

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

Atendimento:
sodebras@sodebras.com.br
Acesso:
<http://www.sodebras.com.br>

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL Nesta edição

A POLARIZAÇÃO ENTRE A LEI Nº 13.146/2015 E O COTIDIANO ESCOLAR: UMA ANÁLISE DA MATERIALIZAÇÃO DO DIREITO À INCLUSÃO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA	
ON THE POLARIZATION BETWEEN LAW 13,146 / 2015 AND SCHOOL DAILY LIFE: AN ANALYSIS OF THE MATERIALIZATION OF THE RIGHT TO INCLUSION OF THE DISABLED PERSON – Yolanda Aparecida De Castro Almeida Vieira; Loran Bullerjhann Marassatti	04
CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM: LITERATURA E PROMOÇÃO DA SAÚDE	
CHILDREN WITH DIFFICULTY OF LEARNING: LITERATURA AND PROMOTION OF HEALTH – Tânia Maria Gomes Da Silva; Andréa Grano Marques; Leticia Fleigdal Forno; Tânia Regina Corredato Periotto	09
PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES DE DUAS ESCOLAS DA SECRETARIA ESTADUAL DE MINAS GERAIS ACERCA DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA	
PERCEPTIONS OF TEACHERS OF THE TWO SCHOOLS OF THE MINAS GERAIS STATE SECRETARY ABOUT PHYSICS TEACHING AND LEARNING PROCESSES – Lucas Marques De Almeida; Edmar Reis Thiengo	16
ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE MEDIÇÃO DE VELOCIDADE E ATENUAÇÃO POR ULTRASSOM NA PARAFINA LÍQUIDA	
COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODOLOGIES OF SPEED MEASUREMENT AND ULTRASSOM ATTENUATION IN LIQUID PARAFFIN – Gilyane Oliveira Leão Almeida; Silvio Leão Vieira	23
PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERIOR UTILIZANDO UM ALGORITMO GENÉTICO PARA MINIMIZAR O TEMPO DE RETORNO INTERIOR	
LIGHTING DESIGN USING A GENETIC ALGORITHM TO MINIMIZE PAYBACK PERIOD – Ana Laura Pinheiro Ruivo Monteiro; Maria Emília De Lima Tostes; Gabriel Vianna Soares Rocha	32
ANÁLISE DOS IMPACTOS CAUSADOS EM RELAÇÃO AO CUSTO-BENEFÍCIO E MEIO AMBIENTE NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PELOS MÉTODOS CONVENCIONAL E BIOMIMÉTICO	
ANALYSIS OF THE IMPACTS CAUSED IN RELATION TO COST-BENEFIT AND ENVIRONMENT IN THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS BY THE CONVENTIONAL AND BIOMIMETIC METHODS – Denise Da Mata Medeiros; Roberta Ferrari De Sá; Osiris Canciglieri Junior	38
MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE MATURIDADE COM FOCO NA GESTÃO DE INOVAÇÃO	
METHOD FOR DIAGNOSIS OF MATURITY LEVEL FOCUSED ON INNOVATION MANAGEMENT – Tânia Carla Agio; Osiris Canciglieri Junior	46

Área: Ciências Humanas e Sociais

7-8	<p>A POLARIZAÇÃO ENTRE A LEI Nº 13.146/2015 E O COTIDIANO ESCOLAR: UMA ANÁLISE DA MATERIALIZAÇÃO DO DIREITO À INCLUSÃO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA</p> <p>ON THE POLARIZATION BETWEEN LAW 13,146 / 2015 AND SCHOOL DAILY LIFE: AN ANALYSIS OF THE MATERIALIZATION OF THE RIGHT TO INCLUSION OF THE DISABLED PERSON</p> <p>Yolanda Aparecida De Castro Almeida Vieira; Loran Bullerjhan Marassatti</p>
7-8	<p>CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM: LITERATURA E PROMOÇÃO DA SAÚDE</p> <p>CHILDREN WITH DIFFICULTY OF LEARNING: LITERATURA AND PROMOTION OF HEALTH</p> <p>Tânia Maria Gomes Da Silva; Andréa Grano Marques; Letícia Fleigdal Forno; Tânia Regina Corredato Periotto</p>

A POLARIZAÇÃO ENTRE A LEI Nº 13.146/2015 E O COTIDIANO ESCOLAR: UMA ANÁLISE DA MATERIALIZAÇÃO DO DIREITO À INCLUSÃO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA

ON THE POLARIZATION BETWEEN LAW 13,146 / 2015 AND SCHOOL DAILY LIFE: AN ANALYSIS OF THE MATERIALIZATION OF THE RIGHT TO INCLUSION OF THE DISABLED PERSON

YOLANDA APARECIDA DE CASTRO ALMEIDA VIEIRA¹; LORAN BULLERJHANN MARASSATTI²
1 – DOUTORA EM TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO ESPACIAL, PELA PONTIFÍCIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS – PUC MINAS; PROFESSORA ADJUNTA DA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA, TEIXEIRA DE FREITAS, CAMPUS X -UNEB;
2 - MESTRADO EM GESTÃO SOCIAL, EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO PELA FACULDADE
VALE DO CRICARÉ. PROFESSORA EFETIVA DO GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
yalmeida@uneb.br; loranmarassatti@gmail.com

Resumo - Objetivo: Esboçar um paralelo entre a lei da inclusão da pessoa com deficiência e a realidade vivenciada por estudantes deficientes que frequentam as escolas públicas brasileiras. **Métodos:** Leitura da Lei nº 13.146/2015 e confronto deste documento com reportagens, datadas a partir da referida lei, que abordaram sobre a inclusão de estudantes deficientes. A escolha pelas reportagens do Grupo O Globo ocorreu por este ser o site de notícias mais acessado no país. Para a seleção das reportagens pesquisou-se notícias que tivessem as palavras educação, inclusão, deficiência, escola. **Resultados:** Os resultados demonstraram que apesar do avanço do número de matrículas de alunos com algum tipo de deficiência, persiste uma estrutura física insuficiente e o despreparo dos profissionais em um atendimento educacional especializado.

Palavras-chave: Lei nº 13.146/2015. Inclusão. Deficiência. Escola.

Abstract - Objective: To draw a parallel between the law of inclusion of the person with disability and the reality experienced by disabled students attending public schools in Brazil. **Methods:** A reading of Law 13,146 / 2015 and a comparison of this document with reports, dated from the mentioned law, that dealt with the inclusion of disabled students. The choice for the reports of Grupo O Globo occurred because this is the most widely accessed national news site in the country. For the digital selection of the reports it was searched from the search of news that had the words education, inclusion, disability, school. **Results:** The results showed that despite the increase in enrollment of students with some type of disability, there is still an insufficient physical structure and the lack of preparation of professionals in a specialized educational service.

Keywords: Law nº 13.146 / 2015. Inclusion. Disability. School.

I. INTRODUÇÃO

A análise do conceito de educação modifica-se à medida que novos modelos de sociedades vão se formando. Alguns destes conceitos, ao se instalarem em uma sociedade já estruturada em alguma forma de sistema econômico, se materializam a partir de uma espécie de espelhamento,

reproduzindo no espaço escolar o que esta sociedade passou a significar como desenvolvimento. Assim, se espera-se que os seres humanos sejam entendidos não mais como cidadãos, mas como consumidores e produtores de desenvolvimento econômico, o que esperar que se ensine e que se aceite como ideal de ser humano em uma escola?

Talvez seja necessário que os paradigmas sobre desenvolvimento sejam ressignificados, fazendo com que fundamentos estabelecidos sobre a sombra do capitalismo e mais recentemente sobre o neoliberalismo, passem a compreender também que os seres humanos, além das necessidades materiais, necessitam sobretudo de reaprenderem valores embasados em solidariedade, respeito e harmonia.

