 1, p 40-54, jul./dez. 2007.

TAVARES, Adriana de M. *City tour*. São Paulo: Aleph, 2002.

A influência da sinalização turística de Goiânia no deslocamento de turistas e moradores locais no espaço urbano e no conhecimento dos atrativos turísticos da cidade

Anderson Rodrigues Sobrinho
Rosana Nogueira de Oliveira
Clarinda Aparecida da Silva

Resumo

O objetivo deste artigo é analisar a sinalização turística na cidade de Goiânia e verificar sua importância e contribuição para a locomoção dos turistas e/ou moradores locais aos destinos turísticos da cidade. Utilizando o Guia Brasileiro de Sinalização Turística (BRASIL, 2001) como ferramenta de análise, é possível uma maior compreensão sobre a importância desse tipo de sinalização. Os trabalhos de Nogueira (2012), Silva e Melo (2012) e Goodey (2005) também subsidiaram este estudo. Assim, com base nesses e em outros autores, concebemos as estratégias que nortearam a investigação. A pesquisa de campo teve início com a identificação dos atrativos turísticos e o registro das condições básicas da sinalização de atrativos turísticos da região central de Goiânia, onde se concentra o maior número de placas de sinalização

turística. Posteriormente, foram aplicados aos turistas e aos moradores locais um questionário com o objetivo de identificar a utilidade da sinalização turística para moradores e visitantes da cidade de Goiânia e se essa sinalização contribuiu com esses usuários no deslocamento pela cidade. Foram aplicados 31 questionários a turistas e 73 a moradores da capital goiana. Os resultados dessa investigação permitiram-nos identificar que a sinalização turística e indicativa é pouco utilizada pelos moradores e turistas. Esses resultados mostram também que Goiânia, especialmente sua Região Central, é contemplada com placas de sinalização turística, porém, o guiamento por meio dessas placas é geralmente insuficiente devido à falta de informação legível e visível no próprio atrativo.

Palavras-chave: Goiânia. Sinalização turística. Turistas. Moradores.

1 INTRODUÇÃO

A sinalização turística, além de fazer parte da infraestrutura básica de uma cidade/município, é um instrumento para bem receber e acolher a todos, principalmente os turistas. A sua finalidade é informar sobre as necessidades básicas para a mobilidade em áreas desconhecidas, demonstrando também os atrativos daquela localidade. A sinalização de orientação turística contribui para a difusão do conhecimento dos atrativos e para o desenvolvimento da atividade turística, sendo de grande importância, pois tem função

educativa e indicativa, além de dinamizar o setor turístico e integrar o turista com a paisagem visitada.

Na cidade de Goiânia, a atividade turística vem assumindo um papel proeminente na economia, consolidando-se como uma atividade econômica e social significativa. A organização de congressos, simpósios, fóruns e a existência de polos confeccionistas, de várias feiras livres especializadas em confecções, calçados, acessórios etc. validam a existência do turismo de eventos e negócios¹ na capital goiana (SILVA, 2012). A sinalização turística, nesse caso, é um instrumento fundamental para que as pessoas possam se orientar e se locomover com mais facilidade no espaço urbano e encontrar os locais de interesse turístico. “As indicações das atrações turísticas são fundamentais para promover roteiros e conscientizar a comunidade” (BARRETO FILHO, 2001, p. 65).

Essas considerações instigam-nos a algumas indagações: a cidade de Goiânia possui uma sinalização turística adequada ao atendimento aos visitantes e moradores do município? Há em Goiânia uma sinalização turística e indicativa que atenda satisfatoriamente à comunidade local? A busca por respostas a essas indagações levou-nos a investigar a influência da sinalização turística de Goiânia no deslocamento de turistas e moradores locais no espaço urbano e no conhecimento dos atrativos turísticos da cidade.

Como resultado deste estudo, abordamos inicialmente algumas reflexões a respeito dos princípios e da importância da sinalização turística e a situação atual da sinalização turística de Goiânia. Posteriormente, com base em pesquisa de campo, verificamos a influência da sinalização turística de Goiânia para a locomoção dos turistas e moradores locais.

2 PRINCÍPIOS, FINALIDADE E IMPORTÂNCIA DA SINALIZAÇÃO TURÍSTICA

De acordo com o *Guia brasileiro de sinalização turística*, a sinalização de orientação turística é:

a comunicação efetuada por meio de um conjunto de placas de sinalização, implantadas sucessivamente ao longo de um trajeto estabelecido, com mensagens escritas ordenadas, pictogramas e setas direcionais. Esse conjunto é utilizado para informar os usuários sobre a existência de atrativos turísticos e de outros referenciais, sobre os melhores percursos de acesso e, ao longo destes, a distância a ser percorrida para se chegar ao local pretendido. (BRASIL, 2001).

Uma sinalização com orientação de boa qualidade, clara, bem posicionada e de fácil entendimento por parte dos visitantes e de acordo com a legislação vigente é aspecto

¹ O Ministério do Turismo denomina o “turismo de negócios e eventos” como um único segmento em decorrência da abrangência que as temáticas eventos e negócios abarcam no campo turístico, embora esses segmentos possam ser tratados de forma independente.

fundamental para o sucesso de um programa de incentivo ao turismo, sem mencionar que a padronização dos sinais é necessária para se estabelecer uma melhor comunicação entre emissor e receptor.

A viagem em massa estimulou o aparecimento da sinalização em toda parte praticamente ao mesmo tempo, tanto na classificação das estradas quanto nas instalações turísticas (hotéis, restaurantes etc.). Visando a padronização, a Organização das Nações Unidas (ONU) aprova, em 1968, a Convenção de Viena sobre Tráfego Rodoviário e a Convenção de Signos e Sinais Rodoviários. As normas dispostas têm como função padronizar as regras de trânsito dos países signatários e servem de base para a legislação de cada um dos 72 países subscritores desses documentos. A sinalização é um dos princípios tratados nessa convenção. Para estimular a uniformização do sistema de sinalização rodoviária nos Estados membros, foi elaborado, em 1º de maio de 1971, o Acordo Europeu de Sinalização Rodoviária, documento que complementa a Convenção de Viena sobre Tráfego Rodoviário. O Acordo Europeu contém cláusulas sobre sinais que indicam atrativos turísticos e aqueles que fornecem direção para o turismo (OMT, 2003).

No caso do Brasil, os responsáveis pelas primeiras iniciativas de sinalização com informações turísticas foram o Conselho Nacional de Trânsito (Contran) e o Departamento Nacional de Trânsito (Denatran). Essas iniciativas se deram a partir do fim da década de 1980 e ajudaram a sistematizar a sinalização no território nacional (OMT, 2003). Em 2001, foi lançado pela então Empresa Brasileira de Turismo (Embratur), autarquia ligada ao Ministério do Turismo (MTUR), juntamente com o Denatran e o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), o *Guia Brasileiro de Sinalização Turística* (GBST), que tem como objetivo “orientar os estados e os municípios quanto à forma de sinalização adequada para identificar destinos, locais e atrativos de interesse turístico, resguardando-se a diversidade cultural do país”. Esse guia “padroniza e estabelece pictogramas desenvolvidos de acordo com padrões e recomendações internacionais” (BRASIL, 2001).

Pelo fato de a sinalização de orientação turística fazer parte do conjunto de sinalização de indicação de trânsito, ela deve seguir os princípios e objetivos fundamentais dos usuários do sistema viário. É necessário que as placas de sinalização sejam implantadas visando assegurar a aplicação dos objetivos e princípios básicos do GBST, conforme evidencia o Quadro 1.

Quadro 1 – Objetivos e princípios básicos da sinalização turística

Princípios	Objetivos
Legalidade	Cumprir o estabelecido no Código de Trânsito Brasileiro – CTB e nas resoluções do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN; cumprir a legislação de preservação de sítios tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN e protegidos pela Lei de Arqueologia.
Padronização	Seguir um padrão preestabelecido quanto a: formas e cores dos sinais; letras, tarjas, setas e pictogramas; aplicação – situações idênticas sinalizadas da mesma forma; colocação na via ou nas localidades.

Princípios	Objetivos
<i>Visibilidade, legibilidade e segurança</i>	Ser visualizada e lida a uma distância que permita segurança e tempo hábil para a tomada de decisão, de forma a evitar hesitação e manobras bruscas; selecionar trajetos de fácil compreensão para os usuários, com o objetivo de valorizar os aspectos de interesse cultural e turístico, levando em conta a segurança do trânsito; garantir a integridade dos monumentos destacados e impedir que a sinalização interfira em sua visualização; resguardar as peculiaridades dos sítios.
<i>Suficiência</i>	Oferecer as mensagens necessárias a fim de atender os deslocamentos dos usuários; auxiliar a adaptação dos usuários às diversas situações viárias.
<i>Continuidade e Coerência</i>	Assegurar a continuidade das mensagens até atingir o destino pretendido, mantendo coerência nas informações; ordenar a cadência das mensagens, para garantir precisão e confiabilidade.
<i>Atualidade e valorização</i>	Acompanhar a dinâmica dos meios urbano e rural, adequando a sinalização a cada nova realidade; assegurar a valorização da sinalização, mantendo-a atualizada e buscando evitar gerar desinformações sucessivas.
<i>Manutenção e conservação</i>	Estar sempre conservada, limpa, bem fixada e, quando for o caso, corretamente iluminada. Seguindo esses princípios, antes de iniciar a implantação das placas de sinalização, deve ser realizado na localidade o levantamento dos atrativos turísticos existentes, bem como as condições que oferecem para o recebimento de visitantes, em suma, trata da acessibilidade do local. O guia também orienta que, após esta etapa, o próximo passo a ser feito seja uma análise detalhada da distribuição dos atrativos na área a ser sinalizada, buscando identificar se há concentração, dispersão ou ambos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2001).

Segundo o GBST, a finalidade da sinalização é orientar os usuários, auxiliando-os a atingir os destinos pretendidos, garantindo o acesso fácil às informações sobre quaisquer atrativos turísticos e contribuindo para o conhecimento do potencial turístico do lugar visitado (BRASIL, 2001). Para os turistas, a sinalização é essencial, pois além de serem orientados sobre a indicação de trânsito, eles necessitam especificamente da sinalização de orientação turística. Portanto, a sinalização turística é de vital interesse, considerando que, na maioria das vezes, os turistas se encontram em locais não habituais e requerem informações que lhes permitam deslocar-se, identificar e interpretar a cidade e seus atrativos turísticos, de forma a conhecê-los. As informações necessárias podem ser adquiridas através de postos de informações turísticas, recepções de hotéis, mapas, guias turísticos etc. Porém, é no momento do deslocar-se que aparecem as dúvidas e as dificuldades.

A sinalização turística é, portanto, fator relevante no desenvolvimento do turismo, pois proporciona aos turistas segurança na realização dos seus deslocamentos durante a permanência nos locais visitados, facilitando o acesso aos principais atrativos turísticos, à infraestrutura e aos serviços básicos. Além disso, ela contextualiza os visitantes à história do local.

3 SITUAÇÃO ATUAL DA SINALIZAÇÃO TURÍSTICA DE GOIÂNIA

A capital goiana vem ganhando destaque na área do turismo por sediar inúmeros eventos realizados no decorrer de todo o ano e possuir um considerável polo confeccionista, que atrai turistas de diversos locais do país. Goiânia possui também um acervo arquitetônico *art déco*, parques e bosques, uma boa gastronomia e diversas feiras, sendo a principal delas a Feira *Hippie*, considerada a maior feira a céu aberto da América Latina. Além desses aspectos, a infraestrutura básica é um elemento indispensável para receber os visitantes e para obter êxito na atividade turística. A sinalização turística, por exemplo, é um meio de comunicação imprescindível entre a cidade e o turista, e também o morador, que necessita de segurança e condições de mobilidade no espaço.

No sentido de viabilizar a sinalização turística de Goiânia, de acordo com o Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável (GOIÂNIA, 2010), 91 placas de sinalização turística foram instaladas em 2010 na capital goiana e estava prevista a implantação de mais 52 placas pela então Secretaria Municipal de Turismo e Desenvolvimento Econômico de Goiânia (Seturde), com apoio técnico da Agência Municipal de Trânsito (AMT) e com recursos do Ministério do Turismo (MTUR). Em 2013, segundo o MTUR, a capital goiana foi contemplada com um milhão de reais. Esses recursos “atendem a necessidade de melhorar o nível de informação prestada ao turista nacional e internacional, que têm colocado a sinalização entre os itens com as menores avaliações positivas, de acordo com pesquisas realizadas pelo Ministério” (BRASIL, 2013).

Nos anos de 2015 e 2016, a Agência Municipal de Turismo, Eventos e Lazer (Agetul), por meio de convênio com o Programa de Aceleração de Crescimento (PAC) do MTUR, confeccionou e instalou 209 placas de sinalização turística na capital, conforme informou a Diretoria de Promoção e Incentivo ao Turismo da Agetul. De acordo com essa diretoria, a malha viária recebeu 109 placas com modelo urbano de sinalização e orientação turística, das quais 50 são direcionais para pedestres no centro da capital. Elas têm a função de contribuir para que o cidadão goianiense e o turista possam se orientar, conhecer e aproveitar os atrativos locais. Outras 50 sinalizam os principais atrativos turísticos e culturais de Goiânia e proporcionam ao visitante um resumo histórico e patrimonial do respectivo atrativo (AGETUL, 2018).

Conforme notícia publicada pela Prefeitura de Goiânia, em 2017, a AGETUL implantou o primeiro canal digital de promoção turística, com o lançamento de “seis roteiros diferentes: Sabores da Terra, Feiras e Compras, Parques, Arquitetura no Centro, Monumentos e Goiânia Alternativa” (GOIÂNIA, 2018). Na mesma notícia, destacou-se que, objetivando melhorar a infraestrutura turística da cidade, a prefeitura investiria R\$ 1 milhão em sinalização voltada ao turismo. O termo de compromisso para a aplicação dos recursos, que viria do MTUR, foi assinado durante o ano de 2017 (GOIÂNIA, 2018).

Apresentados os investimentos e os programas que poderiam mudar a cara da sinalização turística de Goiânia, indagamos: a sinalização turística de Goiânia orienta os turistas e os moradores locais no deslocamento no espaço urbano e os leva a conhecer os

atrativos que a cidade oferece? Para responder a esses e outros questionamentos, construímos um conjunto de estratégias que foram empregadas para gerar dados e subsidiar a discussão, como relata o item a seguir.

4 OS CAMINHOS DA PESQUISA

Com vista a conceituar e esclarecer os principais temas relacionados à pesquisa e o estudo dos procedimentos adotados pelo GBST para a implantação da sinalização turística, o levantamento bibliográfico foi o primeiro passo para o desenvolvimento deste estudo. Dessa forma, os aspectos teórico-metodológicos utilizados no desenvolvimento desta investigação têm subsídios nas contribuições do GBST (BRASIL, 2001), o qual estabelece os princípios, os objetivos e as orientações para os projetos de sinalização turística; em Nogueira (2012), que aborda a sinalização turística existente nos atrativos da cidade de Dourado/MS; em Silva e Melo (2012), que fazem uma análise da contribuição da sinalização turística para o desenvolvimento do turismo na cidade de Parnaíba/PI; nos estudos de Goodey (2005) sobre sinalização interpretativa; e em Pinho (2008), a respeito da influência da sinalização de orientação turística de Belo Horizonte/MG na percepção dos turistas. Assim, com base nesses e em outros autores, concebemos as estratégias que nortearam esta investigação.

A pesquisa de campo teve início com a identificação dos atrativos turísticos e o registro das condições básicas da sinalização de atrativos turísticos da região central de Goiânia. Conforme mapa da Diretoria de Promoção e Incentivo ao Turismo da Agetul (2018), essa área concentra o maior número de placas de sinalização turística na capital.

Após essa etapa, elaboramos o questionário como instrumento de coleta de dados. Foram elaborados dois modelos de questionário: um destinado aos visitantes à cidade de Goiânia, e o outro, aos moradores. Esses questionários, com perguntas abertas e fechadas, tiveram como objetivo identificar a utilidade da sinalização turística para moradores e visitantes à cidade de Goiânia e se essa sinalização contribuiu com esses usuários no deslocamento pela cidade. No período de novembro de 2018 a 31 de junho de 2019, foram aplicados 104 questionários, sendo 31 aos turistas e 73 aos moradores locais. Posteriormente, a sistematização e análise dos dados levantados em campo possibilitou-nos as considerações a seguir.

5 CONDIÇÕES DA SINALIZAÇÃO DA REGIÃO CENTRAL DE GOIÂNIA

Nesta fase da pesquisa, com base nas informações contidas no GBST, foi realizada uma análise das placas de sinalização de Goiânia, quer sejam elas de cunho turístico ou não. Quando visitam uma nova cidade, muitos turistas optam por explorá-la sozinhos, a pé, de

carro, com ou sem o uso do Global Positioning System (GPS), e nesse sentido, as placas de sinalização têm papel fundamental para o direcionamento correto desses turistas.

Todavia, observamos que em grande parte da cidade de Goiânia, a sinalização turística é deficiente, uma situação nada agradável para quem não conhece a cidade e necessita das placas para se chegar a determinado destino. A sinalização, que normalmente deveria facilitar a chegada dos turistas a bairros e importantes vias e pontos turísticos da cidade, não cobre efetivamente todos os pontos da cidade, obrigando os turistas a utilizarem o GPS para conseguirem chegar aos seus destinos. A deficiência é observável principalmente na região central da capital; quanto maior é a distância de um bairro em relação ao centro da cidade, as placas de sinalização turística tornam-se mais escassas. O visitante que chega de outras cidades pelas rodovias, por exemplo, não consegue localizar placas que informem as distâncias até os *shoppings*, o aeroporto, a rodoviária, o Estádio Serra Dourada, entre outros locais.

Conforme foi observado, existem placas de sinalização turística na cidade, mas às vezes a orientação é falha. Um exemplo disso é o Centro Cultural Mercado da Rua 74. No centro da cidade há placas que orientam o turista e/ou morador a chegar a esse centro cultural; todavia, na Rua 74, onde está localizado esse atrativo, não existe placa indicativa. No próprio mercado existe uma placa afixada na parede, mas o nome do espaço não está em destaque. Esse é apenas um exemplo da falta de sinalização dos atrativos turísticos de Goiânia, mas diversos outros se encontram na mesma situação.

Abreu (2016) destaca que as “falhas na sinalização turística de Goiânia compromete a visita a locais que são cartões-postais”. Segundo esse autor, “em alguns pontos, a sinalização foi toda feita, como o exemplo do Centro de Convenções, que é, até então, o local turístico da capital mais bem sinalizado. O mesmo não ocorre com o Parque Flamboyant, no Jardim Goiás, e com o autódromo, na GO-020” (ABREU, 2016). Nessa mesma direção, Costa Jr. (2016) salienta que:

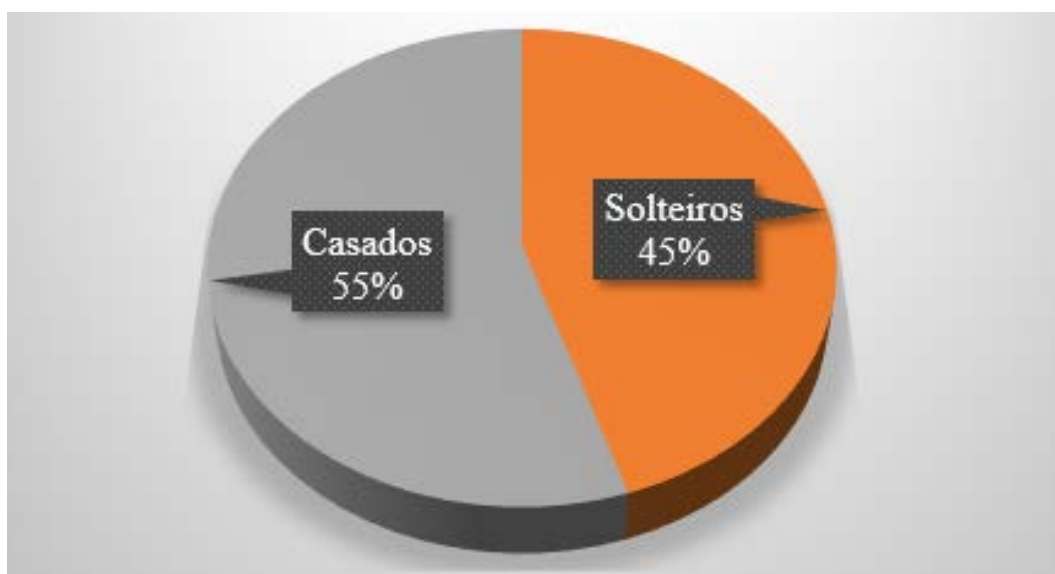
Andar por Goiânia pode ser uma aventura nada agradável para quem não conhece seus caminhos. É que a sinalização indicativa de bairros, importantes vias e pontos turísticos não cobrem efetivamente todos os pontos da cidade. Essa, aliás, é uma das costumeiras reclamações de quem visita a capital goiana. Para eles, qualquer aparelho dotado do sistema de posicionamento global (GPS) é algo necessário para não perder tempo pedindo ajuda ou rodando a esmo.

Piauí e Silva (2018) afirmam que não são todos os atrativos do centro de Goiânia que estão sinalizados. Dos 21 atrativos investigados por essas autoras, oito não possuem sinalização turística. Os demais estão sinalizados conforme os princípios estabelecidos pelo GBST (BRASIL, 2001). Com base nessas considerações, indagamos: qual a percepção do visitante a Goiânia sobre a sinalização turística dessa capital? Qual a importância dada à sinalização turística pelos turistas e pelos moradores de Goiânia?

6 A INFLUÊNCIA DA SINALIZAÇÃO TURÍSTICA DE GOIÂNIA NO DESLOCAMENTO DE TURISTAS E NO CONHECIMENTO DOS ATRATIVOS TURÍSTICOS DA CIDADE

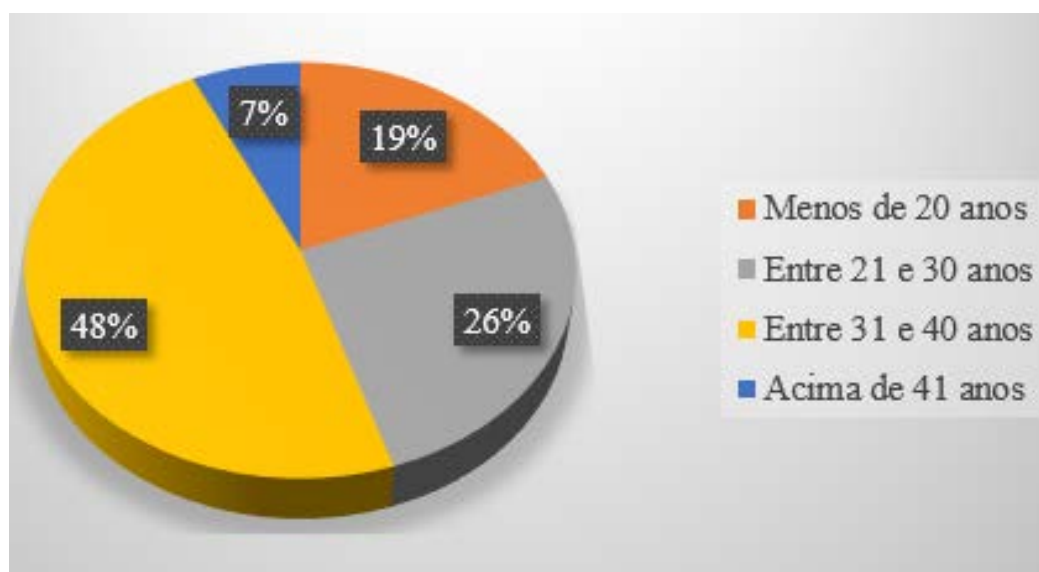
Para discutirmos a influência da sinalização no deslocamento de turistas e moradores cabe uma breve descrição do perfil dos pesquisados. Entre os 31 turistas pesquisados, 55% são casados e 48% têm entre 31 e 40 anos de idade, 26% deles estão entre 21 e 30 anos e os outros 19% têm menos de vinte anos (gráficos 1 e 2).