O debate sobre inclusão de estudantes com alguma deficiência no Brasil ainda é recente. Não se pode dizer o mesmo sobre o número destes deficientes, mesmo porque, independente da proporção em relação ao número de estudantes considerados normais, garantir os direitos aos alunos com deficiência é imprescindível em um país de regime democrático. Em um país subdesenvolvido e capitalista, compreende-se cada vez mais a importância da educação formal para a ascensão social. No caso de pessoas com deficiências, esta educação se torna ainda mais necessária, pois as limitações já impostas podem se potencializar a partir da carência dos estudos.

É discurso nos espaços educacionais que as pessoas, notadamente os estudantes com necessidades especiais precisam ser incluídos em turmas da educação formal, necessitam fazer parte do cotidiano escolar, juntamente com estudantes considerados normais. Por isto, este artigo objetiva esboçar um paralelo entre a lei da inclusão da pessoa com deficiência, Lei nº 13.146 de 06 de julho de 2015 (BRASIL, 2015) e a realidade vivenciada por estudantes da Educação Básica, com alguma deficiência, que frequentam as escolas públicas brasileiras. Objetiva sobretudo, compreender as possíveis lacunas entre as normas federais e o cotidiano escolar destes estudantes.

Desde a primeira lei federal abrangente sobre pessoas com deficiência, Lei 7,853/1989 (BRASIL, 1989), que versou sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, vários documentos foram elaborados, objetivando possibilitar a inclusão destes indivíduos à sociedade brasileira. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) em seu Capítulo V, nos artigos 58 e 59, já versavam sobre a Educação Especial, constando que preferencialmente estes estudantes deveriam ser integrados nas classes comuns do ensino regular. Observando, inclusive que estes deveriam ter professores com especialização adequada.

Em 2015, foi instituída a Lei nº 13.146, objetivando assegurar e promover, *em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania* (BRASIL, 2015). Esta lei, logo no seu Art. 2º, contempla como:

“Pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (BRASIL, 2015).”

Esta lei intitula o capítulo IV de Direito à Educação, dedicando os artigos 27, 28 e 30 para esmiuçar as prerrogativas do educando com alguma deficiência. Neste capítulo é assegurado o Sistema de educação inclusivo em todos os níveis, além do direito ao aprendizado no decorrer da vida, de modo que o indivíduo com deficiência alcance o melhor desenvolvimento de seus talentos e demais habilidades, sejam elas físicas, sensoriais, intelectuais no contexto do seu espaço tempo, de seus interesses e necessidades de aprendizagem.

Buscando compreender em que medida estes normativos nacionais, notadamente a partir da Lei nº 13.146, possibilitaram a inclusão dos estudantes com deficiência, buscou-se em reportagens relacionadas à educação inclusiva, noticiadas pelo Grupo Globo, dados que demonstrassem de que maneira esta inclusão vem ocorrendo desde o ano da instituição da referida lei.

Embora a epistemologia atente para a necessidade de métodos científicos rígidos, Kant (2001) demonstra como a percepção da realidade não se atem apenas à razão, mas também à duas demais faculdades, a saber a sensibilidade e o entendimento. Recorda ainda que a representação da realidade está atrelada à relação do indivíduo com o objeto. Neste sentido, Palha (2008) em sua tese apresentada à Universidade Federal Fluminense, demonstra a importância dos meios de comunicação de massa, à medida que estes influenciam a construção do consenso dos indivíduos.

Constata-se o mérito deste estudo, por entender ser necessário refletir sobre os avanços e ou retrocessos compreendidos a partir da criação de leis que buscam assegurar os direitos à educação inclusiva aqueles que por muito tempo não tiveram seus direitos assegurados pela legislação e tão pouco materializados no cotidiano. Acredita-se que o aumento de debates sobre este acesso à justiça como direito fundamental, possibilita que mais pessoas se conscientizem dos desafios que ainda precisam ser enfrentados para que estes direitos efetivamente se materializem em ampliam. Além disto, recordando Ruas e Nunes (2018):

“Para falarmos de Inclusão, então, é preciso saber que, antes de qualquer coisa, inclusão é o mesmo que “colocar dentro”, “inserir” algo ou alguém que “está de fora”. O processo de inclusão social pressupõe o estabelecimento de uma convivência entre todas as pessoas e o respeito às diferenças sociais, intelectuais, religiosas, biológicas, de gênero, enfim, seja qual for amplitude das diferenças e das especificidades humanas (RUAS, NUNES, 2018, p.06).”

Desta maneira, refletir sobre este colocar dentro referenciado pelas autoras é buscar compreender de que forma estes estudantes estão sendo incluídos no processo educacional brasileiro. Propõe este artigo portanto compreender que medida Mantoan (2003) pode ainda acreditar em uma educação de inclusão total e irrestrita, que oportunize aos alunos plurais condições para que estes ao ingressarem no ambiente escolar, acreditem que suas deficiências não serão percebidas como separação, mas como possibilidade de novas metodologias e novos encontros naquele espaço.

II. MÉTODOS

De acordo com Vieira (2015) uma metodologia é construída a partir de suas complexidades. Assim, para buscar compreender de que forma a inclusão de estudantes com algum tipo de deficiência está ocorrendo, foi necessário buscar a pesquisa bibliográfica para além dos livros e artigos sobre o tema. Houve uma necessidade do embasamento teórico, mas sobretudo uma análise de notícias sobre o assunto.

Para constituir este artigo, buscou-se em Bourdieu (2001) a compreensão da responsabilidade das mídias digitais em representarem os fatos e a percepção desta realidade. Assim, concebe-se a importância das notícias em rede para reflexões sobre os direitos à educação da pessoa com alguma deficiência.

Em um primeiro momento, foram analisadas as leis que tratam do direito à inclusão deste indivíduo. Neste contexto, houve uma leitura minuciosa da Lei nº 13.146/2015. Interessava, porém, ir além da institucionalização da lei, pois como analisa Santos (1997) um conhecimento só se faz significativo, à medida em que as pessoas se reconhecem nele. Ao contrário, se estas normas não são apropriadas por aqueles a que se destinam, perdem o sentido. Assim, buscou-se analisar de que maneira a referida legislação foi apropriada pelas escolas públicas brasileiras. Para esta análise, foram avaliadas reportagens cujo tema fosse sobre a educação inclusiva para pessoas com deficiência, escritas desde a institucionalização da Lei nº 13.146/2015 até março de 2019.

Considerando que os sites do Grupo Globo foi de acordo com Lazarini (2018) com superioridade absoluta, os mais acessados pelos brasileiros, se comparados com outros jornais digitais, optou-se por analisar as reportagens apresentadas pelos sites desta rede de notícias. A delimitação destas notícias ocorreu a partir da escolha de palavras-chave para a busca das reportagens. Foram as seguintes palavras: educação, inclusão, deficiência e escola. Foram encontradas 29 reportagens, que possuindo estas palavras, se relacionavam ao objetivo deste artigo. Todas reportagens foram analisadas.

Além destas notícias, buscou-se em Mantoan (2003) Ruas e Nunes (2018) e Oliveira e Barreto (2016) a compreensão da necessidade em se discutir os conceitos de

inclusão. A justificativa para a leitura destas autoras centra-se no fato de todas elas tenham experiências significativas enquanto professoras.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das reportagens, infelizmente foi de encontro à visão de Oliveira e Barreto (2016) ao descreverem sobre o objetivo da educação para estudantes com limitações. O trabalho destas autoras tratou dos estudantes com deficiência visual, porém as mesmas retratam, a princípio, de maneira generalizada, a importância da educação ao recordar que esta deve ser para todos, a partir do respeito à diversidade e que as limitações não sejam empecilhos para o acesso aos direitos mínimos. Analisam que é na escola que pode ocorrer condições para o desenvolvimento e evolução do cidadão em toda sua complexidade.

Além disto, as autoras ainda retratam da importância de uma educação especial para estudantes com deficiência:

“A educação especial redefine seu papel na educação ao fornecer o atendimento educacional especializado visando atender as necessidades educacionais dos alunos para torná-los bem-sucedidos e integrados, propiciando assim a troca de experiências entre pais, educadores e sociedade em geral (OLIVEIRA; BARRETO, 2016, p.51).”