Gráfico 1 – Estado civil dos turistas pesquisados



Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

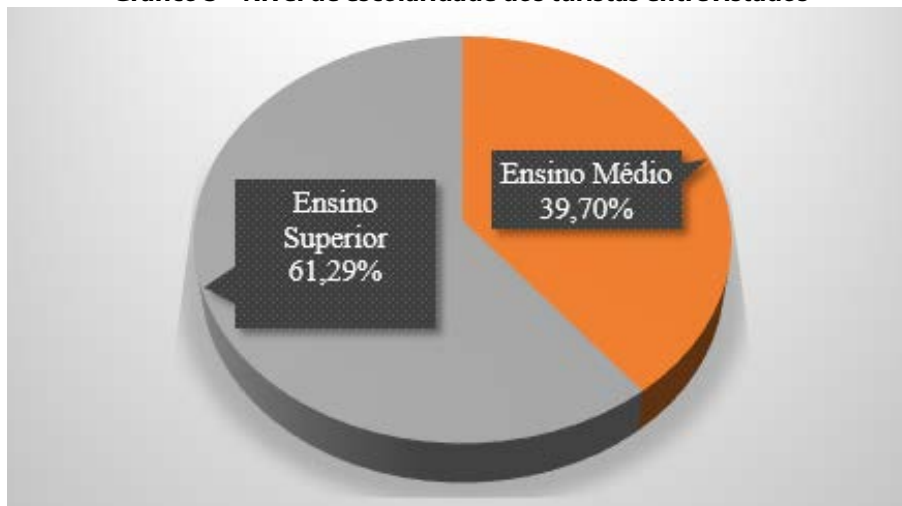
Gráfico 2 – Faixa etária dos turistas pesquisados



Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

Quanto à escolaridade, 61,29% dos pesquisados possuem ensino superior completo e 39,70% concluíram o ensino médio, conforme ilustra o Gráfico 3.

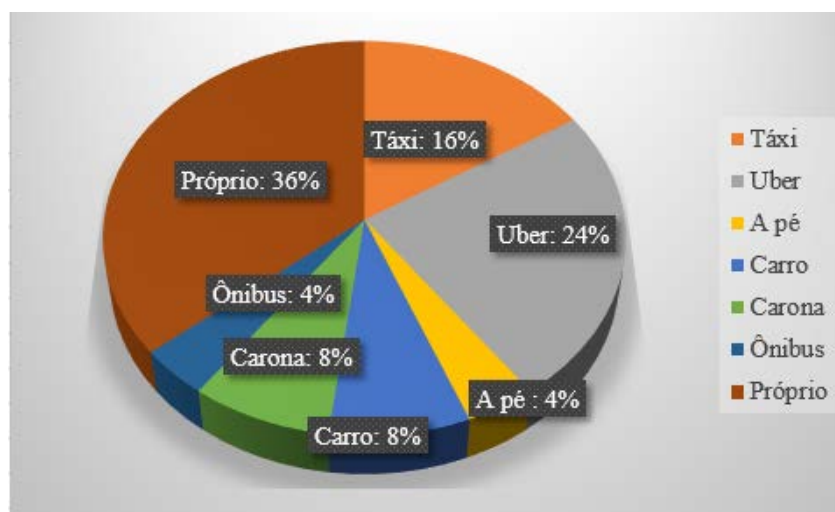
Gráfico 3 – Nível de escolaridade dos turistas entrevistados



Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

Em relação ao tipo de transporte utilizado durante a visita, 36% dos turistas entrevistados disseram que utilizam veículo próprio (assim como os moradores locais). A justificativa é a comodidade. Outros 24% e 16% optam por utilizar Uber e táxi, respectivamente, visto que para eles é uma facilidade, pois podem observar melhor o trajeto e ainda podem conversar com o motorista e receber dicas de locais legais para visitação. Apenas 4% dos entrevistados disseram optar pelo transporte público e outros 4% realizam as visitas a pé. Os entrevistados que realizam os passeios a pé nos informaram que estão sempre visitando a cidade; então, se hospedam em locais mais centralizados, o que facilita a locomoção a pé pela capital (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Transporte utilizado pelos turistas



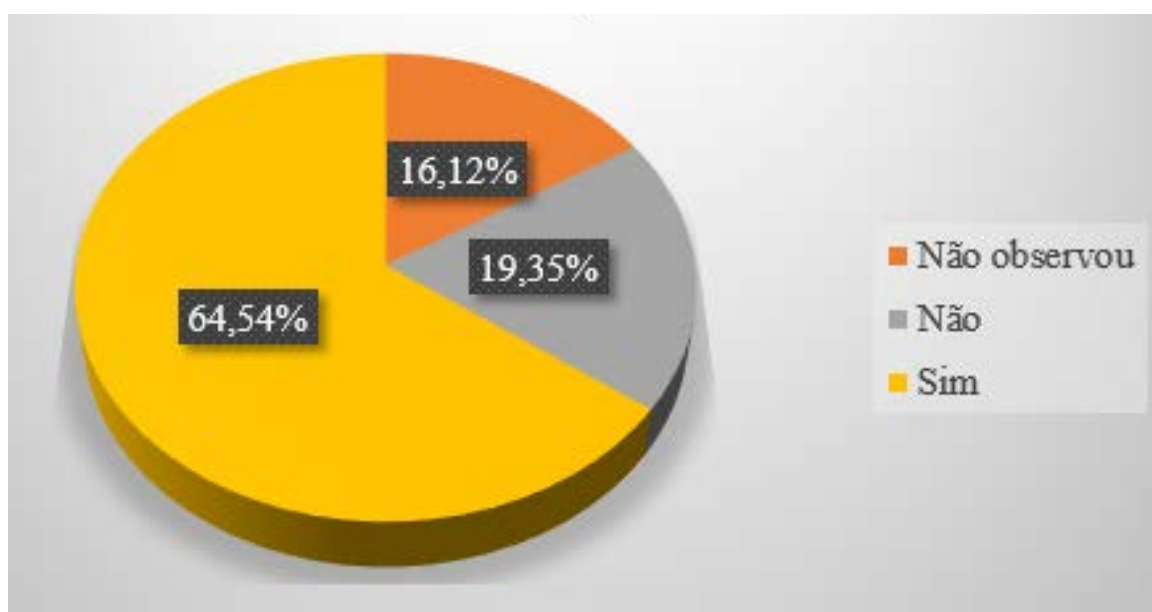
Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

Grande parte dos turistas que visitam Goiânia procedem de São Paulo e Brasília; o objetivo deles é quase sempre o turismo de negócios. Eles optam por utilizar a tecnologia, e todos os entrevistados utilizam algum tipo de aplicativo (mapas) para fazer seus deslocamentos, de modo que não utilizam as placas de sinalização. A facilidade na palma da mão, a qual lhes permite o uso da tecnologia, e a correria diária foram as justificativas apontadas pelos entrevistados, juntamente com o objetivo de um deslocamento rápido. Já os turistas que visitam a cidade para participar de eventos e optam por utilizar táxi, Uber ou caronas para o deslocamento não veem a necessidade de utilizar as placas de sinalização turísticas para se deslocarem pela cidade, pois já são “guiados” pelos meios de transportes citados. Alguns dos turistas entrevistados disseram preferir utilizar seus próprios veículos ou alugar um meio de transporte logo que chegam à cidade; para eles, as placas são poucas ou insuficientes para auxiliá-los durante o circuito.

A maioria dos entrevistados (41,93%) vem à cidade a trabalho/negócios, o que ratifica Goiânia como uma cidade voltada para o turismo de negócios. Sobre a quantidade de dias que permanecem em Goiânia, 74% dos turistas disseram que ficam mais de 3 dias na cidade e os outros 26%, de 1 a 2 dias.

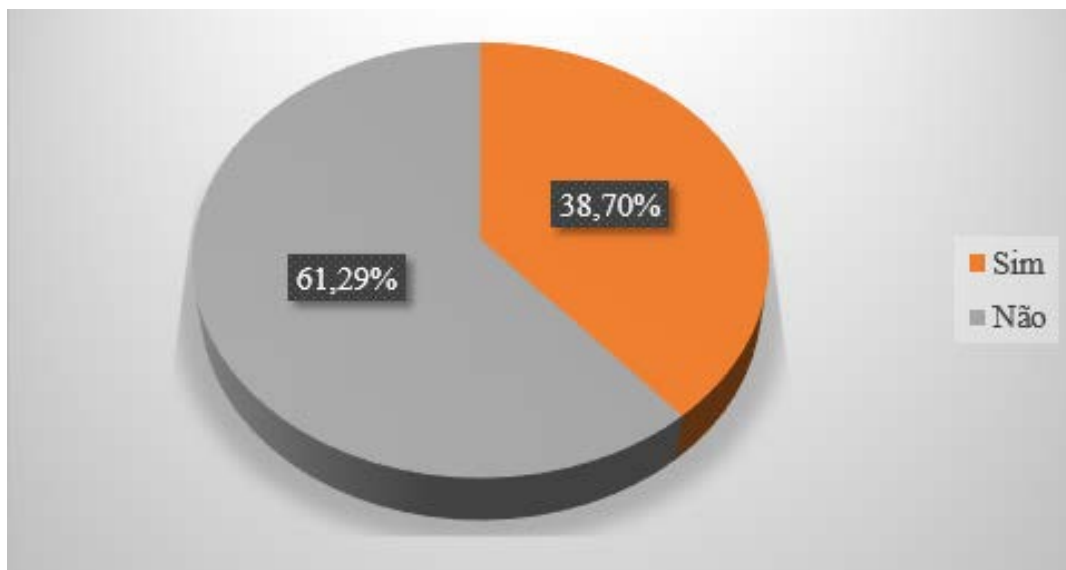
A maioria dos turistas entrevistados (64,54%) disse que observaram as placas de sinalização turísticas de Goiânia e que elas são bem conservadas, 19,35% consideram que não estão conservadas e 16,12% não observaram (Gráfico 5). Todavia, questionamos se as placas de orientação turística podem ser lidas à distância e permitem a segurança no trânsito e tempo hábil para a tomada de decisão caso necessária, 61,29% dos entrevistados destacam que não, conforme o Gráfico 6.

Gráfico 5 – Conservação das placas: limpeza, fixação e iluminação



Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

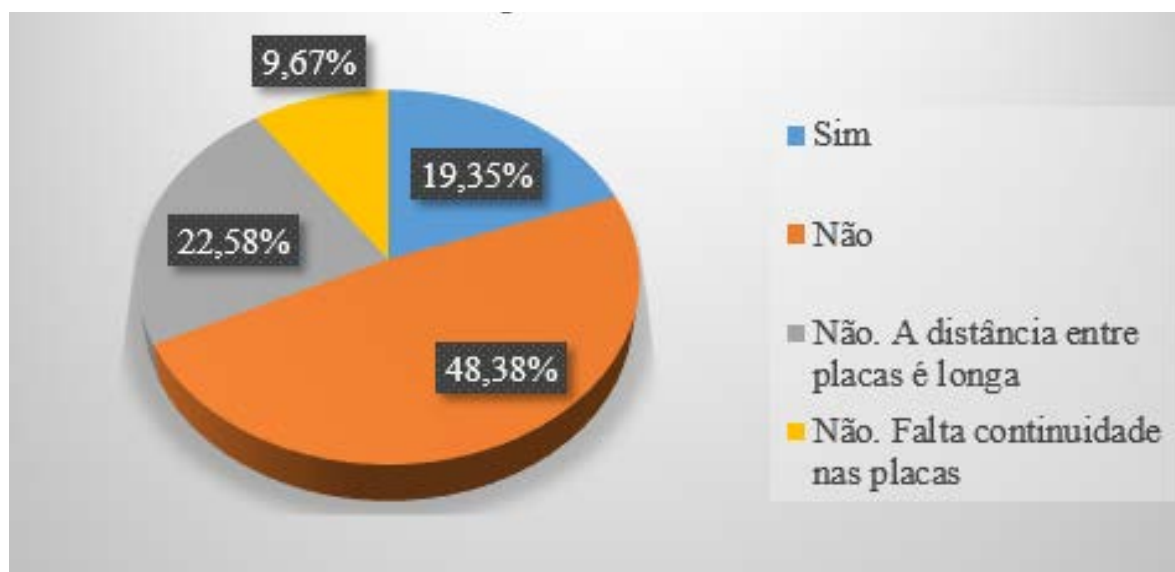
Gráfico 6 – Visualização: as placas são visíveis a distância?



Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

Questionamos ainda se as placas de orientação turística oferecem todas as informações necessárias para se atingir o destino pretendido e se auxiliam no percurso até a chegada ao atrativo; a maioria dos entrevistados respondeu que não. Alguns deles destacaram que as placas não são contínuas e que, às vezes, indicam o atrativo a certa distância, mas próximo ao local não há nenhuma referência (Gráfico 7). Quanto à satisfação em relação à sinalização turística de Goiânia, 45,16 % dos entrevistados disseram que não ficaram satisfeitos e 35,48% responderam que ficaram satisfeitos; os outros 19,36% não responderam.

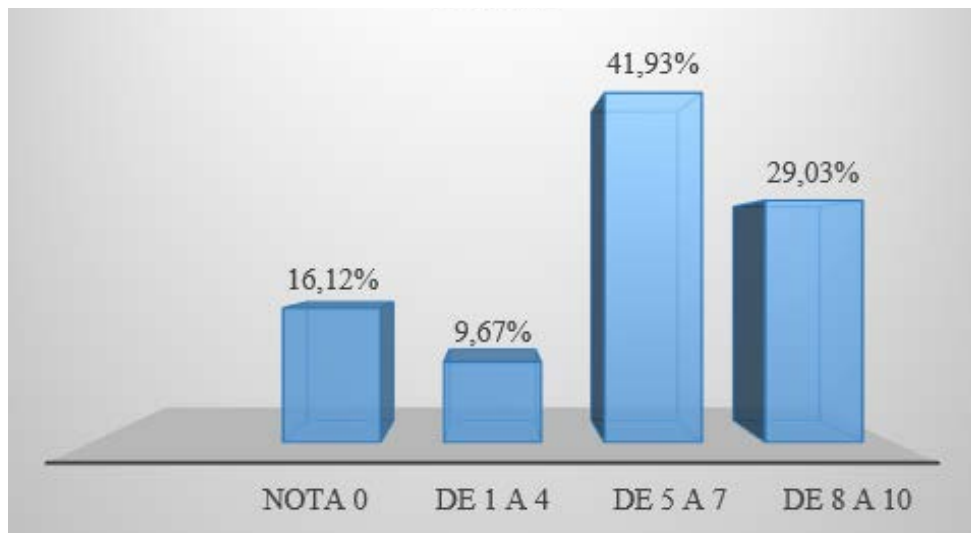
Gráfico 7 – Informações: as placas auxiliam no percurso pretendido?



Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

Por fim, perguntamos aos turistas entrevistados qual nota entre 0 (zero) e 10 (dez) dariam pela sinalização turística da cidade e sua efetividade. O Gráfico 8 expressa o resultado dessa indagação.

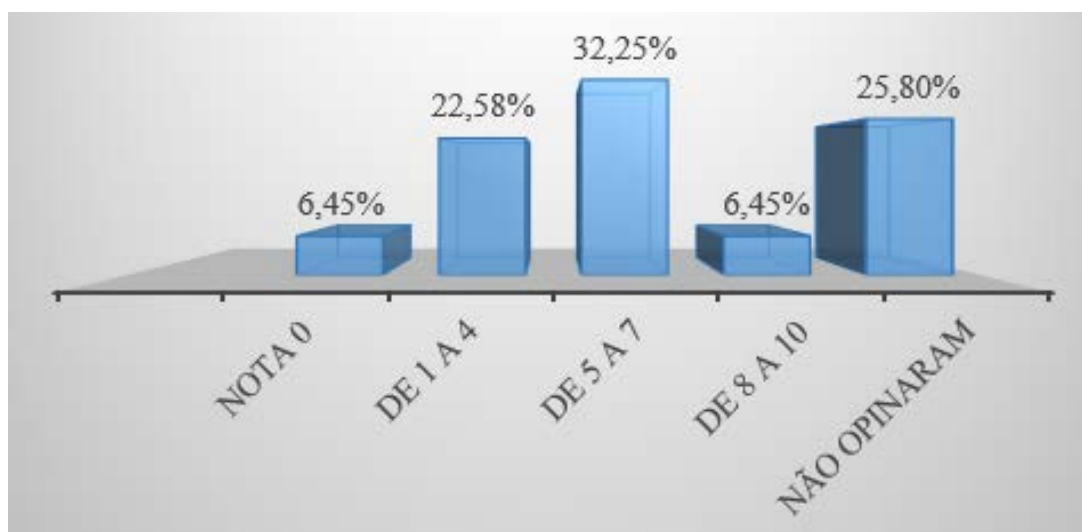
Gráfico 8 – Nota atribuída pelos turistas à sinalização turística de Goiânia



Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

Os moradores locais também fizeram essa avaliação da sinalização local e, conforme o Gráfico 9, podemos observar que, assim como os turistas, a maioria dos moradores atribuiu à sinalização turística de Goiânia notas entre 5 e 7. Essa avaliação evidencia que ainda são esperadas melhorias por parte da comunidade local e dos turistas.

Gráfico 9 – Nota atribuída pelos moradores locais à sinalização turística de Goiânia



Fonte: Produzido pelas autoras com base em pesquisa de campo realizada de novembro/2018 a junho/2019.

Diante das informações apresentadas, é necessário ser realizada alguma campanha educativa que mostre aos moradores e turistas que a cidade possui placas de sinalização nos principais atrativos turísticos. Também é necessária a realização de um estudo de logística, pois, às vezes, há placas que indicam o caminho do atrativo, porém ao se chegar ao destino, não consta nenhuma informação, o que geralmente faz o turista sentir-se “perdido” na cidade. É notório que uma situação leva a outra; se o turista não consegue visualizar uma placa que o conduza a um atrativo turístico, ele vai se mostrar insatisfeito. Essa insatisfação poderá levá-lo a desistir da visita pretendida. Uma sinalização eficiente é muito importante, pois contribui com a orientação e a satisfação dos moradores locais e dos visitantes/turistas.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a análise da sinalização turística da cidade e após o diagnóstico realizado, concluímos que uma boa sinalização é indispensável para o conhecimento dos atrativos turísticos e a facilitação do seu acesso. Esta pesquisa revelou uma constatação no que se refere à questão da visibilidade das placas de sinalização. Alguns locais na região central de Goiânia são muito arborizados, o que implica na dificuldade de visualização no momento correto das referidas placas.

É necessária uma atenção especial por parte da Prefeitura da capital em manter atualizadas e de forma bem visível as mencionadas placas, de modo que sejam úteis para a população geral. É necessário um estudo para verificação da melhor forma e local de instalação das placas de sinalização, de maneira que elas tenham bastante utilidade para pedestres e motoristas.

Ademais, a sinalização turística e indicativa é pouca utilizada pelos moradores e também pelos turistas, que por não a conhecerem, julgam-na apenas como uma orientação de caminhos. Esta é, sim, uma das finalidades das placas de sinalização turística e assim, quando se fala em turismo, deve-se ter a preocupação com a valorização dos destinos turísticos, pois conforme revelam os resultados desta pesquisa, muitos turistas e moradores fazem o uso da sinalização. Porém, outros sequer observam o que consta nas placas.

Espera-se que este artigo possa contribuir para a elaboração de projetos destinados à implantação da sinalização turística na cidade, primando pela melhoria do acesso aos atrativos da cidade e buscando alternativas para melhorar a infraestrutura como uma estratégia de conservação e preservação dos atrativos turísticos. É válido ressaltar que, por meio da orientação clara e precisa das placas de sinalização, o turista pode ampliar o seu tempo de permanência na cidade com a visita a um maior número de atrativos turísticos, aumentando os gastos médios na cidade e, portanto, contribuir para dinamizar a economia local.

OS AUTORES

Anderson Rodrigues Sobrinho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Goiânia/Bacharelado em Turismo – Pivic
andersonmav@hotmail.com

Rosana Nogueira de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Goiânia/Bacharelado em Turismo – Pivic
rosanan2003@yahoo.com.br

Clarinda Aparecida da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Goiânia/Departamento de Áreas Acadêmicas I
clarindas@uol.com.br

REFERÊNCIAS

ABREU, Vandrê. Falha na sinalização turística de Goiânia compromete visitação a locais que são cartões-postais. *O Popular*, Goiânia, 12 abr. 2016. Disponível em: <http://www.opopular.com.br>. Acesso em: 7 fev. 2018. Não paginado.

AGETUL (Agência Municipal de Turismo, Eventos e Lazer). Diretoria de Promoção e Incentivo ao Turismo. *Publicação eletrônica [mensagem pessoal]*. Mensagem recebida por turismogoiانيا@gmail.com em 19 fev. 2018.

BARRETO FILHO, Abdon. Marketing turístico para o espaço urbano: comentários acadêmicos e profissionais. In: CASTROGIOVANNI, Antônio C. (org.). *Turismo urbano*. São Paulo: Contexto, 2001. p. 61-67.

BRASIL. Empresa Brasileira de Turismo. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Departamento Nacional de Trânsito. *Guia brasileiro de sinalização turística*. Brasília: Ministério do Turismo, 2001. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/publicacoes/item/41-guia-brasileiro-de-sinalizacao-turistica.html>. Acesso em: 12 jan. 2018. Não paginado.

BRASIL. Ministério do Turismo. Centro-Oeste recebe R\$ 2 milhões para sinalização turística: Goiânia, Goiás e Corumbá foram contempladas com recursos com PAC do Turismo. [*Portal de Notícias do Ministério do Turismo*], Brasília, 23 jul. 2013. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/ultimas-noticias/1674-centro-oeste-recebe-r-2-milhoes-para-sinalizacao-turistica.html>. Acesso em: 20 fev. 2019.

COSTA JR., Mardem. Sinalização incomoda moradores e visitantes de Goiânia. *O Hoje.com*, Goiânia, 31 maio 2016. Disponível em

<http://www.ohoje.com/noticia/cidades/n/119800/t/sinalizacao-incomoda-moradores-e-visitantes-de-goiania>. Acesso em: 28 nov. 2018.