Das 29 reportagens analisadas, apenas 06 não teceram algum tipo de crítica à maneira como a educação inclusiva vem ocorrendo no Brasil, desde a instituição da lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência. Destas 06 reportagens, 04 destacaram casos de sucesso de inclusão em determinada escola pública do país. Pode-se inferir, desta maneira, que o destaque para uma escola específica não pode ser entendido como sinônimo de resultado positivo. As duas reportagens restantes teciam críticas à algumas escolas privadas diante na obrigatoriedade em aceitar o estudante sem aumento do valor das mensalidades.

Atentando ao objetivo deste artigo, torna-se inapropriado, embora pertinente em outro momento, a discussão sobre estas duas reportagens. Infelizmente, é comum a mídia mostrar atitudes singulares como se fossem expressões cotidianas. Embora não se possa inferir que as reportagens analisadas direcionam para que o leitor acredite numa realidade onde todos estudantes com alguma deficiência sejam incluídos, é importante salientar que normalmente imagens e textos com alto teor afetivo, tendem a mascarar uma realidade.

Todas as demais 23 reportagens, teceram severas críticas à maneira como a inclusão destes estudantes vem ocorrendo. Destas 23, 18, mesmo redigindo censuras à inserção dos alunos, reconheceram o mérito da inclusão dos estudantes. De maneira geral as reportagens se assemelharam. Alguns dados, apresentados em determinadas reportagens, merecem ser discutidos: Moreno e Reis (2015) destacaram que, naquele ano, de cada quatro escolas brasileiras, três não possuíam itens básicos de acessibilidade, como rampas, corrimãos e sinalização, além de menos de um terço das escolas possuir sanitários adaptados para deficientes. Neste sentido é importante compreender que não somente o ambiente físico deve ser levado em consideração, mas não há dúvida que o espaço é o primeiro caminho para que o estudante possa pelo menos ter melhor condições de acessibilidade.

Tenente (2016) demonstra os avanços que ocorreram desde 2005 até 2015, ano da Lei 13146, de 6 de julho de 2015, recorda que naquela data o total de alunos com deficiência era 114.834 e que em 2015 já estavam matriculados 750.983 estudantes com algum tipo de deficiência. O jornal O Globo (2018) ao noticiar a divulgação do censo escolar anunciada pelo Ministério da Educação, demonstrou também o avanço no número de matrículas, de alunos com algum tipo de deficiência, na educação básica: 827.243, ao mesmo tempo que relata que a estrutura das escolas é insuficiente para atender este grupo de estudantes, além dos discentes, em sua maioria, não possuem atendimento educacional especializado.

Ao mesmo tempo, Ferreira (2016) analisa que, embora o número de matrículas de estudantes com alguma deficiência tenha aumentado, ao longo da trajetória estudantil, há uma grande evasão destes estudantes, fazendo com que apenas 0,8% cheguem ao Ensino Médio.

Percebe-se pelas reportagens que existe a consciência que, mesmo ocorrendo de maneira falha, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência ampliou e concretizou os direitos dos estudantes com deficiência.

Assim, as análises das reportagens sobre a inclusão de alunos portadores de algum tipo de deficiência, demonstram a distância entre a lei o real caminho da normatização. Indo ainda muito de encontro ao ideal de escola de Mantoan (2003), ao dizer da resignificação do papel da escola, onde toda a comunidade escolar, a partir de ações mais solidárias e plurais de convivência, busquem formas de adequação aos estudantes que de alguma forma, fujam da padronização considerada como ideal de aluno:

“O direito à educação é indisponível e, por ser um direito natural, não faço acordos quando me proponho a lutar por uma escola para todos, sem discriminações, sem ensino à parte para os mais e para os menos privilegiados. Meu objetivo é que as escolas sejam instituições abertas incondicionalmente a todos os alunos e, portanto, inclusivas (MANTOAN, 2003. p. 08).”

Assim, o que se observa, contrário às propostas das leis, são ainda ambientes escolares não preparados para a humanização das pessoas, para o desenvolvimento do real conceito de cidadania. Embora exista um discurso da importância de um aprendizado a partir da diversidade, o que se percebe na realidade é que o que se intenciona é um ambiente escolar mais homogêneo onde os considerados diferentes, e principalmente, os deficientes, não conseguem se adaptar.

Embora se declare o discurso de uma educação que busque a formação integral do aluno, pode-se se questionar quais são os quesitos desta integralidade e quais conceitos de capacidade são considerados.

Apesar das análises das reportagens apontarem que houve um aumento da acessibilidade à educação, dos estudantes com algum tipo de deficiência, fica claro que este ingresso não ocorre em sua totalidade de maneira que possibilite um desenvolvimento do educando com necessidades especiais.

Há uma necessidade que se compreenda que uma lei, um instrumento normativo não é capaz de estruturar fisicamente e humanamente um ambiente escolar. A perspectiva de um projeto educacional inclusivo só poderá concretizar-se a partir de um exercício constante de conscientização dos direitos destes estudantes. Além disto, há até mesmo de questionar a questão da aprovação destes

estudantes e indagar até que ponto tentar promover a autoestima destes alunos não esconde o fato do autoconhecimento de suas limitações para o mercado de trabalho.

Há de se questionar também a ideia de produção, de desenvolvimento intelectual. Há de se questionar se o mais importante não seria, comparar estes estudantes com eles próprios, buscando perceber suas conquistas e não os comparar desumanamente buscando apenas a preocupação com a futura inserção em um mercado de trabalho.

Neste sentido, não se busca menosprezar os conhecimentos científicos, mas na compreensão dos vários significados que devem ter o nome escola, o nome educação. Talvez, seja necessário repensar que incluir estes estudantes, a depender de suas deficiências, não signifique primar pelo currículo escolar, mas ressignificar o conceito de sociedade. Repensar numa escola que vá além de um ambiente transmissor de conhecimentos. Assim, conclui-se esta discussão com o pensamento de Mantoan:

“No desejo da homogeneidade, que tem muito em comum com a democracia de massas, destruíram-se muitas diferenças que nós hoje consideramos valiosas e importantes. Ao nos referirmos, hoje, a uma cultura global e à globalização, parece contraditória a luta de grupos minoritários por uma política identitária, pelo reconhecimento de suas raízes (como fazem os surdos, os deficientes, os hispânicos, os negros, as mulheres, os homossexuais). Há, pois, um sentimento de busca das raízes e de afirmação das diferenças. Devido a isso, contesta-se hoje a modernidade nessa sua aversão pela diferença. Nem todas as diferenças necessariamente inferiorizam as pessoas. Há diferenças e há igualdades — nem tudo deve ser igual, assim como nem tudo deve ser diferente (MANTOAN, 2003, p.21).”

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para Mantoan (2003), a inclusão é um sonho possível. Acreditamos também. Não se pode negar, todavia, que é uma aspiração ainda distante. A escola, de maneira geral, ainda não conseguiu compreender o que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1996) exige ao afirmar que os pontos qualitativos devem sobrepor sobre os pontos quantitativos. Talvez, mesmo quando os profissionais da educação voltarem o olhar para esta compreensão uma outra questão mais difícil poderá surgir: Toda sociedade compreender que o ser, a solidariedade deve sobrepor sobre as questões capitalistas. Realmente a inclusão é um sonho possível, porém muito distante.

Embora distante, interessa-nos que esta inclusão, independente da maneira iniciada, está sendo a cada dia mais potencializada. Pais, conhecedores de seus direitos, estão exigindo, junto as autoridades, o direito de terem seus filhos com deficiência, estudando em uma escola convencional. Assim, embora distante, é possível acreditar que a cada dia, mais educadores estão percebendo a necessidade de se prepararem para receber estes estudantes.

Finalmente é importante salientar que todos preconceitos e discriminação que existem em relação ao estudante com deficiência foram aprendidos, foram ensinados, não nascem no momento do parto. Desta forma, este sonho de inclusão, embora distante, está mais próximo do que em períodos em que seres humanos, considerados

inferiores por serem distintos, eram escondidos nos quartos dos fundos de suas casas.