GOIÂNIA. Roteiros online e investimento em sinalização fortalecem o turismo na capital. [*Portal de Notícias da Prefeitura de Goiânia*], Goiânia, 4 jan. 2018. Disponível em: <http://www4.goiania.gov.br/portal/pagina/?+noticias&s=1&tt=not&cd+14044&fn=tur>. Acesso em: 24 fev. 2018.

GOIÂNIA. Secretaria Municipal de Turismo e Desenvolvimento Econômico de Goiânia. *Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável – PDITS*. Goiânia: Secretaria Municipal de Turismo e Desenvolvimento Econômico de Goiânia, 2010. Disponível em: http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/dprod/pdits/goias/pdits_do_municipio_d_e_goiania.pdf. Acesso em: 28 nov. 2017.

GOODEY, Brian. Sinalização interpretativa. *In*: MURTA, Stela M.; ALBANO, Celina (org.). *Interpretar o patrimônio: um exercício do olhar*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2005. p. 181-189.

NOGUEIRA, Fernanda V. Análise da sinalização turística nos atrativos turísticos da cidade de Dourado/MS. *Revista Iberoamericana de Turismo – RITUR*, Penedo, v. 2, n. 2, p. 40-55, jul./dez. 2012.

OMT (Organização Mundial do Turismo). *Sinais e símbolos turísticos: guia ilustrado e descritivo*. São Paulo: Roca, 2003.

PIAUÍ, Surama; SILVA, Clarinda A. da. *Análise da situação atual da sinalização turística de Goiânia: um estudo comparativo com os princípios e objetivos do Guia Brasileiro de Sinalização Turística (GBST)*. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Turismo) – Câmpus Goiânia, Instituto Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

PINHO, André F. C. de. *Sinalização de orientação turística: uma análise de Belo Horizonte*. 2008. Monografia (Bacharelado em Turismo) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008

SILVA, Clarinda A. da. *Goiânia(s): representações sociais e identidades*. 2012. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SILVA, Francimilo G. S. da; MELO, Rodrigo de S. A contribuição da sinalização turística para o desenvolvimento turístico da cidade de Parnaíba/PI, Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 129-146, maio/ago. 2012.

O gerenciamento das atividades aeroportuárias: um estudo de caso do Aeroporto Internacional de Viracopos

Ana Carolina Pereira Alves
Cassiomar Rodrigues Lopes

Resumo

O presente trabalho apresenta um estudo de caso do Aeroporto Internacional de Viracopos, localizado na cidade de Campinas/SP, que teve sua pontualidade reconhecida num *ranking* internacional. Utiliza-se a pesquisa bibliográfica, documental e exploratória, juntamente às visitas técnicas *in loco* e pequenas entrevistas com os colaboradores do Centro de Operações Aeroportuárias (COA). Desde 2010, o aumento da demanda de transporte aéreo de passageiros ultrapassou a demanda pelo transporte rodoviário. Desta forma, faz-se necessário uma reestruturação no sistema aeroportuário. A concessão de aeroportos para a iniciativa privada foi o primeiro passo em direção a essa reorganização aeroportuária. Após assumir o Aeroporto Internacional de Viracopos, a administradora aeroportuária Aeroportos Brasil Viracopos (ABV) adotou uma série de medidas que melhoraram a performance do aeroporto. Entre as ações realizadas, tem-se a melhoria da infraestrutura aeroportuária e a especialização do trabalho que

possibilitaram o aumento na capacidade aeroportuária como um todo. Expõe-se, neste estudo, que o *turnaround* é o processo-chave de um aeroporto e de que forma ele influencia diretamente na capacidade aeroportuária. O tempo que as aeronaves gastam em solo é prejudicial para a receita de uma companhia aérea e, por isso, deve ser o menor possível. Assim sendo, tanto a administração aeroportuária quanto a companhia aérea atuam em conjunto para que não haja desperdício de tempo. Tendo em vista os fatos supracitados, demonstra-se de que forma o Aeroporto gerencia as atividades aeroportuárias sob sua responsabilidade que apoiam o processo de *turnaround*. Percebeu-se que a melhora na performance do COA tem uma importância estratégica para o Aeroporto, visto que tem uma influência determinante no nível de serviço prestado aos agentes e usuários que utilizam o aeroporto.

Palavras-chave: Logística aeroportuária. *Turnaround*. Capacidade aeroportuária.

1 INTRODUÇÃO

Uma das maneiras de se maximizar a capacidade aeroportuária¹ é processar eficientemente suas atividades. Norin (2008) pondera que a “logística aeroportuária é o

¹ A capacidade aeroportuária representa a capacidade de a administração aeroportuária prover serviços adequados às aeronaves que estão operando em condições normais no aeroporto. É expressa como número máximo de operações aéreas suportadas em um determinado aeroporto (ANAC, 2018a).

planejamento e controle de todos os recursos e informações que criam valores para os clientes que utilizam o aeroporto”, desta forma, a administração deve gerenciar de forma que todos os envolvidos cumpram suas atividades dentro do tempo esperado, contribuindo, assim, para o bom funcionamento da máquina aeroportuária.

Dentre os vários processos existentes no aeroporto necessários para o seu pleno funcionamento, destaca-se o de *turnaround*. Norin (2008) assevera que este é um processo-chave para o sistema aeroportuário, uma vez que a maioria dos outros processos se conectam durante o *turnaround*. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo investigar como o aeroporto gerencia as atividades que apoiam o processo de *turnaround* dos voos de passageiros.

Apresenta-se um estudo de caso realizado no Aeroporto Internacional de Viracopos, localizado em Campinas, São Paulo. Em janeiro de 2018, a OAG Aviation Worldwide publicou os resultados da Liga da Pontualidade,² que demonstram quais foram as companhias aéreas e os aeroportos mais pontuais do mundo no ano de 2017, divididos por regiões. O Aeroporto Internacional de Viracopos entrou, pela primeira vez, no *ranking* entre os aeroportos médios com um índice de pontualidade³ de 83,14% nos voos que saem do aeroporto (OAG AVIATION WORLDWIDE, 2018).

A Aeroportos Brasil Viracopos (ABV), administradora aeroportuária local, demonstrou através desse resultado que desempenha com excelência suas funções de operadora aeroportuária, o que justifica o estudo de caso e, por isso, pretende-se analisar como as atividades aeroportuárias sob sua responsabilidade são gerenciadas.

Tendo em vista que os processos e atividades aeroportuárias são essenciais para o bom funcionamento de um aeroporto, este estudo questiona: como o Aeroporto Internacional de Viracopos gerencia as atividades que apoiam o processo de *turnaround* dos voos de passageiros?

A primeira seção apresenta a fundamentação teórica para o estudo, definindo aspectos importantes para o tema como: administração e capacidade aeroportuária. Já na segunda seção explana-se os métodos utilizados na construção deste artigo, bem como a forma com que foram conduzidos durante o seu desenvolvimento.

Na seção Análises e Resultados expõe-se as razões pelas quais se constata um aumento na capacidade aeroportuária do Aeroporto de Viracopos. Verificou-se que essa maximização aconteceu não somente devido à expansão da infraestrutura, mas também pela mudança nos moldes de gestão. E, por fim, ao expor as considerações finais, propõe-se algumas sugestões de melhorias para que o Aeroporto cresça e atraia cada vez mais *stakeholders* (pessoas e/ou empresas interessadas direta ou indiretamente numa organização) e clientes que contribuam para o alcance de sua missão.

² É um ranking anual publicado pela OAG, uma provedora mundial de informações on-line relacionadas à aviação, que contém uma lista com os aeroportos que melhor desempenharam suas operações pontualmente (OAG, 2018).

³A categoria do índice de pontualidade que o aeroporto se destacou foi a de aeroportos médios da América Latina, com o processamento de 5 a 10 milhões de passageiros por ano incluindo partidas e chegadas (OAG, 2018).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Transporte aéreo

As qualidades conferidas à aviação elevam sua capacidade de conectividade numa sociedade em que a agilidade e a rapidez no desempenho de suas atividades são importantes quesitos para o alicerce da competitividade. O mercado brasileiro do transporte aéreo, que é regulado pela Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), responsável por “promover a segurança da aviação civil e para estimular a concorrência e a melhoria da prestação dos serviços no setor” (ANAC, 2016), desde 2010 está sob o regime de livre concorrência.

Nesse contexto, há três agentes essenciais do sistema de transporte aéreo: o aeroporto, a empresa aérea e o usuário. A empresa aérea possibilita a prestação do serviço desse meio de transporte, o aeroporto é “o local físico onde é realizada uma transferência de modo, do aéreo para o terrestre e vice-versa” (ASHFORD *et al.*, 2015), e o usuário é o que recebe todos os serviços que os dois agentes anteriores prestam.

2.2. Logística aeroportuária

O sistema de transporte aéreo é composto por vários aeroportos que se conectam através dos diversos voos. Nesse sentido, o aeroporto é parte deste sistema, e quando estudado separadamente, Norin (2008) afirma que a logística do sistema de transporte aéreo é limitada à logística do aeroporto, ou seja, à logística aeroportuária.

Ashford *et al.* (2015) evidenciam que as operações aeroportuárias (ou a logística aeroportuária) “podem ser definidas como todas as atividades que devem ocorrer para o processamento de passageiros e mercadorias envolvendo os modos de transporte de superfície e aéreo até a aeronave”, isto é, são todas as atividades aeroportuárias.

Os mecanismos de coordenação das atividades assim como os incentivos de cooperação devem ser fortemente estimulados, já que é um ambiente com várias entidades que têm jurisdição em segmentos específicos do sistema, como o controle governamental de imigração, que no Brasil é exercido pela Polícia Federal, mas que acontece na fase de processamento de passageiros na área do terminal.

2.3. Administração aeroportuária

Com o fim de garantir as operações nos aeroportos, a gestão aeroportuária no Brasil é exercida pelo operador de aeródromo que é uma pessoa jurídica que recebeu outorga de exploração da infraestrutura aeroportuária da Anac, a autoridade competente nesse setor

(ANAC, 2018b). A performance da administração aeroportuária impacta diretamente na eficiência do aeroporto, bem como no seu nível de serviço.

No caso do Aeroporto Internacional de Viracopos, o operador de aeródromo é a Aeroportos Brasil Viracopos (ABV) que adquiriu o direito de concessão desde o leilão realizado na BMF&BOVESPA em 6 de fevereiro de 2012 (ANAC, 2019b).

Dentre as várias atribuições do operador de aeródromo pode-se destacar a “garantia da continuidade das operações, disponibilizando, dentro das condições físicas e operacionais exigidas, infraestrutura, equipamentos e instalações contidas na área operacional do aeródromo” (ANAC, 2018b), enfim, toda infraestrutura necessária para atendimento do voo deve ser provida pela ABV como: pontes de embarque/desembarque de passageiros, escadas para embarque/desembarque de pessoas, balcões de *check-in*, salas de espera.

Além disso, o operador de aeródromo deve “garantir a coordenação de pessoal próprio, terceirizado e demais organizações envolvidas na execução das atividades operacionais do aeródromo” (ANAC, 2018b), ou seja, mesmo que as atividades de atendimento de aeronaves sejam executadas por uma Empresa de Serviço Auxiliar de Transporte Aéreo (Esata),⁴ a ABV deve coordenar essas atividades de forma que sejam realizadas no tempo e na forma corretos.

A eficiência de todo o sistema é resultado da eficiência individual de cada parte integrante do sistema (LINDH *et al.*, 2007). Assim sendo, faz-se mister monitorar o desempenho do aeroporto, isto é, o desempenho das instalações e o nível dos serviços prestados. Todo esse monitoramento deve ser armazenado em um banco de dados confiável contendo informações detalhadas como estatísticas sobre aeronaves e passageiros. E assim, servirá como ferramenta muito útil no planejamento estratégico.

2.4. Capacidade aeroportuária

A capacidade de um aeroporto está conectada com a capacidade de cada um dos seus subsistemas e é limitada pelo que apresenta menor capacidade, que é chamado de gargalo (OLIVEIRA; ALVES, 2008). A Teoria das Restrições proposta por Goldratt e Cox (2014) assevera que um gargalo é um recurso qualquer cuja capacidade é igual ou menor à demanda, ou seja, qualquer um desses subsistemas que não conseguir processar a demanda do subsistema adjacente será o gargalo do aeroporto.

Desta forma, a capacidade aeroportuária é dada pela harmonização dos subsistemas críticos, isto é, pela capacidade de processamento do terminal de passageiros, dos pátios de aeronaves comerciais e do sistema de pistas. Assim sendo, o aeroporto deve examinar cada uma delas e tentar melhorá-la para que o sistema como um todo seja otimizado (GOLDRATT; COX, 2014).

⁴ Uma empresa auxiliar de transporte aéreo “presta serviço de apoio às operações do transporte aéreo e que envolvem principalmente o atendimento e segurança de aeronaves, passageiros, tripulantes, bagagens e cargas” (ABESATA, 2017).

De acordo com a Resolução n. 487, de 22 de agosto de 2018, da Anac, o operador de um aeroporto deve emitir uma “declaração da capacidade aeroportuária do aeroporto coordenado relativa aos componentes de pista, pátios e terminal de passageiros, conforme regulamentação específica, devendo observar os prazos estabelecidos no calendário de atividades” (ANAC, 2018c, p. 3).

O terminal de passageiros deve prover um eficiente e contínuo fluxo entre o lado ar (parte do aeroporto destinada à movimentação de aeronaves) e o lado terra (área do aeroporto cujo uso é público e o acesso não é controlado). A capacidade do terminal de passageiros é dada pela avaliação da quantidade de passageiros que o terminal consegue atender no período de uma hora e de um ano. Adicionalmente, suas atividades são divididas em atividades de embarque, desembarque, nacional e internacional, pois os procedimentos adotados para cada um desses tipos são diferentes e, por isso, são medidos separadamente.

No tocante à capacidade de pátios, esta pode ser dada como capacidade estática ou dinâmica, neste será abordado somente a capacidade estática. Tal capacidade refere-se à quantidade de aeronaves que podem ocupar as posições de estacionamento num determinado momento.

Apesar de a capacidade aeroportuária ser um documento emitido pelo operador do aeroporto, a capacidade do sistema de pistas, que compõe essa declaração, é mensurada pelo Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea (CGNA), de acordo com um método desenvolvido pelo órgão com a finalidade de padronizar o cálculo da capacidade do sistema de pistas (DECEA, 2015). Com essa uniformização será possível acompanhar as mudanças na demanda e capacidade de cada aeródromo.

2.5. Turnaround

O *turnaround* é um processo definido por Wu e Caves (2000) como o tempo que a aeronave leva para carregamento, descarregamento e, quando necessário, limpeza das cabines e *catering*. A eficiência de cada processo tem um impacto direto no tempo de *turnaround*. Por isso, Norin (2008) assevera que este é um processo-chave para o sistema aeroportuário, uma vez que a maioria dos outros processos se conecta durante o *turnaround*.

3 METODOLOGIA

Uma pesquisa científica é constituída de um “procedimento formal para a aquisição de conhecimento sobre a realidade. Exige pensamento reflexivo e tratamento científico” (MEDEIROS, 2017). Desta forma, descreve-se a seguir os métodos a serem utilizados nesta pesquisa.

Santos e Parra Filho (2011) definem como pesquisa aplicada aquela em que seu objetivo é aumentar a eficiência dos serviços já existentes, o que é o caso desta, uma vez

que se pretende apresentar as práticas que conduzam à eficiência aeroportuária. Quanto à abordagem, é qualitativa, já que busca verificar o gerenciamento das atividades envolvidas no processo de *turnaround* do Aeroporto de Viracopos.

O campo de estudo da pesquisa envolveu o Aeroporto Internacional de Viracopos, localizado na cidade de Campinas/SP. Conforme informações divulgadas em ABV (2013a), o aeroporto é administrado pela Concessionária Aeroportos Brasil Viracopos, que é um consórcio formado por quatro empresas: a Triunfo Participações e Investimentos S. A. (TPI), a UTC Participações S. A., a Egis Airport Operation e a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero).

É uma pesquisa do tipo exploratória, pois visa descrever as características das atividades aeroportuárias que apoiam o *turnaround* e suas relações com a capacidade aeroportuária. Por se tratar de um “objeto de estudo que possui poucas informações” (DALFOVO; LANA; SILVEIRA, 2000), esta pesquisa se torna relevante na contribuição acadêmica para o tema.

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica “nos procedimentos de documentação indireta [...] [que] significa o levantamento da bibliografia referente ao assunto que se deseja estudar” (MEDEIROS, 2017). Realizou-se também uma pesquisa documental, na qual foram utilizados registros já feitos pela empresa divulgados no sítio eletrônico da própria concessionária, assim como da agência que regula a aviação civil, a Anac.

Trata-se de um estudo de caso do Aeroporto Internacional de Viracopos. A escolha desse aeroporto se deu pela acessibilidade aos dados e pelo fato de o aeroporto se destacar nacional e internacionalmente no que diz respeito à eficiência aeroportuária. A amostra se deu por conveniência, visto que os participantes foram escolhidos por estarem disponíveis (FREITAS *et al.*, 2000). Na pesquisa, foram aqueles envolvidos na Gestão de Operações Aeroportuárias.

Os documentos foram escolhidos de acordo com os objetivos da pesquisa, seu acesso está assegurado mediante visita técnica combinada com a Gerência de Planejamento e Capacidade da Aeroportos Brasil Viracopos, a administradora do aeroporto. Inicialmente, foi aplicado um questionário via correio eletrônico com o objetivo de delinear o roteiro da visita técnica.

Realizou-se visitas técnicas in loco no novo Terminal de Passageiros do aeroporto e no Centro Integrado de Gerenciamento Aeroportuário (Ciga), juntamente a pequenas entrevistas com alguns dos colaboradores. As entrevistas foram semiestruturadas, isto é, algumas perguntas foram definidas previamente e outras foram elaboradas à medida que se conheceu mais detalhadamente o local.

Para uma melhor compreensão das informações coletadas, fez-se necessário uma análise de conteúdo. Neste método, “o pesquisador busca compreender as características, estruturas e/ou modelos que estão por trás dos fragmentos de mensagens tomados em consideração” (GODOY, 1995). A análise se deu através da correlação dos dados coletados durante a visita técnica e pesquisa bibliográfica-documental.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O transporte aéreo tem se destacado como preferencial nas viagens interestaduais no Brasil, a participação do modal aéreo foi de 67,5% frente a 32,5% do rodoviário, o que conduz a um aumento na ocupação dos aeroportos como um todo. Isso leva ao administrador aeroportuário a se adaptar ou alterar alguns processos. A seguir cita-se as mudanças que conduziram o Aeroporto Internacional de Viracopos a uma melhora significativa de seus processos.

4.1. Implantação do Centro Integrado de Gerenciamento Aeroportuário (Ciga)

Com a construção de um novo terminal de passageiros, aumentando a capacidade de processamento de passageiros para até 25 milhões por ano (ABV, 2017), o Aeroporto de Viracopos implantou o Centro de Operações Aeroportuárias (COA) para que receba qualquer informação relacionada à operação aeroportuária e a distribua para os agentes pertinentes. O COA é parte integrante do Centro Integrado de Gerenciamento Aeroportuário (Ciga) que contém outros dois setores que cuidam da segurança aeroportuária e da resposta à emergência aeroportuária. Entre as suas atribuições tem-se: alimentação de um sistema com os horários de pouso, decolagem, *block on* e *block off* para que sejam liberadas as esteiras de bagagem, alocação de ônibus para transporte terrestre da aeronave para o terminal de passageiros e vice-versa, vinculação das chegadas e partidas com a matrícula da aeronave que realizará o voo e planejamento de posições de estacionamento no pátio de aeronaves de acordo com os voos que foram alocados para as aeronaves.

4.2. Mudanças nas táticas de gestão

Com o objetivo de melhorar sua performance, o COA conta, em sua sala física, com um representante da companhia aérea responsável por mais de 90% das operações do Aeroporto de Viracopos, a Azul Linhas Aéreas. Essa medida permite que o tempo de resposta da companhia aérea seja menor e, por conseguinte, aumenta a eficiência da tomada de decisões. Essa tomada de decisões rápida permite que o *turnaround* de uma aeronave seja afetado minimamente.

Desta forma, a análise das informações é otimizada através do compartilhamento de dados advindos de mais de um agente que atua no aeroporto. Essa colaboração mútua garante que o fluxo de informações cumpra seus prazos e a execução das decisões tomadas será realizada num menor tempo possível.

4.3. Ampliação na infraestrutura

A construção do novo Terminal de Passageiros ampliou sua capacidade de processamento de passageiros. Toda a infraestrutura interna do terminal foi projetada para que ele seja capaz de processar até 25 milhões de passageiros por ano (ABV, 2016). Ao construir um novo terminal de passageiros tornou-se necessário implantar um sistema de manuseio de bagagens que se adequasse às novas necessidades, mais automatizado e mais confiável.

O sistema de manuseio de bagagens instalado foi da empresa Beumer Latinoamericana Equipamentos Ltda. (BLE) e consiste em 72 estações de check-in, 2.200 metros de transportadores de correia, seis carrosséis de 60 metros para reconciliação de bagagens e um carrossel de 80 metros para reconciliação de bagagem (BEUMER GROUP, 2016).

O sistema está integrado a um classificador automatizado LS-4000 de bandeja inclinada com capacidade para classificar até 4.400 itens de bagagens por hora. Após a instalação do sistema, a ABV promoveu uma campanha para arrecadação de 1.200 malas usadas para que o sistema fosse testado operacionalmente (ABV, 2013b).

A construção de três novos pátios concedeu ao aeroporto 32 novas posições de estacionamento para aeronaves. O tamanho do pátio de aeronaves, isto é, sua área total, deve ser dimensionada adequando-se ao processamento de tráfego do aeroporto de maneira que seja mantida, pelos aviões, “durante o procedimento de estacionamento, a envergadura dentro da região delimitada de parada (envelope), e considerar a necessidade operacional de veículos de apoio em solo e de Combate a Incêndio que venham a ser utilizados” (ANAC, 2019a).

Esses três novos pátios são parte integrante do novo Terminal de Passageiros, que é composto por três píeres (A, B e C), sendo o Píer A utilizado para processamento de passageiros em voos internacionais. Os outros dois píeres, B e C, são utilizados para processamento de passageiros em voos domésticos, entretanto, o Píer B é conversível para processamento de passageiros em voos internacionais.

O Pátio 4 é composto por 14 posições de estacionamento, sendo sete posições de acesso remoto, isto é, não acessíveis por pontes de embarque e mais sete posições com pontes de embarque. Essas últimas posições estão conectadas ao Terminal de Passageiros pelo Píer C.

No Pátio 5, há 13 posições de estacionamento, sendo que todas são acessíveis por pontes de embarque. No Pátio 6, tem-se quatro posições de estacionamento para aeronaves, sendo as posições de estacionamento conectadas ao Píer A acessíveis por meio de pontes de embarque. Já as posições de estacionamento ainda serão conectadas ao Píer B através de pontes de embarque.