Seria utópico acreditar que haveria uma inclusão a partir de uma lei ou um decreto. Mas pode-se inferir que, embora isto não tenha ocorrido, a Lei nº 13.146 de 6 de julho de 2015 foi fundamental para que esta inclusão venha ocorrendo. Da mesma forma, reportagens como as mencionadas neste artigo possibilitam uma maior percepção da realidade por parte da sociedade, o que de certa maneira leva ao pensar e agir de maneira inclusiva.

V. REFERÊNCIAS

AGRELA, Lucas. **Os 50 sites mais acessados do Brasil e do mundo.** Disponível em:

<https://exame.abril.com.br/tecnologia/os-50-sites-mais-acessados-do-brasil-e-do-mundo/> Acessado em 01 de março de 2019

BOURDIEU, Pierre. **Sobre o poder simbólico.** Trad. Fernando Tomaz. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001,

BRASIL. **Lei nº 7.853 de 24 de outubro de 1989.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7853.htm. Acessado em 01 de fevereiro de 2019

BRASIL. **Lei Nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.** Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf. Acessado em 01 de fevereiro de 2019

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acessado em 01 de fevereiro de 2019

FERREIRA, Paula. **Crianças com deficiências são vítimas de exclusão nas escolas.** Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/criancas-com-deficiencia-sao-vitimas-da-exclusao-nas-escolas-20001960>. Acessado em 17 de março de 2019.

G1. **JN mostra resultados da inclusão de alunos com necessidades especiais.** Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/jn-mostra-resultados-da-inclusao-de-alunos-com-necessidades-especiais.html>. Acesso em Acesso em 15 de março de 2019.

INVERTEXTO. **Sites mais acessados no Brasil e no mundo.** Disponível em: <https://www.invertexto.com/sites-mais-acessados>. Acessado em 01 de março de 2019

KANT, Immanuel. **Crítica da Razão Pura.** 5ª Edição. Trad.: Manuela Pinto e Alexandre Morujão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

LAZARINI, Osmar. **SEO e os 100 sites mais acessados do Brasil.** Disponível em: <https://agenciatrampo.com.br/seo-100-sites-mais-acessados-do-brasil/>. Acessado em 01 de março de 2019

MANTOAN, Maria Teresa Eglér **Inclusão escolar : o que é? por quê? como fazer?** / Maria Teresa Eglér Mantoan. — São Paulo : Moderna , 2003. — (Coleção cotidiano escolar)

OLIVEIRA, Francine Bonella de; BARRETO, Sônia Maria Da Costa. **A Inclusão De Alunos Com Deficiência Visual. Revista Sodebras [on line].** v. 11, n. 127, Jul./ 2016, p. 51-53. ISSN 1809-3957. Disponível em:

<<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N151.pdf>>. Acesso em: 12 de março de 2019.

O GLOBO. **Aumenta inclusão de alunos com deficiência, mas escolas não têm estrutura para recebê-los**. Disponível em <https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/aumenta-inclusao-de-alunos-com-deficiencia-mas-escolas-nao-tem-estrutura-para-recebe-los-22348736>. Acesso em 15 de março de 2019

PALHA, Cássia Rita Louro. **A Rede Globo e o seu Repórter: imagens políticas de Teodorico a Cardoso**. Tese de doutorado. Universidade Federal Fluminense, RJ, 2008. 353 p.

REIS, Thiago. MORENO, Ana Carolina. **A escola acessível (ou não)**. Disponível em: <http://especiais.g1.globo.com/educacao/2015/censo-escolar-2014/a-escola-acessivel-ou-nao.html>. Acessado em 17 de março de 2019.

RUAS, Agnes Cristhina Correia; NUNES, Isabel Matos Nunes. O Processo de Inclusão De Pessoas Com Síndrome de Down no Mercado de Trabalho. **Revista Sodebras [on line]**. v.13, n. 151, Jul/2018, p. 6-10. ISSN 1809-3957. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N151.pdf>>. Acesso em 15 de março de 2019.

SANTOS, B. de S. **Pela Mão de Alice: O Social e o Político na Pós-Modernidade**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1997.

TENENTE, Luiza. **Total de alunos com deficiência em escolas comuns cresce 6 vezes em 10 anos**. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/total-de-alunos-especiais-em-escolas-comuns-cresce-6-vezes-em-10-anos.ghtml>. Acesso em 15 de março de 2019.

VIEIRA, Yolanda Aparecida de Castro Almeida. **Os homicídios e o medo de vitimização dos moradores do município de Teixeira de Freitas, BA**. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, Belo Horizonte, 2015.142 f.: il.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 09/07/2019

Aprovado em: 02/08/2019



CRIANÇAS COM DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM: LITERATURA E PROMOÇÃO DA SAÚDE

CHILDREN WITH DIFFICULTY OF LEARNING: LITERATURA AND PROMOTION OF HEALTH

DRA. TÂNIA MARIA GOMES DA SILVA¹; DRA. ANDRÉA GRANO MARQUES²; DRA. LETÍCIA FLEIGDAL FORNO³; DRA. TÂNIA REGINA CORREDATO PERIOTTO⁴

1; 2; 3; 4 - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ, PARANÁ

taniagomes_isadora@hotmail.com

Resumo - Trata-se de uma reflexão que toma como elementos de suporte a pedagogia da leitura e a terapia da leitura, também denominada biblioterapia, para o cuidado com crianças que apresentam dificuldade de aprendizagem no tempo e na forma esperada. A maioria dessas crianças é diagnosticada com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e medicalizada. A medicalização como estratégia principal para problemas de aprendizagem desconsidera aspectos biopsicossociais dos sujeitos. O objetivo do artigo é pensar formas menos invasivas de tratamento em substituição ao uso de psicofármacos. Considerando-se que a medicalização é um dos grandes problemas contemporâneos, aventa-se a hipótese que a arte, notadamente a literatura, é um elemento capaz de estimular as capacidades intelectivas e promover o empoderamento cultural de forma menos invasiva. Nesse aspecto, a literatura, é apresentada como uma ferramenta promotora da saúde. Considerando-se os tempos contemporâneos, discute a leitura por meio digital ou ciberleitura.

Palavras-chave: Dificuldade de Aprendizagem. Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade. Literatura Digital. Promoção da Saúde.

Abstract - It is a reflection that takes as support elements the pedagogy of reading and reading therapy, also called bibliotherapy, to care for children who have difficulty learning in the time and in the expected form. Most of these children are diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and medicalized. Medicalization as the main strategy for learning problems disregards the subjects' biopsychosocial aspects. The aim of the article is to think of less invasive forms of treatment instead of using psychoactive drugs. Considering that medicalization is one of the great contemporary problems, it is hypothesized that art, especially literature, is an element capable of stimulating intellectual capacities and promoting cultural empowerment in a less invasive way. In this aspect, the literature is presented as a health promoting tool. Considering contemporary times, he discusses reading through digital or e-reading.

Keywords: Difficulty in Learning. Attention Deficit Disorder and hyperactivity. Digital Literature. Health Promotion.

I. INTRODUÇÃO

Esse artigo defende a leitura como estratégia para o empoderamento e promoção da saúde das crianças com dificuldade de aprendizagem, diagnosticadas com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Sugere que

as famílias e as equipes educacionais e da saúde reconheçam alternativas além da medicalização das crianças que não aprendem dentro do tempo e da maneira esperada. A medicalização é tida como o processo pelo qual questões de ordem social, política e econômica passam a ser de ordem médica, exigindo medicamentos (BARROCO; FACCI; MORAES, 2017).

Sugere-se a arte como recurso para promover cuidados com a saúde de maneira menos invasiva e farmacêutica. A arte é uma estratégia pedagógica que promove uma percepção de si e do outro (ARNHEIM, 1996), contribuindo para o equilíbrio psicossomático. Embora sejam reconhecidos e identificados o teatro, a música, a dança, o cinema, as artes plásticas e outras modalidades culturais como enriquecedores para o desenvolvimento cognitivo, este trabalho privilegia a literatura, considerando a sua função humanizadora, cognitiva, catártica, política e lúdica (REYES, 2010; LAJOLO, 2007; FREIRE, 1989; CÂNDIDO, 1972). É uma estratégia que pode, no viés pedagógico, promover mudanças no processo de aprendizagem, em uma perspectiva de empoderamento. A opção por validar a leitura consiste no entendimento da importância de se conectar as ferramentas culturais da modernidade às estratégias de ação facilitadoras do ensino e da aprendizagem (BENTES; PIANTKOSKI, 2015).