Depois de todo esse aumento na área construída, a capacidade de pátio do Aeroporto de Viracopos aumentou em 117% (ABV, 2013b). O Quadro 1 apresenta a capacidade de pátio conforme declaração de capacidade divulgada no sítio eletrônico da operadora do aeroporto.

Quadro 1 – Capacidade de pátio de VCP

Pátio	Capacidade (quantidade de posições)	Códigos de referência das aeronaves					
		A	B	C	D	E	F
Pátio 1	5			5			
Pátio 2	19			19			
	19			18	1		
	17			14	1	2	
Pátio 3	16			16			
	8					8	
	4						4
Pátio 4	14			14			
Pátio 5	13			13			
	9			6		3	
Pátio 6	8			8			
	4					4	

Fonte: ABV (2018).

O Quadro 1 foi mensurado de acordo com o código de referência da aeronave e o dimensionamento da posição de estacionamento. Nota-se, por exemplo, que no Pátio 3 há três configurações possíveis. Este pátio é destinado à estadia das aeronaves que realizam voos cargueiros, ou seja, oito aeronaves de código de referência E podem permanecer ao mesmo tempo neste pátio. Entretanto, caso haja demanda que o aeroporto possa atender, essas posições de estacionamento podem se adequar às aeronaves com código de referência C, passando a ter 16 posições disponíveis.

5 MUDANÇA NA CAPACIDADE DO SISTEMA DE PISTA

Para que a pista chegue à sua capacidade máxima nominal, 31 movimentos por hora (CGNA, 2015), o aeroporto foi orientado a restringir a operação de aeronaves provenientes de aviação geral nos horários de maior demanda de tráfego, de forma que esse tipo de voo esteja obrigado a obter SLOT⁵ ATC para operação de pouso ou decolagem no aeroporto (DECEA, 2018).

⁵ “É o horário de chegada ou de partida alocado para o movimento de uma aeronave numa data específica em um aeroporto coordenado” (DECEA, 2017).

Tais medidas visam a possibilitar o atendimento e o controle da demanda de voos, assim como manter a eficiência das operações. Restrições como essas são comuns nos aeroportos em que é clara a necessidade de construção de outra pista, mas que, por algum motivo, ainda não foi possível o início das obras.

Quando algum dos componentes aeroportuários críticos: terminal, pátio ou pista, estiver comprometido de acordo com o seu nível de saturação, tal aeroporto será considerado como aeroporto coordenado. Entretanto, como a coordenação e alocação de *slot* em Viracopos são realizadas pela própria administração aeroportuária, mesmo que o componente aeroportuário *pista* esteja saturado, o aeroporto é considerado como aeroporto de interesse, ao invés de ser um aeroporto coordenado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise nas práticas que apoiam o processo-chave de um aeroporto, o *turnaround*. Além disso, demonstrou-se como as outras atividades são conectadas a essa e de que forma a capacidade aeroportuária é diretamente influenciada por essa atividade-chave.

Igualmente importante, a capacidade aeroportuária é uma ferramenta muito necessária ao planejamento estratégico, à mensuração das atividades de um aeroporto, assim como para detectar possíveis gargalos. Explicou-se quais são os componentes da capacidade aeroportuária para que se tenha um conhecimento de como cada parte do sistema aeroportuário deve individualmente atuar de forma eficiente. Logo, os três sistemas críticos mencionados demonstram como estão correlacionados entre si e ainda como todas as outras atividades que acontecem no aeroporto estão a eles interligados.

Em se tratando do Aeroporto Internacional de Viracopos, verificou-se que sua capacidade aeroportuária está adequada para a demanda atual. Diariamente é processada uma média de 160 voos de passageiros. De acordo com as capacidades declaradas dos três componentes críticos da capacidade aeroportuária, pode-se verificar que a capacidade de pista é o gargalo do aeroporto.

Após a implantação do Ciga, permitiu-se que o COA direcionasse seus esforços na sua atividade principal que são as operações aeroportuárias. Dessa forma, essa especialização no trabalho permite que haja um aumento da produtividade uma vez que cada colaborador passa a se dedicar a atividades específicas (CHIAVENATO, 2004).

A utilização de pontes de embarque, por exemplo, diminui a necessidade de intervenção humana no processo de embarque/desembarque. Isso se deve ao fato de que, quando elas não são utilizadas, faz-se necessário o uso de escadas (que são acopladas à aeronave manualmente) e ônibus para transporte dos passageiros até o terminal. Pode-se citar também o sistema de manuseio de bagagens instalado no Aeroporto, que leva uma bagagem desde o *check-in* até a aeronave com o menor número possível de intervenções humanas.

Essa automação nos processos possibilita que haja uma padronização nas tarefas repetitivas, reduz o tempo gasto na execução da tarefa, a probabilidade de erros diminui drasticamente. E, por conseguinte, a qualidade do serviço prestado aumenta e a performance do aeroporto é otimizada.

Ao expor de que forma a ABV transformou o método de gerenciar as atividades de sua responsabilidade (nesse caso, responsabilidade direta e solidária) através da especialização do trabalho, automação de processos e uso de tecnologia atual, conclui-se que os objetivos desta pesquisa foram atingidos.

Sugere-se que haja participação dos outros agentes que atuam no aeroporto como representantes das outras companhias aéreas que atuam em Viracopos, mesmo que não tenham uma participação significativa nos voos do aeroporto, representantes de órgãos públicos como a Polícia Federal e a Anac.

Em suma, a otimização da performance de Viracopos se deve ao fato de ter uma gestão aeroportuária comprometida com a melhora do sistema aeroportuário em todos os níveis. Com isso, o aeroporto, mesmo com suas atuais dificuldades financeiras, continua com uma melhora na sua performance, que o leva a cada dia mais perto do alcance de sua visão.

Esta pesquisa é muito relevante no que diz respeito à contribuição acadêmica, pois há poucos trabalhos acerca deste tema. Apesar de algumas dificuldades, como a necessidade de permissão de citação de alguns trabalhos, assim como a pouca orientação técnica acerca do tema, isso não se tornou um empecilho para que a pesquisa fosse desenvolvida satisfatoriamente.

OS AUTORES

Ana Carolina Pereira Alves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Anápolis – Pibiti
ana.alves21@fatec.sp.gov.br

Cassiomar Rodrigues Lopes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Anápolis/Departamento de Áreas Acadêmicas
cassiomar.lopes@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

ABESATA (Associação Brasileira das Empresas de Serviços Auxiliares ao Transporte Aéreo). *Panorama 2016*. São Paulo: Abesata, 2017. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/0B_rX5JeOai0EenRLUIVMskpWOGc/view. Acesso em: 27 jun. 2019.

ABV (Aeroporto Brasil Viracopos). *Governança corporativa: estrutura societária*. Campinas: ABV, 2013a. Disponível em: <http://www.viracopos.com/institucional/governanca-corporativa/>. Acesso em: 26 nov. 2019.

ABV (Aeroporto Brasil Viracopos). Viracopos arrecadará malas usadas para testar novos sistemas de bagagens. [*Portal de Notícias do Aeroporto Brasil Viracopos*], Campinas, 22 nov. 2013b. Disponível em: <http://www.viracopos.com/institucional/imprensa/22-11-2013-viracopos-arrecadara-malas-usadas-para-testar-novos-sistemas-de-bagagens.html>. Acesso em: 4 dez. 2019.

ABV (Aeroporto Brasil Viracopos). Viracopos transfere voos domésticos para novo terminal de passageiros. [*Portal de Notícias do Aeroporto Brasil Viracopos*], Campinas, 23 mar. 2016. Disponível em: <http://www.viracopos.com/institucional/imprensa/23-03-2016-viracopos-transfere-voos-domesticos-para-novo-terminal-de-passageiros.html>. Acesso em: 26 nov. 2019.

ABV (Aeroporto Brasil Viracopos). *Relatório de Sustentabilidade 2016*. Campinas: ABV, 2017. Disponível em: http://www.viracopos.com/Sustentabilidade/RELATORIO_VIRACOPOS_2016_DUPLAS.pdf. Acesso em: 20 out. 2018.

ABV (Aeroporto Brasil Viracopos). *Capacidade do terminal de passageiros e pátio*. Campinas: ABV, 2018. Disponível em: <https://www.stratusairports.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Declara%C3%A7%C3%A3o-de-Capacidade-de-Infraestrutura-Aeroportu%C3%A1ria-S18.pdf>. Acesso em: 4 out. 2019.

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). *O que fazemos*. Brasília: Anac, 2016. Disponível em: http://www.anac.gov.br/A_Anac/o-que-fazemos. Acesso em: 27 nov. 2018.

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). *ANACpédia*. Brasília: Anac, 2018a. Disponível em: http://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr168.htm. Acesso em: 18 maio 2018.

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). *Regulamento brasileiro de aviação civil n. 153: aeródromos: operação, manutenção e resposta à emergência*. Brasília: Anac, 2018b. Disponível em: http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-153-emd-02/@@display-file/arquivo_norma/RBAC153EMD02.pdf. Acesso em: 16 out. 2018. Não paginado.

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). *Resolução n. 487, de 22 de agosto de 2018*. Altera as Resoluções n. 338, de 22 de julho de 2014, 472, de 6 de junho de 2018, e 25, de 25 de abril de 2008. Brasília: Anac, 2018c. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/aceso-a-informacao/reunioes-da-diretoria-colegiada/reunioes-deliberativas-da-diretoria/2018>. Acesso: 4 dez. 2019.

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). *Regulamento brasileiro de aviação civil n. 153: projeto de aeródromos. Emenda n. 6, de 17 de setembro de 2019*. Brasília: Anac, 2019a. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154/@@display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD06.pdf. Acesso em: 4 dez. 2019.

ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). *Campinas (SP) Viracopos*. Brasília: Anac, 2019b. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/concessoes/campinas/>. Acesso em: 27 jun. 2019.

ASHFORD, Norman J. *et al. Operações aeroportuárias: as melhores práticas*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

BEUMER GROUP. Beumer Group awarded an extended operation & maintenance contract for the baggage handling system at Viracopos airport. *International Airport Review*, Brasted, 15 mar. 2016. Disponível em: <https://www.internationalairportreview.com/news/22414/beumer-group-awarded-extended-operation-maintenance-contract-baggage-handling-system-viracopos-airport/>. Acesso em: 4 out. 2019. Não paginado.

CGNA (Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea). *Ofício n. 13/DO-1/1013*. Declaração de capacidade dos aeroportos e regras de espaçamento minuto a minuto. Rio de Janeiro: CGNA, 21 out. 2015. Disponível em: <http://www.viracopos.com/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C9E81B256251C1D015700831FCF0ED3>. Acesso em: 4 dez. 2019.

CHIAVENATO, Idalberto. *Introdução à teoria geral da administração*. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

DALFOVO, Michael S.; LANA, Rogério A.; SILVEIRA, Amélia. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, Blumenau, v.2, n. 4, p. 1-13, 2008.

DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). *MCA 100-14: capacidade do sistema de pistas*. Rio de Janeiro: Decea, 2015. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4143>. Acesso em: 4 dez. 2019.

DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). *ICA 100-41: regras de alocação de slot para aviação geral em aeródromos coordenados*. Rio de Janeiro: Decea, 2017. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4610>. Acesso em: 4 dez. 2019.

DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). *AIP Brasil: parte 3 AD: SBKP*. 2018. Disponível em: https://aisweb.decea.gov.br/downloads/rotaer/rotaer_completo.pdf. Acesso em: 4 out. 2018.

FREITAS, Henrique *et al.* O método de pesquisa survey. *Revista de Administração da USP*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 105-112, 2000.

GODOY, Arilda S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. *A meta: um processo de melhoria contínua*. Trad. Thomas Corbett. 3. ed. São Paulo: Nobel, 2014.

LINDH, Ann; ANDERSSON, Tobias; VARBRAND, Tobias; DI YUAN. *Airport logistics: integration of ATM and ground processes*. Norrköping: Linköping University, 2007. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/255521069_AIRPORT_LOGISTICS_-_INTEGRATION_OF_ATM_AND_GROUND_PROCESSES. Acesso em: 18 out. 2018.

MEDEIROS, João Bosco. *Redação científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas*. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

NORIN, Anna. *Airport logistics: modelling and optimizing the turn-around process*. Norrköping: Linköping University, 2008. Disponível em: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:133720/FULLTEXT01.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2018.

OAG AVIATION WORLDWIDE. *On-time performance for Airlines and airports and top 20 busiest routes: based on full year data 2017*. Luton: OAG, 2018. Disponível em: https://www.oag.com/hubfs/Free_Reports/Punctuality_League/2018/PunctualityReport2018.pdf?hsCtaTracking=355de328-d17a-4f61-9f5b-137270b39310%7Cf2bdd8b5-dbe9-49fd-9563-aa256d348cfa. Acesso em: 26 abr. 2018.

OLIVEIRA, Guilherme L. F. de; ALVES, Claudio Jorge Pinto. Estudo da capacidade aeroportuária da grande São Paulo. *In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA*, 14., 2018, São José dos Campos. *Anais [...]*. São José dos Campos: ITA, 2018. p. 1-9. Disponível em: <http://www.bibl.ita.br/xivencita/INFRA02.pdf>. Acesso em 4 out 2019.

SANTOS, João A.; PARRA FILHO, Domingos. *Metodologia científica*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

WU, Cheng-Lung; CAVES, Robert E. Aircraft operational costs and turnaround efficiency at airports. *Journal of Air Transport Management*, Amsterdam, v. 6, n. 4, p. 201-208, 2000.

Estudo e implementação de sistemas paralelos e distribuídos em Java para operações sobre matrizes

9

Rafael da Costa Silva
Robson Barbosa Souza
Agenor Freitas de Andrade
Ulisses Rodrigues Afonseca

Resumo

As operações com matrizes são utilizadas na solução de problemas em diversas áreas como engenharia, estatística, computação, biologia e matemática. Porém, realizar estas operações em grande número ou em um grande volume de dados demanda um tempo elevado em computadores pessoais. Soluções que efetuam tais operações de forma distribuída e paralela são escassas e as existentes, em geral, apresentam alto custo financeiro e de conhecimento técnico. Este trabalho apresenta uma solução paralela, em forma de

framework ou componente de software, para efetuar operações sobre matrizes. Almeja-se que o uso da ferramenta reduza o tempo de processamento das aplicações em Java que utilizam operações com matrizes e que seja fácil, intuitiva e bem documentada além de ser disponibilizada de forma livre. Para alcançar o objetivo são utilizadas tecnologias como *threads* e existe a previsão de uso do RMI (Invocação Remota de Métodos) em trabalhos futuros.

Palavras-chave: Sistemas paralelos. *Threads*. Sistemas distribuídos. RMI. Matrizes.

1 INTRODUÇÃO

As operações com matrizes são aplicadas em áreas como economia, engenharia, computação e biologia. Especificamente, são aplicados na solução de Cadeias de Markov, de problemas modelados em grafos, nos algoritmos de otimização linear e na otimização numérica. Diversas aplicações, como previsões climáticas, cálculos estruturais, criptografia, modelos populacionais e simulações de eventos discretos utilizam inúmeras operações com matrizes, que podem ser de grandes dimensões (KUERTEN, 2002). Este processamento requer uma grande capacidade computacional e podem demorar semanas ou até meses para serem concluídos, dependendo do hardware e da implementação. Em geral, os softwares são escritos manualmente ou utiliza-se ferramentas proprietárias que são escassas e de alto custo. Ao desenvolver suas próprias soluções, os profissionais (mesmo da área da computação) se deparam com a dificuldade de compreender, configurar e utilizar um sistema paralelo e/ou distribuído (COULOURIS *et al.*, 2013). Assim, este trabalho tem como objetivo desenvolver um *framework* que efetue operações com matrizes, utilizando como

base apenas ferramentas livres e uma linguagem de programação de alto nível a ser distribuído gratuitamente com sua documentação.

A proposta deste trabalho utiliza a classe *Thread* do Java (ORACLE, 1993-2018) para realizar as operações utilizando todo o potencial da CPU da máquina. Como, por exemplo, pode-se utilizar todos os núcleos de um computador para realizar a multiplicação de duas matrizes ou calcular o somatório de cada diagonal. Espera-se que o tempo de processamento seja próximo ao tempo de processamento de um único núcleo dividido pelo número de núcleos do processador. Além disso, pode-se aliar futuramente esta solução ao Remote Method Invocation (RMI), permitindo que, para uma única operação, se utilize os núcleos de diversas máquinas de uma rede de computadores (TANENBAUM, 2009). O processamento de uma mesma operação em diferentes núcleos de diversas máquinas permitirá obter um desempenho para além da capacidade de um único computador.

2 MATRIZES

Sejam $m \geq 1$ e $n \geq 1$. Uma matriz $m \times n$ é uma tabela de elementos dispostos em m linhas e n colunas (CALLIOLI; DOMINGUES; COSTA, 1990), representada como mostrado na Figura 1. Os elementos podem ser de diversos tipos, como números, funções ou outras matrizes.

Figura 1 – Representação de uma matriz de ordem $m \times n$

$$A_{m \times n} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Segundo Boldrini *et al.* (1980), Callioli, Domingues e Costa (1990) e Steinbruch (1987), algumas matrizes têm propriedades que as diferenciam das demais, sejam a quantidade de linhas e colunas ou o tipo de elemento que as compõem. Por aparecerem com certa frequência, essas matrizes recebem tratamento específico e podemos classificá-las da seguinte forma:

- a. Matriz linha: matriz de ordem 1 por n , ou vetor-linha, como mostrado na Figura 2.
- b. Matriz coluna: matriz que possui uma única coluna, de ordem m por 1. Pode ser chamada de vetor-coluna, como exemplificado na Figura 3.

- c. Matriz nula: uma matriz é nula quando todos os seus elementos são iguais a 0, como exemplificado na Figura 4.
- d. Matriz quadrada: a matriz é quadrada quando seu número de linhas é igual ao número de colunas ($m = n$). Nesse tipo de matriz, destaca-se a diagonal principal e a secundária que são elementos importantes para a realização de diversas operações. A Figura 5 apresenta uma matriz quadrada de ordem 3 com suas diagonais em destaque.
 - Diagonal principal: elementos a_{ij} de A_m tais que $i = j$.
 - Diagonal secundária: elementos a_{ij} de A_m tais que $i + j = n + 1$.
- a. Matriz diagonal: é uma matriz quadrada em que todos os elementos fora da diagonal principal são nulos, como exemplificado na Figura 6.
- b. Matriz identidade: é uma matriz quadrada em que todos os elementos da sua diagonal principal são iguais a 1 e os demais são nulos, conforme representado na Figura 7.
- c. Matriz escalar: similar à matriz identidade, contudo os elementos da diagonal principal são diferentes de 1 e iguais entre si. A Figura 8 apresenta um exemplo dessa matriz.
- d. Matriz triangular superior: exemplificada na Figura 9, é uma matriz quadrada em que todos os elementos abaixo da diagonal principal são nulos, ou seja, $a_{ij} = 0$, para $i > j$.
- e. Matriz triangular inferior: similar à matriz triangular superior, em que os elementos nulos estão acima da diagonal principal, isto é, $a_{ij} = 0$, para $i < j$. A Figura 10 traz um exemplo desse tipo de matriz.
- f. Matriz oposta: dada $A = (a_{ij}) \in M_m \times N_n(\mathbb{R})$, a oposta de A é a matriz $B = (b_{ij}) \in M_m \times N_n(\mathbb{R})$, tal que $b_{ij} = -a_{ij}$, $\forall i \in \{1, \dots, m\}$, $\forall j \in \{1, \dots, n\}$. Ou seja, os elementos da matriz oposta de A são os elementos opostos de A (FIGUEIREDO, 2009). A Figura 11 apresenta a oposta de A por $-A$.
- g. Matriz transposta: Dada uma matriz $A \in M_m \times N_n(\mathbb{R})$, $A = (a_{ij})$, a transposta de A é a matriz $B \in M_n \times m(\mathbb{R})$, a oposta de A é a matriz $B = (b_{ij})$, tal que $b_{ji} = a_{ij}$, $\forall i \in \{1, \dots, m\}$, $\forall j \in \{1, \dots, n\}$ (FIGUEIREDO, 2009). A transposta da matriz A é representada por A^T . A Figura 12 apresenta um exemplo de como a inversão é feita.
- h. Matriz simétrica: uma matriz quadrada é simétrica se ela é igual à sua transposta (BOLDRINI et al., 1980). É importante observar que a parte superior é uma reflexão da parte inferior, referente à diagonal principal. Um exemplo é apresentado na Figura 13.

Figura 2 – Exemplo de matriz linha

$$\begin{pmatrix} 1 & 5 & 9 \end{pmatrix}$$

Figura 3 – Exemplificação de matriz coluna

$$\begin{pmatrix} 5 \\ 9 \\ -2 \\ 7 \end{pmatrix}$$

Figura 4 – Representação de uma matriz nula

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Figura 5 – Exemplo de uma matriz quadrada (3x3)

$$\begin{pmatrix} 5 & -2 & 8 \\ -1 & 2 & 3 \\ 6 & 4 & -7 \end{pmatrix}$$

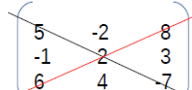

Diagonal Secundária  Diagonal Principal 

Figura 6 – Exemplo de uma matriz diagonal

$$\begin{pmatrix} 5 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 7 – Representação da matriz identidade

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 8 – Exemplo de matriz escalar

$$\begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}$$

Figura 9 – Exemplo de matriz triangular superior

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 5 & 6 & 7 \\ 0 & 0 & 8 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 10 – Exemplo de matriz triangular inferior

$$\begin{pmatrix} 9 & 0 & 0 & 0 \\ 8 & 7 & 0 & 0 \\ 6 & 5 & 4 & 0 \\ 3 & 2 & 1 & 9 \end{pmatrix}$$

Figura 11 – Oposta de uma matriz A

$$A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 7 \\ 2 & 3 & 4 \\ 1 & 0 & 8 \end{pmatrix} \quad -A = \begin{pmatrix} -3 & 1 & -7 \\ -2 & -3 & -4 \\ -1 & 0 & -8 \end{pmatrix}$$

Figura 12 – Exemplo de matriz transposta

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 \\ -1 & -2 & 1 \end{pmatrix} \quad C^T = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ 3 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 13 – Exemplo de matriz simétrica

$$\begin{pmatrix} 4 & 3 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 5 \end{pmatrix}$$

3 OPERAÇÕES COM MATRIZES

É possível efetuar operações com matrizes, tais como adição, multiplicação de uma matriz por um número escalar, multiplicação de duas matrizes etc. A lista a seguir explica como são realizadas as operações ordinárias com matrizes:

Adição de matrizes: a soma de duas matrizes de mesma ordem, $A_{m \times n} = (a_{ij})$ e $B_{m \times n} = (b_{ij})$, é uma matriz $m \times n$, cujos elementos são somas dos elementos correspondentes (BOLDRINI *et al.*, 1980). A Figura 14 exemplifica essa operação. A operação de subtração entre matrizes é realizada por meio da soma de uma matriz com a oposta de outra matriz. Então, tendo duas matrizes A e B , de mesma ordem, a operação $A + (-B)$ corresponde semanticamente a operação $A - B$. A Figura 15 exemplifica esta operação.

Figura 14 – Adição de duas matrizes

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 4 & -1 \\ 7 & 3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & -3 \\ 2 & 8 \\ 6 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1+0 & 3+(-3) \\ 4+2 & -1+8 \\ 7+6 & 3+(-1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 6 & 7 \\ 13 & 2 \end{pmatrix}$$

Figura 15 – Oposta de uma matriz permitindo a "subtração" entre duas matrizes

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 5 & 3 \end{pmatrix} + \left(- \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 1 & -2 \end{pmatrix} \right) = \begin{pmatrix} -2 & 0 \\ 4 & 5 \end{pmatrix}$$

- Multiplicação de uma matriz por um escalar: é dada pela multiplicação de um número real por todos os elementos de uma matriz $m \times n$, definindo uma nova matriz, como apresentado na Figura 16.
- Multiplicação de matrizes: consideremos a matriz $A = (a_{ij})$ de tipo $m \times n$ e a matriz $B = (b_{jk})$ de tipo $n \times p$. O produto de $A * B$ é a matriz $m \times p$ cujo termo geral é dado por:

$$c_{ik} = \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{jk} = a_{i1}b_{1k} + \dots + a_{in}b_{nk}$$

Figura 16 – Multiplicação por escalar

$$3 \cdot \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 3 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 & 6 \\ 9 & 0 \end{pmatrix}$$

Figura 17 – Multiplicação de duas matrizes

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 9 \\ 3 & 6 & 8 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 7 \\ 4 & 3 \\ 5 & 2 \end{pmatrix}$$

$$A_{2 \times 3} * B_{3 \times 2} = C_{2 \times 2} = \begin{pmatrix} (2*2) + (5*4) + (9*5) & (2*7) + (5*3) + (9*2) \\ (3*2) + (6*4) + (8*5) & (3*7) + (6*3) + (8*2) \end{pmatrix}$$

$$C_{2 \times 2} = \begin{pmatrix} 4 + 20 + 45 & 14 + 15 + 18 \\ 6 + 24 + 40 & 21 + 18 + 16 \end{pmatrix}$$

$$C_{2 \times 2} = \begin{pmatrix} 69 & 47 \\ 70 & 55 \end{pmatrix}$$

Na Figura 17, temos um exemplo de multiplicação de duas matrizes, apresentando como o cálculo deve ser feito ligado à definição apresentada no item c. Em destaque, temos o número de linhas e colunas que tornam o cálculo possível e define a ordem da matriz produto.

4 DETERMINANTES DE UMA MATRIZ

Segundo Steinbruch (1987), chama-se determinante de uma matriz quadrada à soma algébrica dos produtos que se obtém efetuando todas as permutações dos segundos índices do termo principal, fixados os primeiros índices e, fazendo-se preceder os produtos do sinal + ou -, conforme a permutação dos segundos índices seja de classe par ou de classe ímpar. Para calcular o determinante de ordem n temos:

$$\det [a_{ik}] = \sum_p (-1)^J a_{1j_1} a_{2j_2} \dots a_{nj_n} \text{ onde } J = J(j_1, \dots, j_n)$$

No *framework* proposto, será utilizado o teorema de Laplace que consiste em uma fórmula de recorrência para calcular o determinante de uma matriz de ordem n , a partir dos determinantes das submatrizes quadradas de ordem $n - 1$ (BOLDRINI *et al.*, 1980). Para matrizes de ordem n , a Figura 18 demonstra como podemos obter a determinante.

Figura 18 – Como calcular determinante de ordem n

$$\det A_n = A_{i1}\Delta_{i1} + \dots + A_{in}\Delta_{in}$$

$$\det A_n = \sum_{j=1}^n a_{ij}(-1)^{i+j} \det A_{ij}$$

$$\det A_n = \sum_{j=1}^n a_{ij} \Delta_{ij}$$

Figura 19 – Aplicação do teorema de Laplace pela escolha da segunda coluna

$$\det A = \begin{vmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & 1 & -1 \\ -2 & -1 & 2 \end{vmatrix} = (-2)\Delta_{12} + 1\Delta_{22} + (-1)\Delta_{32}$$

Em que Δ_{ij} representa o cofator, também chamado de complemento algébrico do elemento a_{ij} . Nessa expressão, o determinante foi calculado pela linha, analogamente, é válida se usarmos a coluna. Analisando a matriz de ordem 3 da Figura 19, e selecionando a segunda coluna, podemos ver na prática como se desenvolve a expressão no decorrer da operação. Após a escolha, multiplicaremos os elementos da coluna selecionada pelos cofatores das submatrizes, conforme a Figura 20. Multiplicando os elementos da coluna selecionada pelos cofatores das matrizes, encontraremos a determinante, conforme a Figura 21.

Figura 20 – Encontrando os cofatores das submatrizes

$$\Delta_{12} = (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ -2 & 2 \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ -2 & 2 \end{vmatrix} = -2$$

$$\Delta_{22} = (-1)^{2+2} \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ -2 & 2 \end{vmatrix} = 8$$

$$\Delta_{32} = (-1)^{3+2} \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 2 & -1 \end{vmatrix} = 7$$

Figura 21 - Encontrando o determinante

$$\det A = (-2)(-2) + 1 \times 8 + (-1) \times 7$$

$$\det A = 4 + 8 - 7$$

$$\det A = 5$$

5 SISTEMAS DISTRIBUÍDOS E PARALELOS

Sistema paralelo consiste em um conjunto de múltiplos processadores que trabalham em cooperação para solucionar problemas computacionais, suportando uma grande carga de trabalho (STALLINGS, 2010). Sistemas paralelos possuem forte acoplamento e são previsíveis, pois compartilham o *hardware* ou se comunicam pelo barramento. Nestes

sistemas, o processamento é acelerado através da replicação de recursos, permitindo a execução concorrente de instruções. Em sua organização, o sistema paralelo pode ser de múltiplos processadores simétricos como o Symmetric Multiprocessor (SMP) ou de sistemas de acesso não uniforme à memória. Um exemplo de sistema paralelo é o Single Instruction, Multiple Data (SIMD) em que uma única instrução de máquina controla a execução simultânea dos elementos de processamento básico, esses elementos possuem memória de dados associada, em que cada instrução é executada em conjunto. O SIMD oferece também, diversas unidades de execução em uma única unidade de controle sobre operandos distintos. Já o sistema paralelo Multiple Instruction, Multiple Data (MIMD), os processadores são de uso em geral, usa a CPU como um todo e executa sequências de instruções simultâneas em diferentes conjuntos de dados. Os processadores atuais, com múltiplos núcleos, são sistemas paralelos já que possuem diversas unidades de processamento. São uma evolução do SMP, em que era necessário instalar diversos processadores em um único processador para obter o paralelismo no processamento com uma memória global.

Como descrito em sua organização, o SMP consiste de vários processadores semelhantes em um mesmo computador, conectados por barramento ou algum tipo de arranjo de comutação (CARTER, 2003; STALLINGS, 2010). Compartilham uma memória em comum, cada processador possui sua própria *cache*, assim é possível determinar que a informação esteja em mais de uma *cache*. Uma evolução destes sistemas são os processadores *multicore*, CPUs com múltiplos núcleos de processamento. Estas CPUs têm grande vantagem sobre os processadores antigos, pois estes trabalhavam com apenas um núcleo de processamento e eram necessários vários processadores em um único sistema para prover o paralelismo. Processadores *multicore* podem executar diversas tarefas ao mesmo tempo, gerando menos calor.

Uma evolução natural para os sistemas paralelos são os Sistemas Distribuídos (SD). Sua definição aparece de forma diferente em diversas referências clássicas da literatura. Uma delas define os SD como componentes autônomos que cooperam. Em outra, são definidos como computadores interligados em redes nas quais a comunicação ocorre por mensagens. Coulouris *et al.* (2013, p. 1) definem um sistema distribuído da seguinte maneira: “Um sistema distribuído é um conjunto de computadores independentes que se apresenta a seus usuários como um sistema único e coerente”. Tanenbaum e Steen (2017, p. 2) definem, por sua vez, da seguinte forma:

Definimos um sistema distribuído como aquele no qual os componentes de hardware ou software, localizados em computadores interligados em rede, comunicam-se e coordenam suas ações apenas enviando mensagens entre si. Essa definição simples abrange toda a gama de sistemas nos quais computadores interligados em rede podem ser distribuídos de maneira útil.

Tendo em vista essas definições, consideramos que, em um sistema distribuído, os computadores são interligados por uma rede e se comunicam e coordenam suas ações por trocas de mensagens. Eles podem estar separados por qualquer distância ou no mesmo

prédio ou sala. Suas características são: a concorrência de componentes, falta de um relógio global e falhas de componentes independentes. Seu compartilhamento de recurso pode ser abstrato e gerenciado por servidores e acessados por clientes, ou podem ser encapsulados como objetos e acessados por outros objetos clientes.

6 THREADS

Machado e Maia (2007) relembram que até o final da década de 1970, os sistemas operacionais executavam e suportavam processos com uma única *thread*. A partir do sistema operacional Toth em 1979, surgiu o conceito que resultou nas *threads*. Porém, somente em 1980 o conceito ficou claro, com o desenvolvimento do Mach na Universidade de Carnegie Mellon. Uma *thread* pode ser definida como uma sub-rotina de um programa que pode ser executada de forma assíncrona, ou seja, executada paralelamente ao programa chamador. O sistema operacional gerencia a concorrência entre os processos e *threads*, fazendo com que haja transparência no compartilhamento da mesma CPU além de outros recursos de *hardware*. Segundo Tanenbaum (2009), existem pelo menos três razões para existência de *threads*, são elas:

- a. múltiplas atividades podem ocorrer simultaneamente para diversos tipos de aplicação;
- b. sua destruição é mais rápida e fácil se comparada a processos, pois não possuem recursos associados a eles;
- c. quando se trabalha com muitas entradas e saídas, as *threads* permitem que essas atividades se sobreponham, acelerando assim a aplicação.

Além dos benefícios citados por Tanenbaum, as *threads* podem trazer aumento no desempenho, pois permitem que diversas operações de processamento se sobreponham; permitem que uma grande quantidade de dados de entrada e saída sejam gerenciados; reduzem a contenção na espera por operações de IO ou mensagens de rede. Nesse ambiente, o processo tem diversas *threads* de execução, com a vantagem de poder compartilhar seu espaço de endereçamento com outras *threads*. Com essa perspectiva, as tarefas deixam de ser associadas a processos e passam a ser associados a *threads* que possibilitam a execução concorrente de sub-rotinas dentro de um mesmo processo (TANENBAUM; AUSTIN, 2013). Por dividir o mesmo espaço de endereçamento e variáveis globais, uma *thread* pode ter acesso a particularidades de outra evitando a necessidade de mecanismos de troca de mensagens para comunicação.

7 INVOCAÇÃO REMOTA DE PROCEDIMENTOS E MÉTODOS

A invocação remota representa o paradigma de comunicação mais comum nos sistemas distribuídos, cobrindo várias técnicas baseadas na troca bilateral entre as entidades que se comunicam em um sistema distribuído que resulta na chamada de uma operação, procedimento ou método. Essas técnicas utilizam o padrão de comunicação requisição-resposta em que um servidor espera por uma requisição, neste caso, uma chamada a um procedimento ou método, e produz uma resposta. O cliente realiza a requisição por meio de uma chamada a um procedimento que não é local. Duas das técnicas mais importantes são o RPC e RMI.

O Remote Procedure Call (RPC) tem como objetivo aproximar o nível de programação em sistemas distribuídos à programação convencional, obtendo assim transparência de distribuição de alto nível. Para atingir essa transparência, a abstração de como a comunicação ocorre passa para o ambiente distribuído. A ideia do RPC surgiu em 1984, quando Birrell e Nelson propuseram em seu artigo a possibilidade de chamar procedimentos de outras máquinas. Resumidamente, Tanenbaum e Steen (2007) explicam seu funcionamento da seguinte forma: quando um processo na máquina A chama um procedimento na máquina B, o processo chamador em A é suspenso, e a execução do procedimento chamado ocorre em B.

O Remote Method Invocation (RMI) é uma técnica semelhante ao RPC, porém adequada à abstração da orientação a objetos (ORACLE, 1993-2018). É uma extensão da invocação a método local que permite objetos de um processo invocar métodos de objetos em outro processo (COULOURIS *et al.*, 2013). Nos anos 1990, a programação orientada a objetos foi ampliada para permitir que objetos dos seus processos se comuniquem utilizando a RMI. O modelo, apesar de similar ao RPC, engloba diversas questões relacionadas aos conceitos de orientação a objetos, estendendo o conceito de referência a objetos para este ambiente e permitindo o uso dessas referências como parâmetros remotamente (COULOURIS *et al.*, 2013).

8 SOLUÇÃO PROPOSTA

O *framework* proposto neste trabalho tem por finalidade o cálculo de operações com matrizes em ambientes não paralelos, paralelos e distribuídos. O objetivo é auxiliar o desenvolvimento de soluções em diversas áreas como a engenharia de computação, por meio de um componente de *software* livre e de fácil utilização. Assim, o desenvolvimento será realizado por meio exclusivo de tecnologias de *software* livres. O grande diferencial para o *framework* proposto está na maneira de como será o processamento dessas operações, podendo ser utilizado em um número arbitrário de *threads* (ou núcleos do

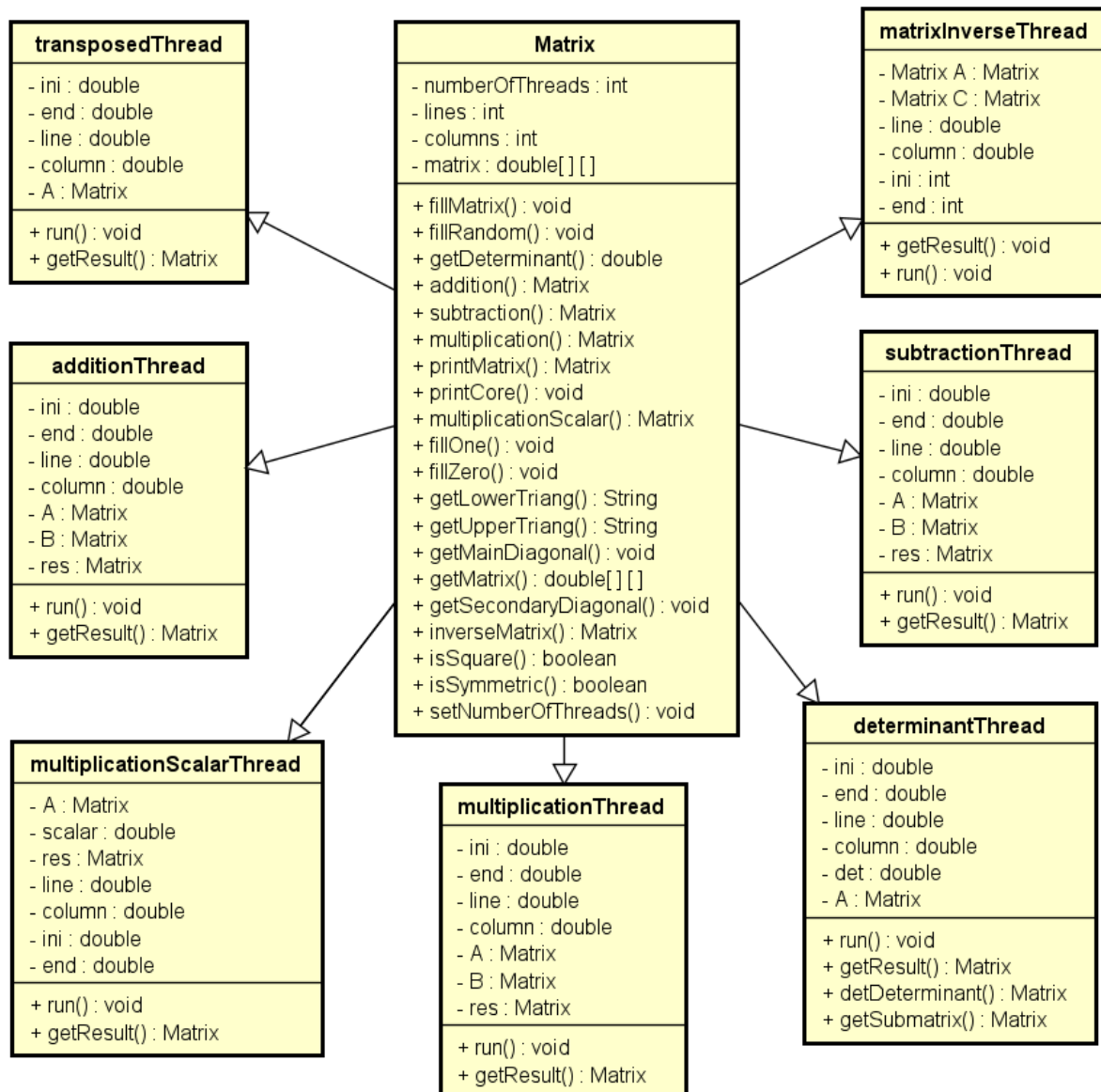
processador), possibilitando ao usuário a utilização de todo potencial de sua máquina. O *framework* é dividido em oito classes, que estão listadas e explicadas a seguir:

- Classe *Matrix*: responsável por manter os atributos necessários para representar uma matriz e os métodos para realizar as operações (adição, subtração, multiplicação, determinante, transposta e inversa). Ela possui um método chamado *setNumberOfThreads* que permite definir a quantidade de *threads* utilizada nas operações.
- Classe *additionThread*: responsável por realizar a operação de adição para uma parte da matriz resultante, já que devem existir outras *threads* cooperando;
- Classe *subtractionThread*: responsável por realizar a operação de subtração para uma parte da matriz resultante, já que devem existir outras *threads* cooperando;
- Classe *multiplicationThread*: responsável por realizar a operação de multiplicação, para uma parte da matriz resultante, já que devem existir outras *threads* cooperando;
- Classe *multiplicationScalarThread*: responsável por multiplicar os elementos de uma matriz por um escalar para uma parte da matriz resultante, já que devem existir outras *threads* cooperando;
- Classe *determinantThread*: responsável calcular parcialmente a determinante de uma matriz, já devem existir outras *threads* cooperando;
- Classe *transposedThread*: responsável por transpor os elementos de uma matriz para uma parte da matriz resultante, já que devem existir outras *threads* cooperando;
- Classe *matrixInverseThread*: responsável por calcular a inversa de uma matriz para uma parte da matriz resultante, já que devem existir outras *threads* cooperando.

O diagrama de classes da Figura 22 apresenta a relação de métodos e classes do *framework*. Um pacote com quatro classes, não representadas neste diagrama, são responsáveis por tratar e gerar exceções, como por exemplo a multiplicação incompatível de duas matrizes ou a tentativa de realizar a operação em uma matriz que não tem conteúdo.

As operações podem ser executadas com a quantidade de *threads* escolhido pelo usuário, por meio da classe *Matrix*. A execução em paralelo depende do número de núcleos disponíveis no processador e recomenda-se utilizar uma quantidade de *threads* que corresponda à quantidade de núcleos disponíveis. Para as operações disponíveis, caso algum requisito não seja atendido, uma exceção é gerada pelo pacote *MatrixException*, que informa ao usuário (programador) o erro e uma possível solução.

Figura 22 – Diagrama de classes



Na Figura 23, é apresentado o funcionamento do código com uma única *thread* em execução. Neste exemplo, operação de soma é selecionada pelo usuário e a matriz resultante começa a ser calculada e preenchida elemento por elemento. Nesta figura, cada grade corresponde a uma etapa do cálculo da matriz resultante. Os elementos em branco correspondem aos que serão calculados, os elementos em vermelho que estão sendo calculados em um determinado momento e os elementos em verde são aqueles já calculados. Podemos perceber que foram realizadas 16 operações sequenciais, em 16 intervalos discretos de tempo.

Já a Figura 24 apresenta, para a mesma matriz, como a ferramenta realiza esta operação com quatro *threads*. Cada *thread* ficou responsável por uma linha da matriz resultante. As cores vermelho, amarelo, azul e laranja representam os elementos calculados por cada *thread*, fazendo com que a operação ocorra de maneira simultânea utilizando

apenas quatro intervalos discretos de tempo. Analisando as duas figuras, fica nítido como todos os elementos foram percorridos e somados de maneira mais ágil, em relação ao representado na Figura 23.

Figura 23 – Adição de matriz com uma única thread

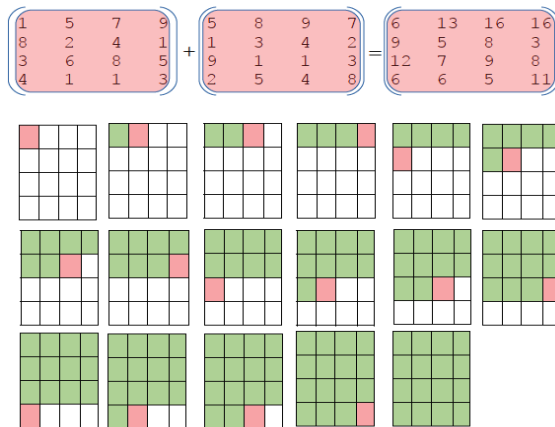
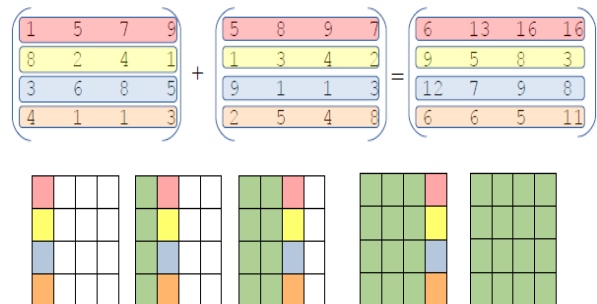


Figura 24 – Adição de matriz com quatro threads



O *framework* utiliza o tipo primitivo *double*, para valores inseridos nas matrizes. O *double* é um tipo de dado para ponto flutuante que correspondente a 64 bits e é capaz de armazenar números reais de precisão dupla (ORACLE, 1995-2019). É usado para representar valores nos quais é preciso uma precisão maior que o *float*. Caso o usuário forneça como entrada algum tipo diferente deste, a ferramenta produz uma exceção e informa qual tipo suportado.