Por meio de uma reflexão sobre o diagnóstico de dificuldade de aprendizagem e a sua vinculação à medicalização da infância, a abordagem deste estudo se vale do conceito de Pedagogia da Leitura. Giardinelli (2010) define a Pedagogia da Leitura como um meio capaz de auxiliar os educadores no processo de letramento do aluno, tornando-os aptos para, além de decodificar os símbolos linguísticos, compreender o sentido oculto do texto. Na pedagogia da leitura, conhecimento gráfico e conhecimento de mundo se complementam. Do mesmo modo, esse texto valida a biblioterapia, entendida como a prescrição de materiais literários com função terapêutica, admitindo a possibilidade de se obter alívio, cura e tratamento por meio da palavra escrita dos textos literários (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2016).

A discussão sobre a possibilidade do uso da literatura como uma forma de cuidado com as crianças se insere no conceito de Promoção da Saúde. Trata-se de pensar a saúde de maneira abrangente, entendendo-a como uma condição de bem-estar físico e psíquico e não mera ausência de doença

(MENDES; FERNANDEZ; SACARDO, 2016). Na perspectiva da Promoção da Saúde, condições de classe, raça/etnia, gênero, escolaridade, definidos como determinantes sociais de saúde, impactam positiva ou negativamente sobre o processo saúde/adoecimento. O contexto social, político, econômico e educacional interage para a conquista da qualidade de vida e saúde. Por isso, para Carvalho (2015), a construção de práticas pedagógicas relacionadas a essa interação é um desafio frente às demandas que as escolas enfrentam e que são estratégias para evitar que as dificuldades dos alunos sejam medicalizadas ou vistas sob uma perspectiva normativa e higienista.

Pensar a leitura como uma prática pedagógica promotora da saúde pressupõe aceitar que, ao interagir com uma história, a criança faz uso da fantasia e idealiza espaços imaginários capazes de criar uma zona de desenvolvimento imaginativo mas, também, real, que vai ajudá-la a adquirir maior domínio no seu processo de aquisição do conhecimento (NOVAES, 2005).

Essa pesquisa, estruturada em uma revisão de literatura, defende a relevância da leitura como estratégia de empoderamento das crianças com dificuldade no aprender e diagnosticadas com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH).

II. A FUNÇÃO TERAPÊUTICA DA LEITURA

Embora as competências do texto literário sejam reconhecidas pelos educadores, seus efeitos terapêuticos são menos destacados. Para Caldin (2010), a leitura de textos literários propicia a pacificação das emoções. Embora o uso da literatura como um elemento capaz de promover saúde esteja sendo apresentada como prática inovadora, não é tão nova assim. Na sua origem, os contos literários tinham funções terapêuticas reconhecidas, já que usavam a mesma linguagem que o inconsciente. Segundo Schneider e Torossian (2009), na medicina hindu as obras literárias eram utilizadas como método para tratar pessoas que apresentavam problemas mentais. Os autores relatam intervenção já realizada com crianças asmáticas utilizando-se de contos, mostrando-se eficaz. Uma história tem caráter terapêutico quando possibilita ao leitor o despertar do imaginário, a catarse e a reflexão, ultrapassando as significações do mundo cultural e levando-o a novas significações na compreensão do mundo (CALDIN, 2010).

Reyes (2010) defendeu a importância da “leitura” desde a primeira infância, considerando o período entre zero e três anos como a etapa de maiores possibilidades quanto à maturação e à aprendizagem. Nesse período, as pesquisas de neurologia comprovam haver uma grande plasticidade do cérebro infantil, que se inicia durante a etapa intrauterina, com crescimento neurônico acelerado e uma proliferação inusitada de conexões entre eles. Composto por bilhões de células neuronais que se unem por meio de sinapses ou “redes cerebrais”, o cérebro do bebê está habilitado a estabelecer inúmeras conexões, em razão das experiências que o meio lhe oferece. Circuitos não usados terminam perdendo sua sinapse, o que demonstra que o cérebro infantil se desenvolve através de complexa interação entre o capital genético e as experiências propiciadas, “sendo a qualidade dos estímulos decisiva no desenvolvimento de suas capacidades presentes e futuras” (REYES, 2010, p.19).

Estudos evidenciam os efeitos benéficos da leitura durante os primeiros dez anos de vida, impactando de forma dramática no desempenho e na saúde das crianças (KEMP,

2015). Por isso, a leitura vem se tornando recomendação médica no Brasil. Um estudo realizado no Brasil com crianças de 2 anos evidenciou que não ter livros de literatura infantil em casa era um fator de atraso no desenvolvimento infantil e um risco maior do que ter nascido com baixo peso (RECEITE UM LIVRO, 2015; MARQUES, 2015).

Refletindo sobre o papel da escola como polo irradiador da Promoção da Saúde na comunidade, Pantoja (2016) apresenta a experiência de uma escola no Rio de Janeiro, onde a violência do tráfico, as doenças provenientes da miséria e da pobreza, a ausência de políticas públicas e outras debilidades foram enfrentadas por meio de oficinas de arte, com impactos expressivos no empoderamento cultural e emocional dos participantes. Outra experiência que considerou a literatura na perspectiva de empoderamento em saúde foi realizada em um hospital sediado em uma cidade brasileira. O projeto ofereceu leitura para pacientes internados nas unidades de Pediatria e Psiquiatria, inserindo a leitura como agente de humanização dentro das práticas promotoras de saúde (FEITOSA; SANTOS; MOREIRA, 2011). Nos Estados Unidos, a National Association for Poetry Therapy (NAPT), desde 1969, vem realizando terapia pela poesia nas áreas de psiquiatria, psicoterapia, psicologia, oncologia e cuidados paliativos. Entre os mecanismos terapêuticos principais no contexto da arte-terapia, notou-se a redução da excitação (PATRÍCIO, 2014). Essa observação é importante, considerando-se que excitação e agitação são elementos presentes nos diagnósticos dos portadores de TDAH.

A partir do exposto, é possível admitir que os benefícios da leitura não se restringem ao empoderamento cultural dos sujeitos. Aceitar a perspectiva terapêutica da leitura pressupõe um olhar holístico sobre a saúde e os meios de alcançá-la. Nesse aspecto, empoderamento em saúde, promoção da saúde e qualidade de vida tornam-se conceitos fundamentais.

III. A DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM E A MEDICALIZAÇÃO NA INFÂNCIA

No Brasil, o insucesso escolar nas instituições de ensino tem sido motivo de preocupação (SUZUKI; LEONARDO; LEAL, 2017). Em 2017, parecer do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), apontou que apenas 1,6% dos estudantes brasileiros do Ensino Médio demonstraram níveis de aprendizagem considerados adequados em Língua Portuguesa. Na matemática somente 4,52% dos estudantes do ensino médio avaliados, cerca de 60 mil, superaram o nível 7 da Escala de Proficiência (BRASIL, 2017).

Quanto à educação básica no nível do ensino fundamental, verificou-se que no 5º ano revelou-se avanço no desempenho de Língua Portuguesa e Matemática. Esse avanço foi constatado porque os alunos apresentaram nível 4 de proficiência média, o primeiro nível do conjunto de padrões considerados básicos pela Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação. No 9º ano do Ensino Fundamental também houve avanços, os alunos apresentaram nível 3 de proficiência média em ambas as áreas de conhecimento avaliadas. Todavia, são números ainda considerados insuficiente pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2018). Ratifica-se que a Escala de Proficiência de Língua Portuguesa é dividida entre os níveis 0 e 9, enquanto que a de Matemática entre os níveis 0 e 10.