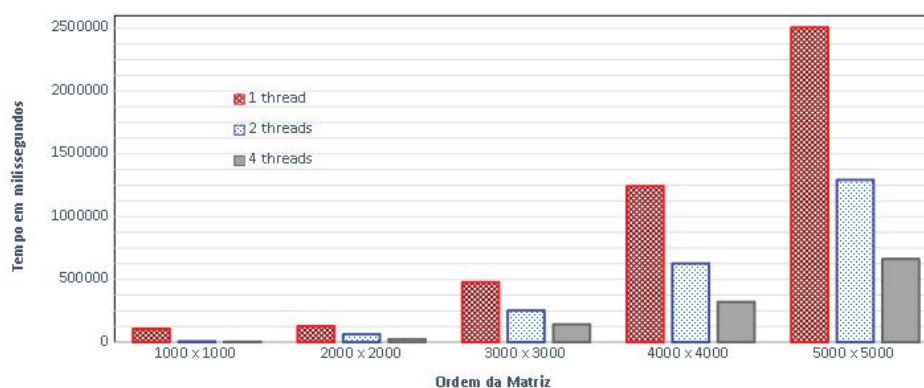
9 RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÃO

Para avaliar a solução proposta, realizamos a operação de multiplicação de matrizes (que têm maior custo computacional) em matrizes de ordem 1000 x 1000, 2000 x 2000, 3000 x 3000, 4000 x 4000 e 5000 x 5000. As matrizes foram criadas e preenchidas com elementos aleatórios, em seguida a operação foi realizada para a coleta do tempo de processamento. Os testes foram executados em um *desktop* com sistema operacional o Windows 10 – 64 bits, processador Intel Core i5 3.4GHz com quatro núcleos e memória principal de 8 *gigabytes*. A Figura 25 exemplifica como um programador pode criar duas matrizes de ordem 1000, preencher seu conteúdo com números aleatórios, definir o número de *threads* a serem utilizadas e obter a matriz resultante da multiplicação destas matrizes. A Figura 26 apresenta o tempo de processamento da multiplicação de matrizes com ordem 1000, 2000, 3000, 4000 e 5000 com uma, duas e quatro *threads*.

Figura 25 – Exemplo de código utilizado nos testes

```
Matrix a = new Matrix(1000, 1000);  
Matrix b = new Matrix(1000, 1000);  
a.fillRandom();  
b.fillRandom();  
Matrix.setNumberOfThreads(1);  
Matrix c = b.multiplication(a);
```

Figura 26 – Tempo de processamento para a multiplicação de matrizes com 1, 2 e 4 threads



Ao analisar o gráfico, podemos perceber a redução no tempo de processamento, para obter a matriz resultante, com o aumento no número de *threads*. Para a primeira matriz de ordem 1000 x 1000, o tempo de processamento diminuiu em 97% ao utilizar 4 *threads*. Para a matriz de ordem 2000 x 2000, o tempo diminuiu em 50% e 81%, para duas e quatro *threads*, respectivamente. Nas três matrizes seguintes, utilizando duas *threads*, o tempo de processamento diminuiu entre 47% e 49%, e utilizando quatro *threads*, esse tempo caiu para aproximadamente 70% a 74% em relação ao tempo necessário com uma *thread*.

Os resultados apresentados correspondem ao jMatrix versão 0.1. Este trabalho já foi complementado com métodos para guardar e recuperar matrizes em formato texto e binário. Também foram incluídas rotinas para permitir a operação entre matrizes armazenadas em arquivos diretamente por uma única linha de programação, aproveitando a capacidade de paralelizar a operação. Estas melhorias correspondem ao jMatrix versão 0.2 e permitem que o programador integre sua solução com ferramentas existentes como o Matlab ou até mesmo o Excel, além de compartilhar dados por meio de sistemas de arquivos paralelos, como o NFS (CARVALHO, 2005). O jMatrix 0.3, ainda em desenvolvimento, tem como objetivo permitir a utilização de diversas *threads* em dois ou mais computadores por meio da invocação de métodos remotos do Java.

OS AUTORES

Rafael da Costa Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Bacharelado em Sistemas de Informação – PIBIC
raphllcosta@gmail.com

Robson Barbosa Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Coordenação de Comunicação Social
robson.souza@ifg.edu.br

Agenor Freitas de Andrade

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Departamento de Áreas Acadêmicas
agenor.freitas@ifg.edu.br

Ulisses Rodrigues Afonseca

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Luziânia/Departamento de Áreas Acadêmicas
urafonseca@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

BOLDRINI, José Luiz *et al.* *Álgebra linear*. 3. ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1980.

CALLIOLI, Carlos A.; DOMINGUES, Hygino H.; COSTA, Roberto C. F. *Álgebra linear e aplicações*. 6. ed. São Paulo: Atual, 1990.

CARTER, Nicholas. *Teoria e problemas de arquitetura de computadores*. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CARVALHO, Roberto P. de. *Sistemas de arquivos paralelos: alternativas para redução de gargalo no acesso ao sistema de arquivos*. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

COULOURIS, George; DOLLIMORE, Jean; KINDBERG, Tim; BLAIR, Gordon. *Sistemas distribuídos: conceitos e projeto*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

FIGUEIREDO, Luiz M. *Álgebra linear I*. 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

KUERTEN, Cristina. *Algumas aplicações de matrizes*. 2002. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MACHADO, Francis B.; MAIA, Luiz P. *Arquitetura de sistemas operacionais*. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2007.

ORACLE. *Getting Started Using Java™ RMI*. Java SE Documentation. Redwood City: Oracle, 1993-2018. Disponível em:

<https://docs.oracle.com/javase/7/docs/technotes/guides/rmi/hello/hello-world.html>.

Acesso em: 25 abr. 2018.

ORACLE. *The Java tutorials: primitive data types*. Java Documentation. Redwood City: Oracle, 1995-2019. Disponível em: <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/nutsandbolts/datatypes.html>.

Acesso em: 12 jun. 2019.

STALLINGS, William. *Arquitetura e organização de computadores*. 8. ed. São Paulo: Pearson Pratices Hall, 2010.

STEINBRUCH, Alfredo. *Álgebra linear*. 2. ed. São Paulo: Pearson Education, 1987.

TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas operacionais modernos*. 3. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

TANENBAUM, Andrew S.; AUSTIN, Todd. *Organização estruturada de computadores*. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

TANENBAUM, Andrew S.; STEEN, Maarten V. *Sistemas distribuídos: princípios e paradigmas*. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

Blocos de concreto para pavimentação: análise da viabilidade da incorporação de rejeito de minério para a sua produção

Jhonvaldo de Carvalho Santana
Fleury Cardoso Augusto
Jéssica Azevedo Coelho

Resumo

A exploração de minérios no Brasil vem crescendo a cada ano, influenciado pela demanda mundial por esses produtos. Essa extração acarreta uma assombrosa degradação ambiental, seja pela alteração do ambiente natural, seja pela quantia exorbitante de rejeito de minério gerado e armazenado pelas empresas extrativistas. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), a quantidade de rejeitos, em alguns casos, é igual à da substância produzida (IBRAM, 2016). Esse estudo teve como objetivo analisar a viabilidade do uso do rejeito produzido pela Mineração Maracá Indústria e Comércio S/A, no município de Alto Horizonte/GO, como agregado miúdo na produção de blocos de concreto para pavimentação, em conformidade com a NBR 9781/2013. Através da revisão bibliográfica sobre o tema, definiram-se porcentagens de substituições em 15%, 25% e 35%

do agregado miúdo pelo rejeito e aglomerante o cimento Portland do tipo CPV – ARI. Foram moldados blocos de concreto para pavimentação com essas substituições e realizados ensaios de absorção de água e resistência à compressão uniaxial, sendo esses os ensaios exigidos por norma. Concluiu-se que, em relação à absorção de água, todos os *pavers* atenderam ao limite de mínimo de 6%. Porém, quanto a resistência à compressão, nenhum dos traços analisados atenderam à resistência mínima (35 MPa) exigidos pela NBR 9781/2013. Esse estudo, portanto, pode ser norteador de novas pesquisas para que se encontre um traço ideal que se adeque aos limites de absorção de água e resistência à compressão, exigidos pela norma regulamentadora.

Palavras-chave: Bloco de concreto. *Paver*. Pavimentação. Rejeito. Mineração.

1 INTRODUÇÃO

É notável o crescimento da extração de diversos tipos de minério, no Brasil, crescimento esse, influenciado por diversos fatores como, por exemplo, o aumento da demanda mundial pelo material. Essa extração gera impostos, empregos, renda e desenvolvimento, mas paralelo a isso, a degradação socioambiental também se faz presente.

Tomando como foco a degradação ambiental, percebe-se a quantia exorbitante de rejeito de minério gerado por essas empresas extrativistas. Segundo o Instituto Brasileiro de

Mineração (Ibram) a quantidade de rejeitos, em alguns casos, é igual à da substância produzida. Para cada tonelada de minério de ferro processado, por exemplo, temos cerca de 0,4 toneladas de rejeitos (IBRAM, 2016).

A maior parte da disposição de rejeitos da mineração nacional se faz por barragens de rejeitos, cuja função principal é a contenção dos mesmos, tendo por objetivo secundário o armazenamento de água para o reuso na mina e/ou no beneficiamento.

Os riscos associados às barragens de rejeitos estão entre os mais significativos para a degradação ambiental. Não são incomuns os acidentes com ruptura de barragens de rejeito, algumas das vezes causados por problemas de gestão de segurança. Esses acidentes dão origem a impactos ambientais adversos e, por vezes, lamentavelmente, resultam em perda de vidas humanas como aconteceu em Mariana e Brumadinho.

Diante disso, fazem-se necessários estudos e pesquisas para que se dê uma utilização econômica e prática para esse acúmulo de rejeitos. De acordo com Sandra Lúcia de Moraes (2016 *apud* REJEITO, 2016), pesquisadora do Laboratório de Processos Metalúrgicos (LPM), o aproveitamento dos rejeitos de minério reduziria a quantidade de resíduo alocado nas barragens, amenizando as dificuldades de manutenção e estabilidade e, em alguns casos, até mesmo tornando-as desnecessárias. Esse aproveitamento seria também uma maneira de diminuir a degradação ambiental e os riscos de rompimento das barragens.

Em Alto Horizonte, os rejeitos de minérios produzidos pela Mineração Maracá Indústria, Comércio S/A (MMIC) são depositados em bacia de acúmulo limitada por barragem, em que água clarificada é utilizada no beneficiamento do minério e os sólidos sedimentares são descartados.

Esse estudo visa analisar a viabilidade do uso desse rejeito sólido sedimentar da barragem da Mineração Maracá, como agregado miúdo na produção de blocos de concreto para pavimentação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Alto Horizonte e Mineração Maracá

Alto Horizonte é um município situado a 350 km da capital do estado de Goiás, Goiânia, com área territorial de 503,764 km², cuja economia era predominantemente agrária; contudo, o município vivenciou acelerado crescimento econômico com a instalação do complexo mineiro e com o desenvolvimento de suas atividades em 2005.

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no censo do ano de 2010, a população contabilizada foi de 4.505 habitantes, com densidade demográfica de 8,94 hab./km, com IDH de 0,719 e renda média de 3,6 salários mínimos (IBGE, 2010).

Comparando a outros municípios do país, Alto Horizonte ocupava a 126ª posição no ranking nacional e o 11º no estado, representando 0,37% do PIB goiano, notoriedade dada pela extração do minério.

Estas jazidas de minério de cobre responsável pelo desenvolvimento econômico foram descobertas no ano de 1973, desde então, muitas foram as empresas que desenvolveram pesquisas para viabilidade de extração deste minério, porém, somente no ano de 2000 a Mineração Maracá assumiu a planta e iniciou o processo de regularização das atividades de extração. O trâmite teve duração de 05 anos. O estudo de viabilidade de extração da planta, aprovado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), apontava uma retirada de 12 milhões de toneladas de minério de cobre.

A MMIC desenvolve atividades de extração, venda e comercialização de subprodutos de minério de ferro, um empreendimento nomeado de Projeto Chapada, que pertencia ao grupo canadense Yamana Gold, mas que, no dia 15 de abril de 2019, o grupo anunciou a venda da mina para a empresa também canadense, Lundin Mining Corporation, que assumiu os ativos e passivos da empresa instalada em Alto Horizonte.

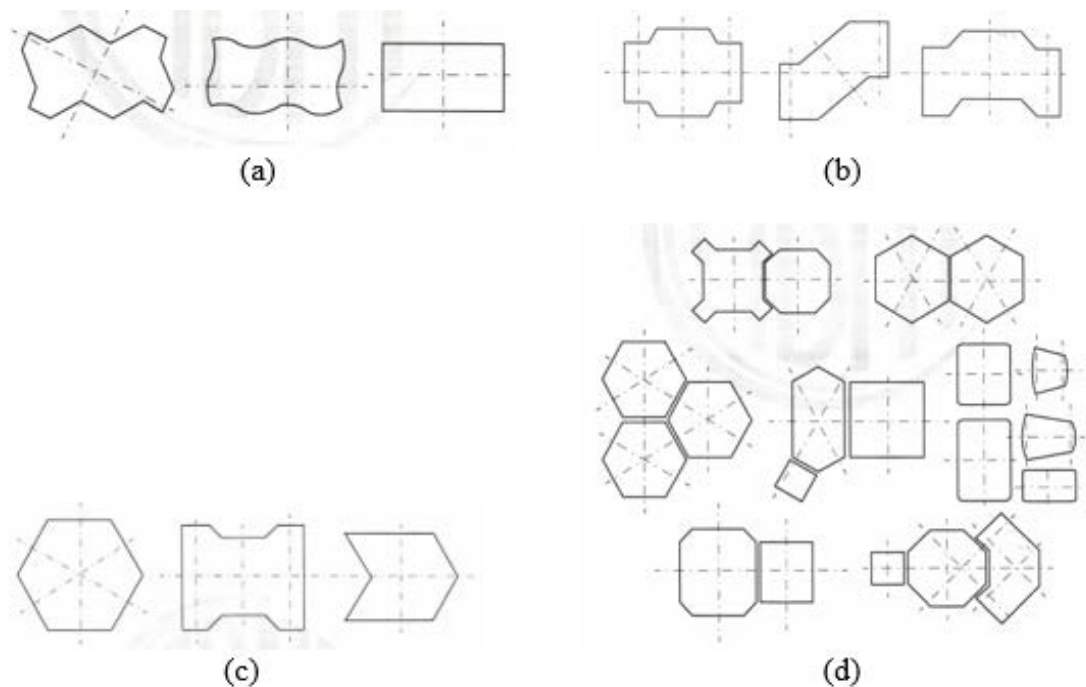
2.2. Bloco de concreto para pavimentação (*Paver*)

De acordo com a NBR 9781/2013, blocos de concreto para pavimentação são uma peça pré-moldada de concreto, utilizada como material de revestimento em pavimento intertravado (ABNT, 2013). Esses blocos são amplamente utilizados em calçadas, estacionamentos, ruas e pisos em geral, uma vez que possuem os mais diversos formatos, tamanhos e cores. Quando destinados à pavimentação, são confeccionados mecânica ou manualmente com materiais básicos como: aglomerante, agregados (miúdo e graúdo), água e, em alguns casos, aditivos.

Fioriti (2007) afirma que os pavimentos intertravados com blocos de concreto se desenvolveram a tal ponto que não existe sequer um nicho da engenharia em que não se tenha empregado esse tipo de pavimento, desde calçadas residenciais a aeroportos, em todos os lugares do mundo. Ary Jr. (2007) destaca algumas vantagens do pavimento intertravado com blocos de concreto, tais como: possibilidade de ser montado e desmontado, a alternativa de utilização de mão-de-obra local, não necessita mobilização de grandes equipamentos, além de outros fatores como a baixa retenção de calor em função das tonalidades claras, a valorização paisagística etc. Além disso, no contexto sustentável, o pavimento intertravado está sendo considerado como uma alternativa moderna, viável, racional com eficácia técnica e econômico (FIORITI, 2007).

A NBR 9781/2013 define quatro tipos dos blocos de concreto, mostrados na Figura 1.

Figura 1 – Tipos de blocos de concreto para pavimentação



Fonte: ABNT (2013).

O resumo dos requisitos para a aceitação dos blocos de concreto para pavimentação produzidos conforme a NBR 9781/2013 é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Requisitos físicos obrigatórios para a aceitação dos blocos produzidos

Requisitos físicos		Limites admissíveis
Tolerância Dimensional (mm)	Comprimento	$\pm 3,0$ mm
	Largura	$\pm 3,0$ mm
	Altura	$\pm 5,0$ mm
Resistência à compressão uniaxial (MPa)	1	$\geq 35,0$ Veículos comerciais de linha
	2	$\geq 50,0$ Veículos especiais ou cargas que produzem acentuados efeitos de abrasão
Absorção de água		$\leq 6\%$

Fonte: Adaptado de ABNT (2013).

Segundo a NBR 9781/2013, a resistência característica dos blocos de pavimentação moldados (f_{pk}) é encontrada pela equação I:

$$f_{pk} = f_p - t * s \quad (I)$$

Onde:

f_{pk} = resistência característica à compressão, e MPa;

f_p = resistência média das peças ensaiadas de acordo com a NBR 9781, em MPa;

t = Coeficiente de Student fornecido pela NBR 9781;

s = desvio padrão da amostra $\sqrt{\frac{\sum(f_p - f_{pi})^2}{n-1}}$, em MPa;

f_{pi} = resistência individual das peças ensaiadas de acordo com a NBR 9781, em MPa;

n = número de peças da amostra;

2.3. Rejeito de minério

Existem dois tipos principais de resíduos sólidos provenientes de mineração, os estéreis e os rejeitos. Os estéreis são os materiais escavados, gerados a partir de atividades de extração da mina, não possuem valor econômico e, por consequência, ficam, geralmente, empilhados. Os rejeitos são oriundos dos processos de beneficiamento a que são submetidas as substâncias minerais (IPEA, 2012). De maneira geral, são provenientes do processo de extração dos elementos de interesse econômico da mineração, podendo ser classificados como inertes e não inertes. Estes últimos podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (ABNT, 2004).

A quantidade de rejeitos gerada nos processos de beneficiamento de minério normalmente é alta, e, dependendo dos objetivos econômicos da mineradora, a disposição é feita em superfície ou é vinculada ao processo de extração do minério, de forma subterrânea ou a céu aberto (LOZANO, 2006). Na extração de cobre e ouro feita pela Mineração Maracá em Alto Horizonte, são gerados rejeitos sólidos considerados como um material inerte, segundo o Relatório Técnico de Classificação de Resíduos Sólidos, Geosol, realizado em 2008. A barragem de rejeito da MMIC é demasiada extensa, consideravelmente maior que a zona urbana da cidade de Alto Horizonte, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Imagem aérea das cavas e da barragem de acúmulo de rejeitos da Mineração Maracá em Alto Horizonte/GO



Fonte: Google Earth (2018).

Segundo os responsáveis pelo setor de produção da Mineração Maracá, em entrevista para os autores desta pesquisa, o rejeito é produzido na etapa de flotação, e é composto principalmente por quartzoto/feldspato e óxidos/silicatos diversos, podendo ser encontrado também pequenas quantidades de calcopirita/pirita. Além disso, são produzidas 99 toneladas de rejeito para cada tonelada de minério. Esse rejeito é armazenado na barragem de acúmulo e não possui, atualmente, um uso prático.

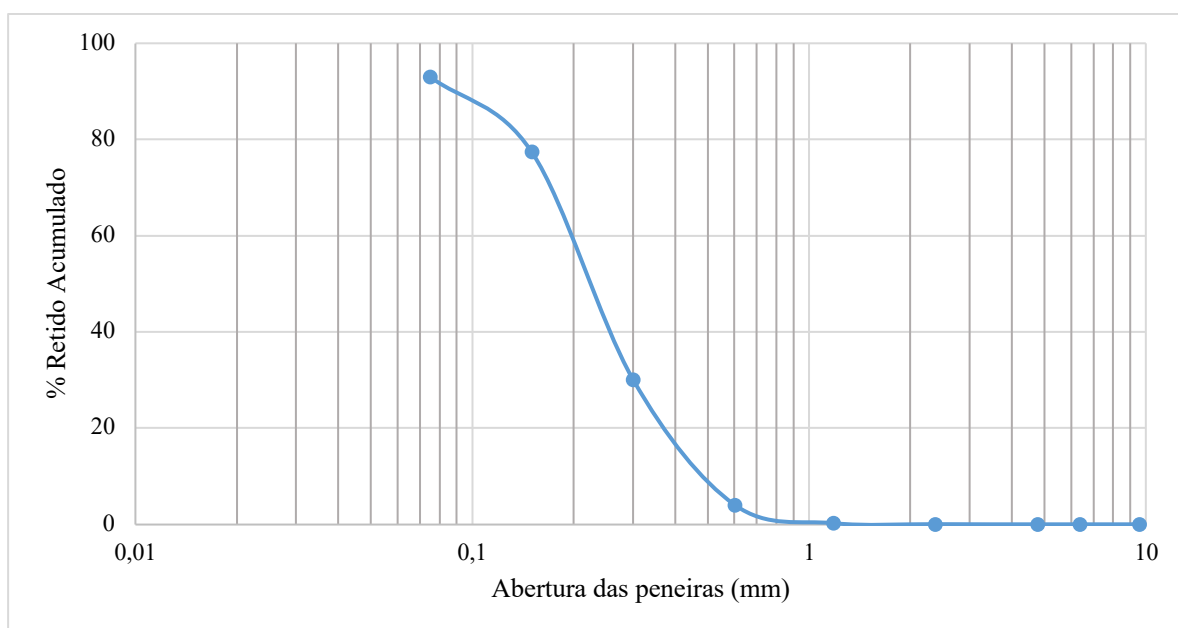
3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa é classificada, com base em Gil (2010), como explicativa por seus objetivos e como experimental por seu procedimento técnico.

Não foi necessário coletar o rejeito na barragem da Mineração Maracá, pois já existia quantidade suficiente dele no laboratório de Materiais de Construção (Maco) do Instituto Federal de Goiás (IFG)/Câmpus Uruaçu.

Em sua pesquisa, Souza Jr. (2017) fez análises físicas do rejeito, bem como ensaios de compressão uniaxial no concreto produzido com o rejeito agindo como substituto parcial do agregado miúdo. Sobre as características físicas do rejeito, o autor chegou à conclusão de que o material possui diâmetro máximo característico de 0,6 mm, como mostra a Tabela 1, e módulo de finura de 1,12, ficando abaixo da zona utilizável inferior, o que torna inviável a substituição de 100% no traço. Além disso, o rejeito de minério possui absorção de água de 0,8% e massa específica seca de 2,778 g/cm³ (SOUZA JR., 2017). O Gráfico 1 apresenta a curva granulométrica do rejeito de minério.

Gráfico 1 – Diagrama de caixa das resistências à compressão uniaxial



Fonte: Produzido pelos autores (2019).

Tabela 1 – Composição granulométrica do rejeito de minério

Peneira (mm)	Peso Retido (G)	Retida (%)	Acumulada (%)	Diâmetro Máximo Característico (Mm)
9,52	0	0	0	0,6
6,35	0	0	0	
4,75	0	0	0	
2,36	0,35	0,035	0,035	
1,18	2	0,2	0,235	
0,6	38,5	3,85	4,085	
0,3	260,05	26,005	30,09	
0,15	473,4	47,34	77,43	
0,075	155,75	15,575	93,005	
Fundo	69,95	6,995	100	
Total	1000	100		

Fonte: Souza Jr. (2017).

Além disso, Souza Jr. (2017) concluiu que a substituição de 15% do agregado miúdo pelo rejeito de minério, no traço de concreto por ele analisado, auxiliou no ganho de resistência característica (f_{ck}) do material, porém, nos teores de substituição de 22,5% e 30%, a resistência do concreto diminuiu. Sendo assim, a substituição que alcançou maior resistência foi a de 15% com 26.6 MPa aos 28 dias. Porém, segundo ele, todas as substituições poderiam ser usadas para fins estruturais, visto que todos os traços atingiram mais de 20 MPa de resistência aos 28 dias (SOUZA JR., 2017).

Tendo como referencial o estudo de Souza Jr. (2017), foram confeccionados, nessa pesquisa, blocos de concreto para pavimentação em 4 traços de concreto para análise da resistência característica, aos 28 dias. O traço utilizado foi o traço base (1:5) do método de dosagem IPT/EPUSP nos teores de substituição do agregado miúdo pelo rejeito de minério de 0%, 15%, 25% e 35%.

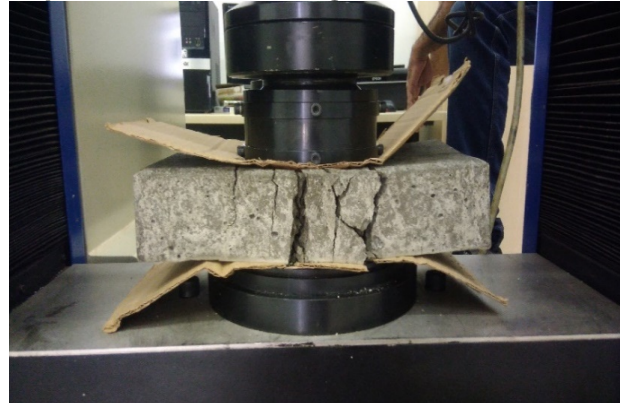
Como os blocos de concreto para pavimentação possuem forma geométrica diferente dos corpos de prova cilíndricos convencionais, e o rompimento seria feito em uma prensa hidráulica convencional, em que não se possuía um molde retangular para capeamento, foram moldados corpos de prova no formato cilíndrico e retangular, sem a adição de rejeito, para verificar se a forma geométrica interferia na resistência, como mostram as figuras 3 e 4. O rompimento ocorreu nos laboratórios do IFG/Câmpus Uruaçu.

Figura 3 – Ensaio de compressão uniaxial de corpo de prova em formato cilíndrico



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Figura 4 – Ensaio de compressão uniaxial de corpo de prova em formato retangular



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Após os ensaios com os corpos de prova em formatos diferentes, verificou-se que os mesmos não apresentaram variação de resistência significativa devido ao seu formato, além disso, com o cimento CP II que foi utilizado, a resistência manteve-se inferior aos 35 MPa exigidos pela norma.

Devido a isso, foi alterado o tipo de cimento utilizado no traço, para o tipo CP V – ARI, pois, entre os cimentos mais utilizados para fabricação dos blocos de concreto para pavimentação, os cimentos de alta resistência inicial são mais recomendados, devido à necessidade, por parte da indústria, de que os blocos obtenham altas resistências iniciais nas primeiras idades e atendam às especificações de desempenho mecânico precoce, aumentando, assim, sua rotatividade do estoque e diminuindo o capital de giro da indústria (CRUZ, 2003).

Após a alteração do tipo de cimento no traço, partiu-se então para a próxima etapa da pesquisa, na qual consistiu em moldar, romper e analisar os dados obtidos, dos blocos de concreto para pavimentação moldados, com a substituição do agregado miúdo pelo rejeito, nos teores de substituição de 0%, 15%, 25% e 35%.

Os blocos de concreto para pavimentação foram moldados manualmente: o concreto fresco foi colocado em formas plásticas que possuíam 200 mm de comprimento, 100 mm de largura e 100 mm de altura. Após 24 horas, os blocos foram desmoldados e colocados em cura saturada até os 28 dias de idade, como mostram as figuras 5 e 6.

Figura 5 – Blocos de concreto para pavimentação em estado fresco, moldados manualmente



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Figura 6 – Blocos de concreto armazenado em solução saturada de hidróxido de cálcio para cura



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Aos 3 dias de idade, os blocos de concreto foram submetidos ao ensaio de absorção de água no laboratório de Maco do IFG/Câmpus Uruaçu e, aos 28 dias, ao ensaio de compressão uniaxial no laboratório de Maco do IFG/Câmpus Goiânia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Forma geométrica

Quanto ao ensaio de resistência à compressão dos blocos em formas geométricas diferentes, não se obteve grandes variações de resistência, o que foi esperado, visto que além de serem feitos dos mesmos materiais, a área de contato entre a prensa e os corpos de prova foi a mesma. Além disso, o ensaio se refere à compressão uniaxial, de modo que a força é aplicada em uma única direção; sendo assim, a força é distribuída uniformemente pelos materiais, através das regiões de contato grão-grão para todo o corpo de prova.

4.2. Absorção de água

O resultado do ensaio de absorção de água pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – Absorção de água dos blocos de pavimentação

Traço	Porcentagem de substituição (%)	Corpo de prova	Peso Úmido (g)	Peso Seco (g)	Absorção de Água Individual (%)	Absorção de Água - Média (%)
I	0	1	2727,9	2597,7	4,77	4,78
		2	2683,4	2554,9	4,79	
II	15	3	2786,2	2653,1	4,78	4,93
		4	2633,9	2499,8	5,09	
III	25	5	2730,6	2590,4	5,13	5,09
		6	2782,1	2641,9	5,04	
IV	35	7	2734,6	2590,6	5,27	5,44
		8	2717,7	2565,1	5,62	

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Todos os corpos de prova ensaiados estão de acordo com a norma regulamentadora NBR 9781 (ABNT, 2013) que não permite absorção de água individual maior que 7% e nem absorção média maior que 6% (ABNT, 2013).

4.3. Resistência à compressão uniaxial

Os blocos de concreto para pavimentação foram submetidos ao ensaio de compressão uniaxial aos 28 dias de idade nos laboratórios do IFG/Câmpus Goiânia, em conformidade com a ABNT NBR 9781/2013. Os dados do rompimento são mostrados na Tabela 4.

Tabela 3 – Ensaio de compressão uniaxial do concreto em estado endurecido

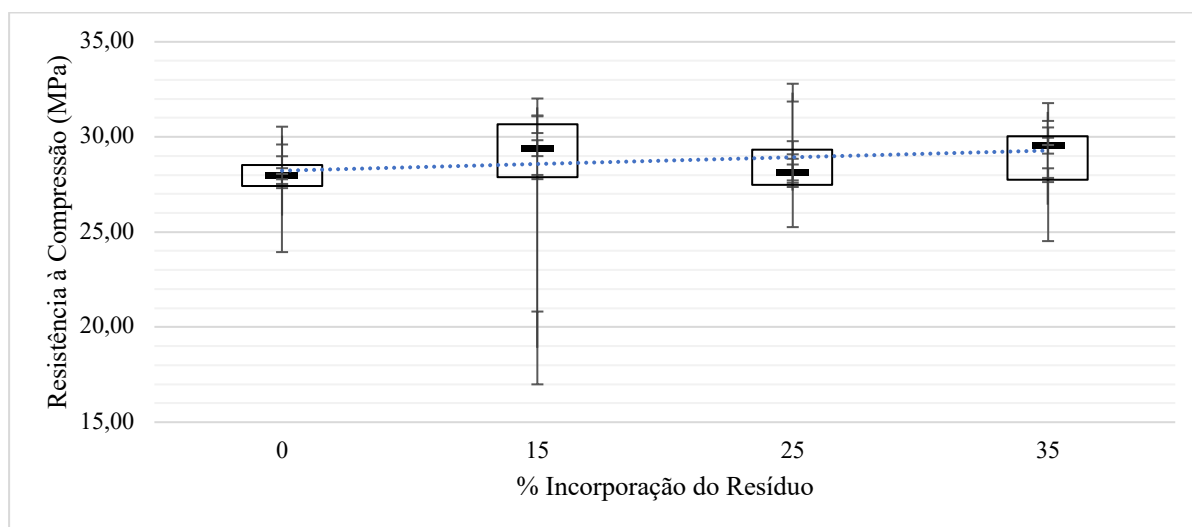
Teor de substituição do rejeito	Traço	Corpo de prova	Tensão Resistida (MPa)	Tensão Resistida Calculada (MPa)	Tensão Média (MPa)	Desvio Padrão	Resistência Característica Estimada (f _{pk,est} em MPa)
0%	0	1	27,28	28,64	27,96	1,403	26,67
		2	26,02	27,32			
		3	24,63	25,86			
		4	26,40	27,72			
		5	28,64	30,07			
		6	26,82	28,16			
15%	I	7	18,01	18,91	27,96	4,669	23,66
		8	29,27	30,73			
		9	29,02	30,47			
		10	27,00	28,35			
		11	30,05	31,55			
		12	26,42	27,74			
25%	II	13	25,88	27,17	28,791	1,957	26,99
		14	25,97	27,27			
		15	28,29	29,70			
		16	26,78	28,12			
		17	30,79	32,33			
		18	26,81	28,15			
35%	III	19	25,18	26,44	28,78	1,860	27,07
		20	27,73	29,12			
		21	25,98	27,28			
		22	28,54	29,97			
		23	28,63	30,06			
		24	29,82	31,31			

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

A substituição de 15% atingiu resistência inferior a 0%, enquanto que os blocos com 25% e 35% atingiram resistência superior a 0%.

Nota-se, porém, que a resistência individual de uma das peças com substituição de 15% apresentou resistência de 18,01 MPa, valor bem inferior aos demais, o que causou uma alteração significativa no desvio padrão da amostra. No Gráfico 2, denominado *boxplot*, também conhecido por diagrama de caixa, podemos ver a variação dos dados de resistência à compressão, aferidos na prensa, mais detalhadamente.

Gráfico 2 – Diagrama de caixa das resistências à compressão uniaxial



Fonte: Produzido pelos autores (2019).

É possível analisar, por exemplo, que apesar de apresentar alguns dados discrepantes, principalmente no que diz respeito aos menores valores encontrados no percentual de 15%, os valores medianos alcançados seguem uma linha de tendência crescente de resistência, à medida que também se aumenta o percentual de substituição. Logo, através da linha de tendência, pode-se notar que a inserção do rejeito no traço do bloco de concreto para pavimentação corrobora em um ganho de resistência característica do bloco.

Além disso, percebe-se, através do Gráfico 2, que a substituição de 35% resultou numa mediana mais próxima do valor máximo obtido no gráfico, ou seja, de forma geral, os valores de resistência à compressão uniaxial foram maiores, fazendo com que a mediana se aproximasse do valor máximo de resistência encontrado.

5 CONCLUSÕES

Através dos dados obtidos quanto à absorção de água, pode-se concluir que o aumento da quantidade de rejeito leva a um aumento da taxa de absorção de água. Portanto, teores de substituição muito elevados poderiam acarretar taxa de absorção de

água (individual e média) superior à permitida pela norma, tornando-se inviável sua fabricação e comercialização.

Quanto à resistência à compressão, conclui-se que a inserção do rejeito não promove um ganho significativo de resistência característica à compressão (f_{ck}) ao bloco de pavimentação. Não obstante, os blocos apresentarem resistência inferior à mínima estabelecida pela norma.

No entanto, Fioriti (2007) afirma que mesmo que blocos de pavimentação não tenham atingido o limite mínimo de 35 MPa estabelecido pela NBR 9781/2013 para veículos leves, caso a resistência seja maior que 15 MPa, já possuem resistência suficiente para serem utilizados na pavimentação intertravada de baixa intensidade de sobrecarga.

Assim sendo, podem ser produzidos blocos de concreto para pavimentação com as substituições dessa pesquisa, desde que sejam utilizados em pátios que não possuem trânsito de veículos automotores, praças, parques, pistas de caminhada, ciclovias, calçadas, entre outros.

Além disso, essa pesquisa pode ser utilizada como norteadora de novos estudos a fim de encontrar um traço ideal, com uma substituição que melhore os valores de resistência característica sem alterar a relação de absorção de água, visando valor de resistência mínima de 35 MPa, que permita o uso desses *pavers* para pavimentação intertravada de alta intensidade.

OS AUTORES

Jhonvaldo de Carvalho Santana

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Uruaçu/Engenharia Civil – Pibic
jhonvaldo@gmail.com

Fleury Cardoso Augusto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Uruaçu/Engenharia Civil – Pibic
fleurycardoso@hotmail.com

Jéssica Azevedo Coelho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Uruaçu/Departamento de Áreas Acadêmicas – Orientadora
jessica1901@gmail.com

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *NBR 10004*: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). *NBR 9781*: blocos de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ARY JR., Ivan J. *Pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nos centros comerciais de travessias urbanas: estudo de caso Guaiuba/CE*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

CRUZ, Luiz O. M. *Pavimento intertravado de concreto: estudo dos elementos e métodos de dimensionamento*. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

FIORITI, Cesar F. *Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo*. 2007. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

GIL, Antonio C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOOGLE EARTH. [Imagem da zona rural do município de Alto Horizonte/GO]. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 18 out. 2018.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Resultado dos dados preliminares do Censo 2010*. Campinorte. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/campinorte/panorama>. Acesso em: 23 maio 2019.

IBRAM (Instituto Brasileiro de Mineração). *Gestão e manejo de rejeito de mineração*. Brasília: Ibram, 2016.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). *Diagnóstico dos resíduos sólidos da atividade de mineração de substâncias não energéticas*. Brasília: Ipea, 2012. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120814_relatorio_atividade_mineracao.pdf. Acesso em: 4 mar. 2018.

LOZANO, Fernando A. E. *Seleção de locais para barragens de rejeitos usando o método de análise hierárquica*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

REJEITOS de mineração: tratamento de rejeitos é solução alternativa e economicamente viável à barragem de mineradoras. [*Portal de Notícias do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP*], São Paulo, 16 fev. 2016. Disponível em: http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=1043. Acesso em: 22 jan. 2018.

SOUZA JR., Claudio F. de. *Análise da resistência mecânica à compressão do concreto com substituição do agregado miúdo por resíduos resultantes da mineração de ouro e cobre*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Câmpus Uruaçu, Instituto Federal de Goiás, Uruaçu. 2017.

Diagnóstico energético em um edifício público: eficiência energética e economia financeira

11

Daniilo Oliveira Alvarenga
Timóteo da Silva Oliveira
Marcelo Escobar de Oliveira
Olívio Carlos Nascimento Souto

Resumo

A eficiência energética ao longo dos anos vem sendo cada vez mais noticiada e estudada pelos ramos industriais e acadêmicos. Isto se deve ao declínio dos combustíveis fósseis e o surgimento e inovação de energias mais limpas, como a energia solar. Estudos em instituições de ensino e pesquisa têm alavancado ainda mais o assunto no setor público, através de análises de eficiência energética nestes estabelecimentos. O setor público é um setor pouco explorado e com grande capacidade de otimização da eficiência energética, o que pode trazer uma grande economia para os cofres públicos. Assim, este trabalho tem como objetivo realizar o diagnóstico energético do uso de

energia elétrica de um edifício público. O intuito é proporcionar mudanças considerando redução de custos e benefícios ao edifício visando a melhor eficiência energética. Para a verificação da metodologia proposta utilizou-se um edifício público no qual foram realizadas propostas de alterações, considerando os valores tarifários, equipamentos e comportamentos dos usuários. Com os resultados foi possível constatar que simples ações comportamentais e investimentos em equipamentos mais eficientes trazem consideráveis retornos financeiros em pouco tempo e que perduram por anos.

Palavras-chave: Diagnóstico. Economia. Eficiência energética. Energia elétrica. Recursos públicos.

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, o ramo acadêmico e industrial tem se preocupado com a divulgação e estudos na área da eficiência energética de equipamentos e ambientes de trabalho. Essa preocupação tem sido motivada pela crise energética que o mundo tem enfrentado, sobretudo em relação à escassez de combustíveis fósseis e a sustentabilidade no uso dos recursos energéticos.

A definição de eficiência energética pode ser dada por atividade técnico-econômica que visa proporcionar um consumo otimizado de água e energia. O aumento crescente do consumo de energia e a necessidade de demanda energética estão proporcionalmente ligados ao aumento excessivo de atividades humanas, inovações tecnológicas e aumento desenfreado da população mundial e o contato com a tecnologia.

Diante desse aumento, o atual cenário mundial não consegue acompanhar essa evolução, visto que a matriz de energia está passando por um declínio nos volumes de combustíveis fósseis. Ou seja, um desequilíbrio na oferta e demanda.

De acordo com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), os índices nacionais de perda e desperdício de eletricidade são altos. O total desperdiçado, segundo o programa, chega a 40 milhões de kW, por ano. Os consumidores – indústrias, residências, comércios e setores públicos – desperdiçam 22 milhões de kW (55%). As concessionárias de energia elétrica, por sua vez, com perdas técnicas e problemas na distribuição, são responsáveis pelos 18 milhões de kW (45%) restantes (PROCEL, 2016).

O setor público, consome grande parcela da eletricidade produzida no Brasil, porém observa-se que os prédios públicos possuem grande potencial da redução do consumo de energia elétrica, bem como de implementação de técnicas de ações relacionadas a eficiência energética (LAGE; LAGE; LAGE, 2015). Dois dos grandes problemas enfrentados nesse setor têm sido a má utilização dos recursos naturais e financeiros e também a falta de conhecimento técnico por parte dos administradores.

Muitas instituições de pesquisas e empresas privadas têm demandado esforços para o desenvolvimento de projetos considerando as necessidades dos setores públicos. Assim, tem-se buscado maneiras para a melhoria da eficiência energética dos setores públicos com ideias técnicas e simples para o sucesso da administração e economia nos gastos públicos.

A mudança de equipamentos elétricos tem sido cada vez mais frequente. A melhoria na eficiência e tecnologia destes equipamentos pode contribuir sobremaneira em ações de eficiência energética, porém, muitas vezes são necessários investimentos consideráveis, o que pode contribuir para a não efetivação destas ações no setor público.

Dentre as ações que podem proporcionar retorno financeiro e melhoria no custo-benefício imediato aos consumidores é o estudo tarifário dos contratos com as concessionárias de energia elétrica. Um estudo divulgado pela Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC, 2018) mostra que a tarifa média no Brasil é uma das mais caras do mundo. O custo da energia no país é 127,3% maior que o praticado nos Estados Unidos, 94,9% superior ao do Canadá e 9% mais caro que na Alemanha. Ainda de acordo com o estudo, encargos e outros componentes imputados ao setor elétrico contribuem significativamente para o custo elevado da tarifa brasileira. Mesmo sendo um país produtor e com várias usinas hidrelétricas espalhadas pelo país, essa energia para o consumidor custa caro.

Assim, este trabalho buscou ser um desses instrumentos de busca para a preservação de alguns recursos naturais, focando especialmente no consumo de energia elétrica. Empregaram-se conceitos de eficiência energética e sustentabilidade com o objetivo de realizar uma análise em prédios públicos buscando meios para economia e melhor uso da energia elétrica.

Acredita-se que tornar um prédio público energeticamente eficiente proporciona grandes impactos, seja por possível redução de custos de energia ou pela melhoria da iluminação, equipamentos e comportamento dos colaboradores e conseqüente economia do recurso público.

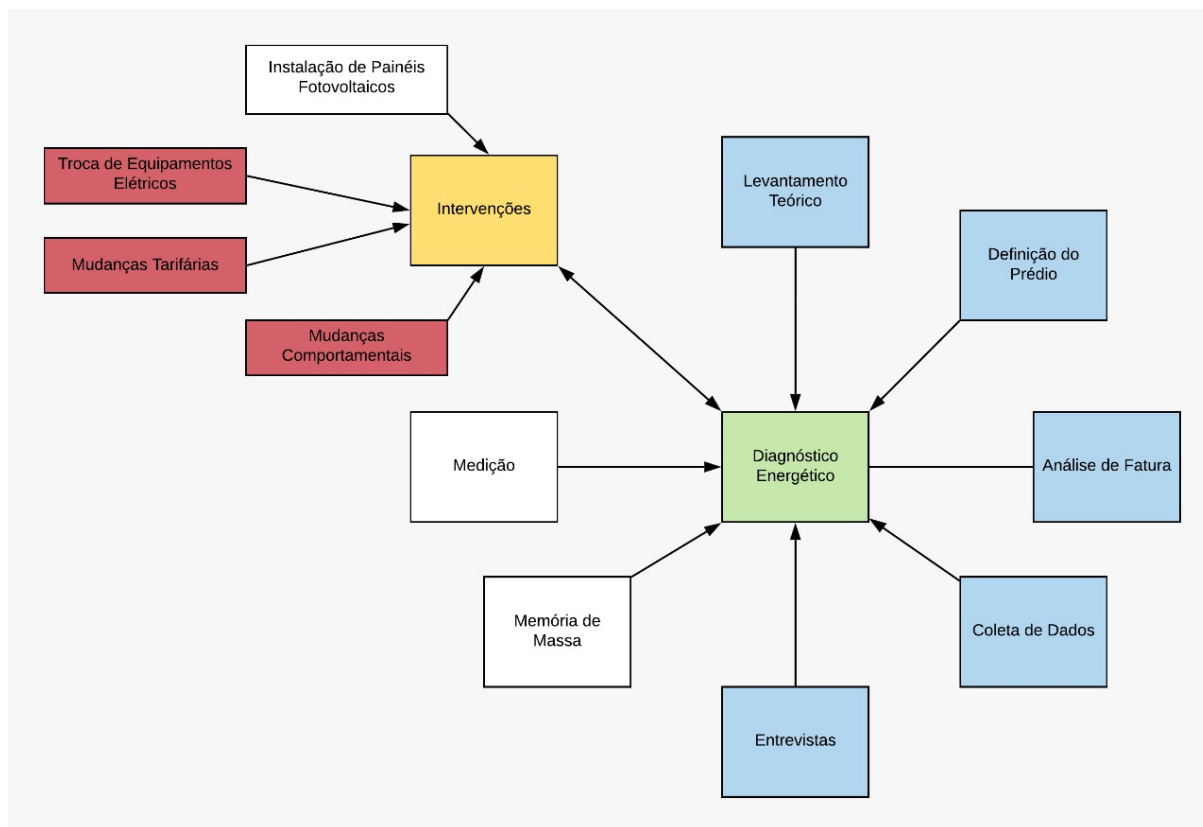
O trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia de trabalho para a aplicação em um prédio público, explicar suas etapas e processos, de modo a proporcionar

uma melhor compreensão do que foi realizado e apresentar resultados através de custos x benefícios. Traz também informações como tempo para a rentabilidade, média dos preços para instalação, manutenção e compra de equipamentos.

2 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM UM EDIFÍCIO

Para a realização de um trabalho de diagnóstico energético são necessárias diversas análises no edifício em que se busca realizar ações de eficiência energética e sustentabilidade. Na Figura 1, é apresentado um diagrama em que estão inseridos os procedimentos que foram julgados importantes na realização deste estudo de eficiência energética, considerando o tempo previsto e os possíveis obstáculos a serem enfrentados.