Um grande desafio ao sistema educacional brasileiro é a diversidade dos alunos (ALMEIDA, DIAS, 2016). O

sucesso no ensino-aprendizagem depende, em parte, que o educador conheça a criança e suas potencialidades (PAIVA, MOURA, 2019).

A criança que não aprende no tempo e no modo esperado é rotulada e encaminhada para o médico, ação que vem ocorrendo há mais de um século. É habitual se buscar a compreensão do porquê um sujeito não aprende como os demais deslocando-se olhar da sociedade para o organismo do indivíduo, descaracterizando a proposta de um desenvolvimento integral (SUZUKI; LEONARDO; LEAL, 2017). A medicina é uma estratégia biopolítica que, desde a transição do século XIX para o XX, substituiu a religião como instrumento de poder-saber e junto com o Estado foi uma forma de controle especialmente dos pobres (FOUCAULT, 2015). As referências culturais, os conhecimentos considerados legítimos/apropriados e o domínio maior ou menor da língua culta trazidos de casa pelas crianças das camadas dominantes facilitam o aprendizado escolar, na medida em que funcionam como uma ponte entre o mundo familiar e o mundo escolar, o que não se dá com as crianças pobres.

A discussão sobre como as crianças aprendem tem mobilizado estudiosos a recorrerem à compreensão e ao domínio das teorias cognitivista e humanista, em relação ao desenvolvimento e ao processo de aprendizagem que são de responsabilidade de instituições educacionais como a escola (DAZZANI, 2010).

Quando se discute o processo de aprendizagem infantil, as figuras de Piaget e Vygotsky, seguem sendo as referências mais importantes (PALANGANA, 2015). Em Vygotsky (2000), as estruturas elementares do conhecimento aparecem primeiro por determinantes biológicos, mas as formas de comportamento mais complexas emergem como resultado das relações do sujeito com o mundo, sendo determinadas por suas condições histórico-sociais. A possibilidade de se conhecer está condicionada tanto ao desenvolvimento do sistema nervoso quanto à troca com os indivíduos de sua espécie. Já Piaget (1973) pensa a formação do conhecimento como resultado de uma construção efetiva e contínua, não se preocupando diretamente com os conteúdos acumulados e transmitidos culturalmente.

O processo de diagnóstico e a confirmação da necessidade de um recurso químico para o tratamento de um aprendiz com TDAH repercute na observação comportamental, pedagógica e social, bem como da aplicação de exames clínicos, como mapeamento cerebral ou neuroimagens que explicitem alterações orgânicas (FERNANDES; MARCONDES, 2017).

Há muitas complexidades no processo de aprendizagem. Para Silva, Souza e Aquino (2016), a avaliação ou o diagnóstico de TDAH sempre deve ser feita por uma equipe multidisciplinar. Seria preciso que todos os profissionais envolvidos no atendimento a uma criança conhecessem com maior profundidade seu histórico familiar e social antes de considerá-la como tendo uma dificuldade em seu processo de aprendizagem e um transtorno para aprender (SILVA; SOUSA; AQUINO, 2016).

A dificuldade de aprendizagem também deve ser analisada levando-se em conta aspectos que não estão diretamente relacionados à capacidade cognitiva dos alunos. Ela pode ser o resultado de programas educacionais pouco adequados às crianças da geração atual e currículos

desconectados da realidade do aprendiz, formação deficiente de alguns professores, má gestão escolar e, ainda, desatenção dos pais para com a vida escolar dos filhos (FERNANDES; MARCONDES, 2017; OLIVEIRA, 2015). Além disso, deve-se ainda considerar que os critérios oficiais para a identificação do TDAH consistem em comportamentos que podem tanto ser produto do tédio e da frustração quanto da falta de disciplina (JERUSALINSKY, 2011).

Entre os medicamentos mais prescritos para o TDAH está a Ritalina¹. O Brasil é o segundo maior consumidor mundial do medicamento (SUZUKI; LEONARDO; LEAL, 2017). Em 2011, foram vendidas 1.212.850 caixas nas farmácias brasileiras, com um gasto estimado de R\$ 28,5 milhões das famílias (BARROCO; FACCI; MORAES, 2017). A prevalência do TDAH estaria situada entre 3% e 6% (ROHDE, *et al*, 2000), mas o número de diagnosticados tem ultrapassado esse percentual (TOASSA, 2012). Para que se justifiquem esses números é preciso que se criem patologias, fabricando subjetividades medicalizadas (DECOTELLI; BOHRE; BICALHO, 2013).

É importante considerar que o processo de aprendizagem é altamente complexo, resultado de vários condicionantes que se articulam. Portanto, não seria um remédio que, por si só, transformaria a realidade da dificuldade em aprender. Tampouco a leitura poderia, sozinha, alcançar tal objetivo. Por isso mesmo, a prática da leitura, entendida como elemento lúdico, é pensada como uma estratégia complementar para auxiliar a aprendizagem em crianças diagnosticadas com TDAH.

IV. LEITURA

Nos dias atuais, os livros estão cada vez mais disponíveis aos leitores. Eles podem ser lidos em papel e também, graças aos avanços editoriais e tecnológicos, vistos, sentidos e ouvidos pelas crianças desde a mais tenra idade. Apesar de a literatura ser a “arte das palavras”, há muito ela se abriu para outros meios de produção de sentido que vão além do verbal (MORAES, 2015).

A literatura digital é toda obra literária a que o leitor tem acesso por meio de outro suporte que não o papel, como desktop, notebook, ultrabook, netbook, tablet, smartphones e reader. Neles encontra-se a ciberliteratura, que integra a máquina no ato criativo e no ato de leitura, marcando o encontro de elementos informáticos multimidiáticos e interativos com o intuito de potencializar a literatura no meio digital. Nas obras interativas não há uma linearidade e o leitor interage na construção do texto (SPALDING, 2010).

A possibilidade de interagir com o texto, num processo de (re) criação, pode ser pensada como uma alternativa para o tratamento do TDAH. Nesse caso, não unicamente o texto literário poderia ser utilizado. Pesquisa experimental de grupos múltiplos realizada com 15 crianças diagnosticadas com TDAH, no México, identificou maior redução nos sistemas de desatenção naquelas que realizaram reabilitação neuropsicológica por seis meses, em comparação às que foram medicadas. Foram usados os games, considerados em suas possíveis contribuições para o desenvolvimento de habilidades, entre elas o planejamento, a flexibilidade cognitiva, a atenção seletiva e sustentada (TOURINHO; BONFIM; ALVES, 2016). O desafio para a neuropsicologia é justamente pensar caminhos alternativos que retirem dos

¹ A Ritalina (Metilfenidato) é um fármaco que estimula o sistema nervoso central, tendo mecanismo de ação semelhante às anfetaminas. É um dos

medicamentos mais usados no tratamento do TDAH, embora não seja o único.

medicamentos a aura de única possibilidade de cuidados das pessoas, notadamente crianças e adolescentes.

Kirchof (2016) afirma que a crítica literária tem insistido na necessidade de distinguir obras digitais de obras digitalizadas. Estas últimas utilizam ferramentas digitais de editoramento, mas seguem os moldes do modelo impresso. Os livros digitais se caracterizam como obras transpostas para o ambiente digital com programas que imitam a estética do livro impresso (ePub e PDF); os segundos, criados como aplicativos, são multimídiais, hipermidiais e, por vezes, interativos (KIRCHOF, 2016).

Os dispositivos eletrônicos e as narrativas são maneiras diferentes de sistematizar o conhecimento, o que demandará dos mediadores um preparo específico (LAUDARES, 2018). Desse modo, as escolas precisam se preparar para oferecer aos docentes o acesso não apenas aos instrumentos tecnológicos, mas às teorias que os habilitem a trabalhar com obras de literatura infanto-juvenis digitais de maneira produtiva e prazerosa para as crianças (MIRANDA; CARVALHO, 2018; REAL; CORRERO, 2018). O conceito de biblioterapia pressupõe como mediador alguém que tenha conhecimento acerca das obras literárias, pois somente alguém com tal preparo terá condições de “indicar/prescrever” os livros adequados para cada uma das necessidades da criança em condição de sofrimento.