Figura 1 – Metodologia para a realização de um diagnóstico energético



Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Nota-se que a proposta foi baseada em processos individualizados em que cada parte complementa o principal processo do projeto: o diagnóstico energético:

- **Levantamento teórico:** análise minuciosa em acervos científicos para melhor compreensão dos pontos ligados à eficiência energética a fim de direcionar o levantamento de informações;

- **Definição do prédio:** considerando que a intervenção deveria ser realizada em um prédio público, buscou-se por um local em que o acesso fosse facilitado e que os resultados das análises poderiam trazer um retorno rápido. Assim, optou-se por um prédio antigo e que não houvesse passado por grandes mudanças nos últimos anos;
- **Análise de faturas:** na fatura de energia elétrica é possível identificar algumas características do edifício e o perfil de consumo do local, ao longo dos meses do ano. Assim, para uma melhor compreensão do histórico de consumo do local, as faturas de energia elétrica utilizadas foram entre os anos de 2013 e 2018;
- **Coleta de dados e entrevistas:** levantamento de todos os equipamentos elétricos em uso no local, como também entrevistas e aplicação de questionários aos trabalhadores;
- **Memória de massa:** documento a ser fornecido pela concessionária de energia com o detalhamento do consumo de energia em intervalos de tempos menores, como por exemplo, de uma em uma hora;
- **Medição:** uma das formas de se ter o perfil de consumo mais detalhado do local é realizando medições eletrônicas nos quadros de distribuição do edifício. Com isso é possível verificar com exatidão a forma como a energia é consumida no local;
- **Interferências:** com base nas análises realizadas durante os estudos, são propostas mudanças. Neste trabalho, foram destacadas quatro possíveis mudanças: do comportamento, dos equipamentos utilizados, dos termos contratuais e também da instalação de uma usina geradora de energia elétrica.

Na Figura 1, os procedimentos apresentados em azul foram utilizados para a realização das análises no prédio e conseqüentemente propor intervenções (blocos em vermelho) para a melhoria da eficiência energética no prédio. Em branco são apresentados procedimentos que não foram executados neste trabalho.

As medições não foram realizadas, pois se chegou à conclusão que não haveria segurança no local. A memória de massa foi solicitada à concessionária de energia, porém, as mesmas não foram enviadas ao órgão público. Ambas as informações (medições e memória de massa) são muito importantes para uma comparação dos resultados obtidos na coleta de dados e entrevistas realizadas. Em relação à instalação de painéis fotovoltaicos não foi o foco da proposta.

3 ESTUDO DE CASO: ETAPAS E PROCEDIMENTOS

Considerando a proposta apresentada na Figura 1 para a realização do diagnóstico energético, as etapas e processos neste projeto obedeceram ao seguinte fluxo: definição do edifício, coleta de dados e entrevistas paralelamente a análise de faturas de energia e em seguida, propostas de intervenções.

3.1. Análises de informações do edifício

O prédio analisado é um edifício administrativo de um município do estado de Goiás construído na década de 1980. O local possui computadores, impressoras, iluminações (lâmpadas fluorescentes), equipamentos de ar-condicionado, cafeteiras, bebedouros, sistema de aparelhagem de som, sistema de servidor de internet, dentre outros.

Durante o processo de coleta de dados é necessário que se obtenha os valores de potência elétrica dos equipamentos bem como o seu período de uso. Para isso, recorreu-se a elaboração de um formulário para que fosse realizada a entrevista com os usuários do prédio. Nessa etapa do processo é necessário saber cada equipamento e suas potências, horário de utilização, existência de desperdício e também a interação entre o homem e a máquina para ter um perfil completo. Toda essa coleta é realizada através de visitas ao local e das entrevistas com os usuários.

Paralelamente ao trabalho de coleta de dados e entrevistas, analisou-se a fatura de energia elétrica do prédio. Para uma melhor análise do local optou-se por realizar uma análise no histórico, no caso do edifício selecionado o período de análise definido foi de 2013 a 2018.

3.2. Intervenções

Esse processo consiste na relação entre o resultado gerado e os responsáveis pelos edifícios, trazendo propostas e possíveis mudanças que proporcionarão resultados relacionados ao custo x benefício das modificações. As propostas apresentadas poderão estar ligadas a três processos baseados nas análises coletadas no processo de análises de informações do edifício:

- **Mudanças comportamentais:** nessa etapa são expostas as irregularidades, principalmente humano e máquina, tratando-se de um trabalho que envolve a eficiência energética de um estabelecimento. O primeiro e mais correto processo é no auxílio aos responsáveis pelo manuseio dos equipamentos em como operar de modo que não venha causar prejuízos financeiros e sustentáveis, sabendo ponderar e não complicar a vida do operador.
- **Mudanças dos contratos:** essa etapa está mais relacionada com os contratos entre o prédio e a concessionária. Com o passar dos anos, os edifícios passam por mudanças do perfil de consumo e essas mudanças causam impactos diretos nos contratos, fazendo-se necessário uma reestruturação dos contratos com as concessionárias para o melhor aproveitamento e menores perdas nas linhas de distribuição.
- **Troca de equipamentos:** esse processo pode não ter um custo x benefício rentável nos primeiros meses ou ano, porém, em longo prazo, o retorno compensará financeiramente. Tratando-se de eficiência energética e sustentabilidade, desde a sua mudança, causará impactos positivos tanto para quem utiliza o equipamento como também para a sustentabilidade. Equipamentos mais atuais tendem a ser mais eficientes.

Em todas essas intervenções existem uma análise de custo x benefício para a edificação; cabe aos responsáveis pela edificação ponderar o que está de acordo com as necessidades e possibilidades financeiras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o processo de coleta de dados e entrevistas foram identificados os equipamentos apresentados na Tabela 1, na qual são identificadas a quantidade e a potência desses aparelhos elétricos.

Tabela 1 – Equipamentos elétricos no prédio

Equipamentos	Quantidade	Potência Total (W)
Lâmpada Fluorescente	196	7.840
Computador	94	56.400
Ar-Cond. 7k (BTU)	14	14.000
Ar-Cond. 9k (BTU)	12	14.000
Ar-Cond. 10k (BTU)	1	1.500
Ar-Cond. 12k (BTU)	1	1.350
Ar-Cond. 14k (BTU)	1	1.450
Ar-Cond. 36k (BTU)	5	23.500
Impressora	25	2.700
*Outros	-	61.300
TOTAL		184.040

Nota: Entre os outros equipamentos encontram-se caixa de som, servidores de rede, bebedouros etc.

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Nota-se, como já havia sido comentado, que se trata de um prédio administrativo. Outra característica observada é a grande diversidade de equipamentos de ar-condicionado, tanto em relação a modelos quanto em relação às potências. Levando em consideração que o trabalho foi realizado em uma edificação do setor público, cabe ressaltar que equipamentos são adquiridos de acordo com licitações e processos burocráticos.

Outra observação da edificação é o tamanho médio das salas administrativas, com média de 20 m² e a utilização de lâmpadas fluorescentes em sua grande maioria de 40 W, o que representa 19 W em lâmpadas LED.

Com o relatório de equipamentos, documentos do edifício e entrevistas realizadas, podem-se propor algumas intervenções no local buscando uma redução nos custos de consumo de energia elétrica.

4.1. Mudanças comportamentais

A primeira mudança a ser apresentada para os funcionários e responsáveis pelo edifício é a comportamental. Assim, podem-se elencar os seguintes comportamentos que podem conduzir a uma melhoria nos resultados de eficiência energética do edifício. Os comportamentos mais usuais verificados durante o período de coleta de dados e entrevistas foram:

- **Ar-condicionado ligado com janelas abertas:** o princípio de funcionamento dos condicionadores de ar nada mais é do que a troca de temperatura do ambiente interno pelo externo, através da passagem do ar pela serpentina do evaporador (radiador frio) que, por contato, sofre queda de temperatura, diminuindo a umidade relativa do ar. Desse modo, se o funcionário utilizar o ar-condicionado com a janela aberta, a temperatura interna do ambiente não abaixará, visto que, do lado de fora da edificação, estará com temperaturas ambientes superiores ao interno do ambiente. Isto faz com que o ar-condicionado esteja em constante trabalho, causando problemas relacionados à manutenção e ao gasto desnecessário do equipamento e, sobretudo, o aumento nos custos com energia;
- **Ambiente naturalmente iluminado com lâmpada acesa:** no local há salas em que há uma iluminação natural através das janelas. Notou-se que mesmo sem a utilização das lâmpadas do ambiente seria possível realizar as atividades ali previstas, sem prejuízo aos usuários. Notou-se também que o ambiente possui paredes e tetos claros o que beneficia ainda mais a claridade natural do ambiente;
- **Equipamentos elétricos ligados sem utilização:** identificou-se que há casos em que alguns equipamentos são mantidos em funcionamento, mesmo sem necessidade. Isso, além de prejudicar o equipamento, traz um consumo de energia elétrica que pode ser evitado. Mesmo que a potência nominal do equipamento não esteja sendo utilizada, o equipamento está consumido certa quantidade de energia elétrica.

A conscientização para que haja uma mudança nestes comportamentos e pequenas ações de economia de energia podem trazer grandes resultados econômicos. Um exemplo claro para se verificar o montante de recursos economizados é considerar a redução de 1 hora na utilização de alguns equipamentos. Considerando apenas um equipamento de ar-condicionado de 7.000 BTUs (1.000 W), tem-se uma redução de consumo de 22 kWh mensal (considerando 22 dias úteis em um mês). Tomando como referência o valor de tarifa de consumo de energia elétrica fora da ponta (menor que a tarifa na ponta) de aproximadamente 0,47 R\$/kWh, tem-se ao final do mês uma redução de R\$ 10,34. Considerando todos os atuais equipamentos de ar-condicionado (34), tem-se uma potência nominal de 55.800 W, com a mesma redução de 1 hora diária na utilização de todos esses equipamentos haveria uma redução de 1.227,6 kWh, representando uma redução mensal de aproximadamente R\$ 577,00. Salienta-se que os cálculos consideram a potência nominal do equipamento, porém, boa parte do período em funcionamento o equipamento não requer sua potência nominal.

4.2. Mudança contratuais

A mudança no contrato de fornecimento de energia elétrica está relacionada diretamente com a concessionária. Os contratos devem ser periodicamente revisados e passar por um parecer técnico para observar possíveis alterações para uma melhoria de eficiência energética.

Com a fatura de energia é possível identificar algumas características do consumidor. Neste trabalho, o edifício analisado é um consumidor que recebe energia acima de 2,3 kV e, portanto, está inserido no Grupo A. A estrutura tarifária é a horosazonal verde, na qual o consumidor contrata uma demanda fixa que deve ser paga mensalmente mesmo se não utilizada e também paga por duas tarifas de consumo, na ponta e fora da ponta.

Com as faturas é possível identificar que o órgão público contrata, para este edifício, uma demanda de 225 kW, demanda que deve ser paga independente de utilizada ou não. Na Tabela 2, é apresentada uma simples análise para um período de 10 meses, considerando que a demanda contratada passe de 225 kW para 150 kW.

Tabela 2 – Comparativo do valor final da demanda faturada para as demandas de 225 kW e 150 kW

Demanda Contratada: 225 kW		Demanda Contratada: 150 kW	
Mês	Total (R\$)	Mês	Total (R\$)
1	R\$ 5.974,61	1	R\$ 3.983,08
2	R\$ 4.851,89	2	R\$ 3.234,59
3	R\$ 4.695,54	3	R\$ 3.130,36
4	R\$ 4.758,01	4	R\$ 3.172,01
5	R\$ 4.596,56	5	R\$ 3.064,37
6	R\$ 4.720,35	6	R\$ 3.146,90
7	R\$ 4.819,98	7	R\$ 3.213,32
8	R\$ 4.772,69	8	R\$ 3.181,79
9	R\$ 4.891,51	9	R\$ 3.261,00
10	R\$ 4.838,94	10	R\$ 3.226,63
TOTAL	R\$ 48.920,08	TOTAL	R\$ 32.614,05

Redução no período analisado: R\$ 16.306,03

Fonte: Produzida pelos autores (2019).

No período analisado observa-se uma redução de R\$ 16.306,03, o que representa uma média mensal de R\$ 1.630,60. A tarifa média da demanda contratada neste período de 10 meses foi de 21,74 R\$/kW. Para ser realizado essa mudança é necessária a solicitação por parte do órgão público à concessionária responsável pela prestação de serviços do prédio, com a

possibilidade de reversão da mudança até 90 dias após a alteração. Não existem custos financeiros para isso e o retorno financeiro será apresentado após o primeiro mês de alteração.

Cabe destacar que a mudança proposta foi feita com base em estudos da edificação e de suas características. Também vale ressaltar que os valores apresentados referem-se apenas aos valores da demanda contratada e que o valor total da fatura é composto por outros valores como: consumo na ponta, consumo fora da ponta, taxas e impostos em geral.

4.3. Troca de equipamentos

As trocas de equipamentos elétricos estão relacionadas com a eficiência quando o equipamento utilizado atualmente possui longos anos de utilização e várias manutenções preventivas. Quando o equipamento já possui um longo período de utilização, as peças que o compõem passam a não ser tão eficientes e sua manutenção passa ser mais rotineira e consequentemente há um aumento nos custos envolvidos. Outro fator envolvido é a emissão de gases poluentes na atmosfera ou um risco para a própria saúde humana. Desse modo, a substituição por equipamentos mais modernos traz a possibilidade de diminuir esses riscos e melhorar a sustentabilidade e, principalmente, a eficiência energética.

Assim, no trabalho desenvolvido no edifício, observou-se uma alta quantidade e diversidade de ar-condicionado, o que causa uma variedade maior de peças e diferentes possibilidades de manutenção. Como primeira possibilidade de substituição é a padronização e troca de ares-condicionados. A edificação utiliza 34 unidades de ar-condicionado de marcas e potências diferentes para o mesmo cenário, e, fazendo a substituição desses equipamentos de forma padronizada com um lote de 20 unidades de novos equipamentos e padronizado para um modelo de 9.000 BTUs de marca única, a instalação e a compra desses equipamentos custarão em preços médios os valores apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Média de preços na compra e instalação de um aparelho ar-condicionado de 9.000 BTUs

Ar-condicionado 9.000 BTUs		
	Unidade	Lote
Média Preço (R\$)	R\$ 1000,00	R\$ 20.000,00
Média Instalação (R\$)	R\$ 350,00	R\$ 7.000,00
Total (R\$)	R\$ 1.350,00	R\$ 27.000,00

Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Destaca-se que estes valores podem ser reduzidos durante o processo licitatório. Ressalta-se que o retorno financeiro para esse investimento dependerá do quanto que é gasto com utilização dos equipamentos e a frequência de manutenção que a administração realiza nos equipamentos. Utilizando como análise experimental para esse trabalho a eficiência de

40% e supondo que, do consumo da utilização desses equipamentos para um lote de 20 unidades de ar-condicionado, gire em torno de 30% da fatura de energia em um período de dez meses, são analisados os gastos com esses equipamentos como visto na Tabela 4.

Tabela 4 – Gasto médio com ar-condicionado para o período analisado no prédio.

Gastos com ares-condicionados	
Modelo atual	R\$ 9.784,26
Modelo teste	R\$ 3.913,67
Economia	R\$ 5.870,53

Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Baseado nessa economia, o retorno financeiro do investimento realizado (R\$ 27 mil) para a compra de um lote será em torno de 46 meses (3,8 anos).

Outra possibilidade de troca de equipamentos são as lâmpadas fluorescentes para lâmpadas LEDs. A vida útil de uma lâmpada fluorescente é de aproximadamente 6 mil horas, enquanto para uma lâmpada LEDs é de 25 mil horas, ou seja, para cada lâmpada LED é necessário quatro lâmpadas fluorescentes, considerando o tempo de utilização.

A eficiência energética das lâmpadas LEDs equivale ao dobro da eficiência das lâmpadas fluorescentes, tratando-se de consumo de energia. Desse modo, para a substituição de todas as lâmpadas do edifício, se terá o custo mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparativo dos preços na compra de lâmpadas LEDs x lâmpadas fluorescentes

Modelo	Valor Unitário	Quantidade para 25 mil horas de utilização	Valor Total
Lâmpadas LEDs de 19W	R\$ 45,00	196	R\$ 8.820,00
Lâmpada Fluorescente 40W	R\$ 30,00	784	R\$ 23.520,00

Fonte: Produzida pelos autores (2019).

Ressalta-se que, considerando a vida útil de 25 mil horas das lâmpadas e o funcionamento do edifício de 8 horas diárias e, em média, 22 dias úteis no mês, têm-se aproximadamente 3.125 dias, o que representaria 11,84 anos, utilizando as 196 lâmpadas LEDs.

Na Tabela 5, é possível observar o preço das lâmpadas utilizadas na edificação e os seus custos; considerando a necessidade de compra de quatro lâmpadas fluorescente para equivaler a uma LED, a vantagem da LED é consideravelmente superior. O retorno financeiro para a manutenção das lâmpadas já estará pago a partir da primeira compra devido a sua duração e economia no consumo elétrico.

5 CONCLUSÕES

Neste artigo, apresentou-se um diagnóstico energético em uma edificação pública, mediante um estudo de caso em um edifício para verificar quais ações deveriam ocorrer ao longo do processo de análises e também as possíveis propostas de intervenções a serem apresentadas. Procurou-se expor a importância da adoção de uma edificação mais eficiente e suas vantagens para o meio ambiente e principalmente a relação custo-benefício para o órgão público, como também fez-se a sugestão de equipamentos e mudanças, comportamentais ou estruturais, que contribuiriam para a melhor eficiência e sustentabilidade do local analisado.

Em relação ao edifício analisado, as propostas apresentadas foram mudanças comportamentais, mudança de equipamentos e alteração dos contratos de demanda. Diante dessas propostas apresentadas, foram mostrados os resultados financeiros e técnicos para cada mudança, evidenciando através de dados que essas alterações trazem benefícios para a edificação.

As mudanças comportamentais passam pelo combate ao desperdício e ineficiência dos usos de energia em todas as suas vertentes. Uma proposta que impacte e demonstre que o ser humano pode influenciar positivamente ou negativamente dentro de uma edificação é fundamental e pode trazer resultados consideráveis através de simples ações.

As mudanças de equipamento tornam-se necessárias com o passar dos anos. As propostas apresentadas para essas alterações são baseadas nas informações coletadas no processo de entrevistas. Em qualquer situação, com o passar dos anos, os equipamentos deixam de ter a melhor eficiência e sua substituição torna-se cada vez mais necessária.

Os contratos de demanda em sua grande parte são os maiores responsáveis pelos custos em tarifas de energia, em especial para consumidores do Grupo A. Grandes empresas ou órgãos públicos não se atentam às mudanças ao longo dos anos e tão pouco ao seu perfil de consumo. Diante disso é fundamental a revisão e análise para observar possíveis mudanças que tragam benefícios à edificação. A proposta apresentada neste trabalho traz uma redução financeira considerável ao órgão público em questão, fazendo-se essencial e necessária a revisão constantemente dessa ferramenta.

Essas análises mostraram-se fundamentais para a avaliação das instalações elétricas e os pontos a serem melhorados. Isso possibilita ajudar na percepção de que alguns comportamentos e alguns equipamentos se tornam maléficos para o consumo eficiente de energia. Assim, a mudança comportamental e a substituição de equipamentos podem apresentar resultados satisfatórios energeticamente e financeiramente.

OS AUTORES

Danilo Oliveira Alvarenga

Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Itumbiara/Engenharia Elétrica – Pibic
daniloalvarenga.ifg@outlook.com

Timóteo da Silva Oliveira

Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Itumbiara/Engenharia Elétrica – Pivic
timoteogoias@hotmail.com

Marcelo Escobar de Oliveira

Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Itumbiara/Departamento de Áreas Acadêmicas – orientador
marcelo.oliveira@ifg.edu.br

Olívio Carlos Nascimento Souto

Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Itumbiara/Departamento de Áreas Acadêmicas – coorientador
olivio.souto@ifg.edu.br

REFERÊNCIAS

FIESC (Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina). *Competitividade das tarifas elétricas no mercado regulado para indústria catarinense*. Florianópolis: FIESC, 2018.

LAGE, Walmir M.; LAGE, Matheus H.; LAGE, Bruna L. Aplicação da gestão energética como ferramenta de redução estratégica de custos nas escolas públicas municipais de Belo Horizonte. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 22., 2015, Foz do Iguaçu. Anais [...]*. São Leopoldo: CBC, 2015. p. 1-16.

PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica). *Resultados Procel 2016: ano-base 2015*. São Paulo: Procel Info, 2016.

Créditos

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

Reitor

Jerônimo Rodrigues da Silva

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Paulo Francinete Silva Júnior

Coordenadora da Editora

Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Conselho Editorial

Carlos de Melo e Silva Neto
Fábio Teixeira Kuhn
Fernando dos Reis de Carvalho
Lucas Nonato de Oliveira
Maria Aparecida de Castro
Maria de Jesus Gomides
Rita Rodrigues de Souza
Tânia Mara Vieira Sampaio
Vanderleida Rosa de Freitas e Queiroz

Coordenação da publicação

Thiago Eduardo Pereira Alves

Projeto Gráfico e Capa

Pedro Henrique Pereira de Carvalho

Diagramação

Renata Rosa Franco

Preparação de Originais

Nathalia Barcelos Oliveira

Normalização

Olliver Robson Mariano Rosa

Comitê Interno do Pibicti 2018/2019

Alessandro Silva de Oliveira
Aline Rezende Belo Alves
Angel José Vieira Branco
Aylton José Alves
Carlos de Mello Neto
Clarinda Aparecida da Silva
Danielle Pereira da Costa
Érika Regina Leal de Freitas
Leonardo Lopes da Costa
Tháís Amaral e Sousa

Conselho Científico

Adelino Cândido Pimenta (IFG)
Albertina Vicentini Assumpção (PUC/GO)
Alice Maria de Araújo Ferreira (UNB)
André Luiz Silva Pereira (IFG)
Angel José Vieira Blanco (IFG)
Antônio Borges Júnior (IFG)
Camila Silveira de Melo (IFG)
Cândido Vieira Borges Júnior (UFG)
Carlos Leão (PUC/GO)
Celso José de Moura (UFG)
Clarinda Aparecida da Silva (IFG)
Cláudia Azevedo Pereira (IFG)
Dilamar Candida Martins (UFG)
Douglas Queiroz Santos (UFU)
Gláucia Maria Cavasin (UFG)
Jullyana Borges de Freitas (IFG)
Jussanã Milograna (IFG)
Kellen Christina Malheiros Borges (IFG)
Kenia Alves Pereira Lacerda (IFG)
Liana de Lucca Jardim Borges (IFG)
Lídia Lobato Leal (IFG)
Lillian Pascoa Alves (IFG)
Manoel Napoleão Alves de Oliveira (IFG)
Marcelo Costa de Paula (IFG)
Marcelo Firmino de Oliveira (USP)
Maria Sebastiana Silva (UFG)
Marshal Gaioso Pinto (IFG)
Marta Rovey de Souza (UFG)
Mathias Roberto Loch (UEL)
Maurício José Nardini (MP/GO)
Pabline Rafaella Mello Bueno (IFG)
Paulo César da Silva Júnior (IFG)
Paulo Henrique do Espírito Santo Nestor (IFG)
Paulo Rosa da Mota (IFG)
Rachel Benta Messias Bastos (IFG)
Ronney Fernandes Chagas (IFG)
Rosana Gonçalves Barros (IFG)
Simone Souza Ramalho (IFG)
Waldir Pereira Modotti (UNESP)
Walmir Barbosa (IFG)



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

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

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

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