V. NOVAS POSSIBILIDADES EDUCACIONAIS E PROMOÇÃO DA SAÚDE

O conceito de Promoção da Saúde tem aparecido cada vez mais nos textos acadêmicos, numa perspectiva interdisciplinar, apontado como um marco para as políticas de saúde em nível mundial. O movimento surgiu em 1974, no Canadá, resultado do enfrentamento dos onerosos tratamentos médicos e no questionamento da abordagem das doenças crônicas não transmissíveis, tratadas segundo uma abordagem centrada no atendimento médico. Na década de 80 consagrou-se como a “espinha dorsal” de uma nova saúde pública (BENNEMANN; CORTEZ; YAMAGUCHI, 2012).

A 1ª Conferência Internacional de Promoção da Saúde, realizada em Ottawa, no Canadá, levou o termo a ser entendido como uma forma de capacitar os indivíduos para atuar de forma mais ativa na busca de melhoria de sua saúde e qualidade de vida. Estabeleceu-se que a saúde não se limitava à ausência de doença, mas pressupunha conexão com educação, alimentação, renda, ecossistema estável, justiça social e equidade. Em 1997, a Declaração de Jakarta, na Indonésia, reafirmou o empoderamento das pessoas através do acesso à educação e informação, destacando os meios de comunicação de massa e a tecnologia como elementos importantes (LOPES *et al.*, 2010). Este entendimento mais holístico de saúde e de formas de promover-la foi decisivo para o surgimento e a validação de trabalhos que se valeram da arte como caminho para se alcançar uma vida com mais saúde (FARRE *et al.*, 2018).

Esse paradigma mais ampliado, permite que se pense a escola como um espaço que além de educação e cultura seja também um espaço promotor de saúde e de cidadania. Embora a escola não deva ser pensada como a única forma de acesso à literatura, no caso das crianças procedentes das camadas populares, é dela a principal responsabilidade no processo de formação de leitores (MIRANDA; CARVALHO, 2018). Dadas as desigualdades regionais no acesso doméstico aos livros digitais, cabem medidas governamentais de investimentos em bibliotecas públicas de

qualidade. O importante é formar leitores capazes de ler livros, e, a partir deles, também o mundo, favorecendo o desenvolvimento da capacidade crítica capaz de transformar a leitura num ato que ultrapasse a finalidade do mero “aprender” e se transforme num processo educativo, que é, acima de tudo, um ato político (FREIRE, 1989).

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que a leitura nos dias atuais sofreu muitas mudanças com o surgimento dos suportes eletrônicos, o que tem feito com que muitos críticos afirmem que a formação de leitores está sendo prejudicada pelas novas tecnologias. Este texto caminha no sentido contrário, uma vez que considera que os livros literários digitais são instrumentos dinâmicos de prazer e aprendizagem para as crianças, dada a interatividade que proporcionam. Parte-se de um ponto de vista que se volta para o conceito de promoção da saúde ao invés de focar a atenção no processo de transtorno/doença/adoecimento, caminhando numa linha de raciocínio que desacredita a medicalização e defende a arte, notadamente a literária, como um dispositivo para “tratar/cuidar” das crianças.

O que se vê na atualidade são adultos transferindo suas angústias e conflitos para o universo das crianças. Ao invés de buscar a promoção da saúde, está se investindo na promoção da doença. Assim, sugere-se que invés de Ritalina, Monteiro Lobato; invés de Concerta, Ziraldo; invés de uma farmácia em cada esquina, uma biblioteca em cada rua, em cada bairro, em cada casa. Em vez de transtornos, sonhos; ao invés de desajustes, fantasias. Se educar é uma arte, educar com arte pode ser o melhor remédio.

Frente ao exposto, conclui-se que atribuir as dificuldades de aprendizagem às características orgânicas e cerebrais das crianças é uma forma injusta de lhes responsabilizar pelo insucesso escolar, desconsiderando aspectos importantes relacionados ao social. Sugere-se uma perspectiva analítica mais humanizada e menos biologizante por parte das famílias, dos educadores e dos governantes. Evidencia-se que políticas públicas de promoção à leitura são medidas potencialmente importantes para promover empoderamento cultural, saúde e qualidade de vida.

VII. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. B.; DIAS, M. G. S. Transformações curriculares: interdisciplinaridade e multidisciplinaridade como práticas pedagógicas inovadoras. **Revista Sodebras [on line]**, v.11. n. 130, outubro/2016, p. 68-70, ISSN 1809-3957 Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N130.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2018.
- ARNHEIM, R. **Arte e percepção visual**: uma psicologia da visão criadora. Tradução Ivone Terezinha de Faria. 10. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.
- AZEVEDO, F. F.; OLIVEIRA, K.H. Práticas e discursos acadêmicos sobre biblioterapia Desenvolvidas em Portugal. Álabe. **Revista de La Rede de Universidades Lectoras**. Espanha. N. 14, julho/dez 2016. Disponível em: <http://revistaalabe.com/index/alabe/article/view/320>. Acesso em: 04 jan. 2018.
- BARROCO, S. M. S; FACCI, M. G. D.; MORAES, R. J. S.. Posicionamento da Psicologia ante o crescimento da medicalização: considerações educacionais. In: Leonardo, N. S. T.; Leal, Z. F. R. G.; Franco, A. F.. (Orgs.). **Medicalização**

- da Educação e Psicologia Histórico-Cultural:** em defesa da emancipação humana. Maringá: EDUEM, v. 01, 2017, p. 17-41.
- BENNEMANN, R. M.; CORTEZ, L.E. R.; YAMAGUCHI, M. U. Promoção de saúde no envelhecimento. MASSUDA, E. M.; VELHO, A. M. (Orgs). **Promoção da Saúde**. Um enfoque interdisciplinar. Maringá: UNICESUMAR, 2012. p. 29- 40.
- BENTES, J. L. N.; PIANTKOSKI, M. Experiências sobre o aprender-ensinar: por uma ação mediada. **Conhecimento & Diversidade**. Niterói, v. 7, n. 14, p. 118-132, jul/dez, 2015. Disponível em: https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/conhecimento_diversidade/article/view/2275/1546. Acesso em: 18 fev. 2019.
- BRASIL. **Sistema de Avaliação da Educação Básica**. Resultado de Aprendizagem das Crianças de acordo com o SAEB. Evidências da Edição 2017. Ministério da Educação. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=94181-saeb-2017-versao-ministro-revfinal-1&category_slug=agosto-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 15 jan. 2019.
- CALDIN, C. F. **Biblioterapia:** um cuidado com o ser. São Paulo: Porto de Ideias, 2010.
- CÂNDIDO, A. A literatura e a formação do homem. **Ciência e Cultura**, v. 24, n. 9, p. 803-809, 1972.
- CARVALHO, A saúde vai à escola: a promoção da saúde em práticas pedagógicas. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p. 1207-1227, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/physis/v25n4/0103-7331-physis-25-04-01207.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- DAZZANI, M. V. M. Psicologia Escolar e Educação Inclusiva: Uma leitura crítica. **Psicologia Ciência e Profissão**, v.30, n.2, p. 362-375, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-98932010000200011&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 09 jan. 2019.
- DECOTELLI, K. M.; BOHRE, L. C. T.; BICALHO, P. P. G. de. A droga da obediência: medicalização, infância e biopoder: notas sobre clínica e política. **Psicologia: ciência e profissão**. Brasília, v. 33, n. 2, p. 446-459, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98932013000200014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 mai. 2018.
- FARRE, A. G. M. C.; PINHEIRO, P. N. C.; VIEIRA, N. F. C.; GUBERT, F. A.; ALVES, M. D. S; MONTEIRO, E. M. L. M. Adolescent health promotion based on community-centered arts education. **Rev. Bras. Enferm.** v. 71, n.1, 2018, p.26-33. Disponível em: <https://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrn>. Acesso em: 15 nov. 2018.
- FEITOSA, M. I. S.; SANTOS, E. G. R.; MOREIRA, M. H. S. **A biblioterapia como agente de humanização no Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourado**. Anais. XI Congresso Iberoamericano de Extensão Universitária. Santa Fé, Argentina, 2011. Disponível em:
- <https://www.unl.edu.ar/iberoextension/dvd/archivos/ponencias/mesa3/a-biblioterapia-como-agente-.pdf>. Acesso em: 13 de jan 2019.
- FERNANDES, C. T.; MARCONDES, J. F. TDAH: Transtorno, Causa, Efeito e Circunst TDAH: Transtorno, Causa, Efeito e Circunstância. **Revista Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v.18, n.1, p. 48-52, 2017. Disponível em <http://revista.pgskroton.com.br/index.php/ensino/article/view/4561/3523>. Acesso em: 2 de agosto de 2018.
- FOUCAULT, M. **O Nascimento da Clínica**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2015.
- FREIRE, P. **A importância do ato de ler:** em três artigos que se completam. São Paulo: Autores Associados: Cortez, 1989.
- GIARDINELLI, M. **Voltar a ler:** propostas para ser uma nação de leitores. Tradução Víctor Barrionuevo. São Paulo: Editora Nacional, 2010.
- JERUSALINSKY, D. Trata-se de caçar o caçador? JERUSALINSKY, A.; FENDRIK, S. **O livro negro da psicopatologia contemporânea**. São Paulo: Via Lettera, 2011.
- KEMP, K. MRI shows association between reading to young children and brain activity. **AAP News**.The Official Newsmagazine of the American Academy of Pediatrics. April 25, 2015. Disponível em <https://www.aappublications.org/content/early/2015/04/25/apnews.20150425-4>.
- KIRCHOF, E. R. Como ler os textos literários na era da cultura digital? **Estudos de literatura brasileira contemporânea**. n.47, p. 2013-228, jan/jun, 2016. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/estudos/article/view/17247/12273>. Acesso em: 02 fev. 2019.
- LAJOLO, M. **Do mundo da leitura para a leitura do mundo**. São Paulo: Ática, 2007.
- LAUDARES, E. M. de A. **Literatura Infantil Digital:** um estudo sobre os aplicativos de contação de histórias. 2018. 118p. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Lavras, MG, 2018.
- LEAL, Z. F. G.; SOUZA, M. R. de. O processo de escolarização e a produção da queixa escolar - uma relação antiga, um problema atual. **O processo de escolarização e a produção da queixa escolar:** reflexão a partir de uma perspectiva crítica em psicologia. LEONARD, N.; LEAL, Z. F. G.; FRANCO, A. (Orgs.). Maringá: UEM, 2014, pp. 19-40.
- LOPES, M. do S. V.; SARAIVA, K. R. de O.; FERNANDES, NA. F. C. F.; XIMENES, L. B. ANÁLISE DO CONCEITO DE PROMOÇÃO DA SAÚDE. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, v. 19, n. 3, 2010 Jul-Set, p. 461-8. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v19n3/a07v19n3.pdf>. Acesso em: 27 out. 2018.
- MARQUES, J. Campanha pede que pediatras de todo o país “receitem livros” para as crianças. **Folha de São Paulo**. Caderno Cotidiano. 18 de janeiro de 2015. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/10/1695362-campanha-pede-que-pediatras-de-todo-o-pais-receitem-livros-para-criancas.shtml>. Acesso em: 12 jun. 2018.

- MENDES, R.; FERNANDEZ, J. C. A.; SACARDO, D. P. Promoção da Saúde e Participação: abordagens e indagações. **Saúde debate**, v. 40, n. 108. Jan-Mar, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/sdeb/2016.v40n108/190-203>. Acesso em: 22 fev. 2019.
- MIRANDA, L.E. V.; CARVALHO, D. B. A. de. Professor, como vai a literatura infanto-juvenil digit@l na escola? **Textura**. Canoas, v. 20, n. 43, p. 239-260. Maio/ago 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/txra/article/view/3584/2941>. Acesso em: 08 set. 2018.
- MORAES, G. L. Do livro ilustrado ao aplicativo: reflexões sobre multimodalidade na literatura para crianças. **Estud. Lit. Bras. Contemp.**, Brasília, n. 46, p. 231- 253, dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/elbc/n46/2316-4018-elbc-46-00231.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.
- NOVAES, T. D. de. Uma Proposta Pedagógica de Ciberleitura. **Revista Eletrônica de Divulgação Científica em Língua Portuguesa, Linguística e Literatura**, v.2, n.3, 2005. Disponível em: <http://www.letramagna.com/citacao.html>. Acesso em: 03 nov. 2018.
- OLIVEIRA, J.B.A. **Repensando a educação brasileira**: o que fazer para transformar nossas escolas. São Paulo: Salta, 2015.
- PAIVA, J. N.; MOURA, L. T. As inteligências múltiplas no contexto escolar da educação infantil como facilitadoras no processo de ensino aprendizagem. **Revista Sodebras [on line]**, v. 14, n. 160, abr/2019, p. 11-19. ISSN - 1809-3957 Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N160.pdf>. Acesso em 14 de junho de 2019.
- PALANGANA, I. C. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotski**: a relevância do social. São Paulo: Summus Editorial, 2015.
- PANTOJA, A. Um exemplo vivo: A Escola como Polo Irradiador da Promoção da Saúde na Comunidade. **La Promoción de La Salud em América Latina**. Apuntes históricos, estructuras y políticas nacionalis. ARROYO, H. V. (ed.). Centro Colaborador de la Organización Mundial de La Salud (OMS/OPS) para la Capacitación e Investigación em Promoción de la Salud y Educación para la salud. Porto Rico, 2016, p.261-262.
- PATRÍCIO, T. M. R. **Recomendações de leitura e terapias literárias**. 2014. 134p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/18164> Acesso em: 14 nov. 2018.
- PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. 4ª ed. Rio de janeiro: Zahar, 1973.
- REAL, N.; CORRERO, C. Valorar la literatura infantil digital: propuesta práctica para los mediadores. **Textura**. Canoas, v. 20, n. 42, p. 8-33, jan/abr. 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/txra/article/view/3639/2782> pdf. Acesso em: 02 mai. 2018.
- RECEITE UM LIVRO: fortalecendo o desenvolvimento e o vínculo: a importância de recomendar a leitura para crianças de 0 a 6 anos. São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria, 2015. Disponível em: http://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/AF357-15FIS_CampanhaPrescrevaum_LIVRO_19x23_V12.pdf Acesso em: 16 abr. 2018.
- REYES, Y. **A casa imaginária**: leitura e literatura na primeira infância. São Paulo: Global, 2010.
- ROHDE, L. A. et al. G. Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 22, n. 2. p 7-11, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-4446200000600003. Acesso em: 09 nov. 2018.
- SCHNEIDER, R. E. I.; TOROSSIAN, S. D. Contos de fadas: de sua origem à clínica contemporânea. **Psicologia Revista**. Belo Horizonte, v.15, n. 2, p.132-148, ago. 2009. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-11682009000200009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 09 jan. 2016.
- SILVA, P.; SOUSA, J.D., AQUINO, P. T. Relato de caso/Plano de intervenção: estudante com TDAH. **Journal of Research in Special Educational Needs**, v.16, n.1, p. 955-958, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1471-3802.12239>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- SPALDING, Marcelo. O hiperconto e a literatura digital. **Digestivo Cultural**. 2010. Disponível em: http://www.digestivocultural.com/colunistas/coluna.asp?codigo=3034&titulo=O_hiperconto_e_a_literatura_digital. Acesso em: 16 de out. de 2016.
- SUZUKI, M. A.; LEONARDO, N. S. T.; LEAL, Z. F. de R. G.A medicalização da educação: reflexões para a compreensão e enfrentamento desse fenômeno. **Medicalização da educação e psicologia histórico-cultural**: em defesa da emancipação humana. LEONARDO, N. S. T.; LEAL, Z. F.R. G.; FRANCO, A.F. (Orgs). Maringá: Eduem, 2017, p. 43-70.
- TOASSA, G. Sociedade Tarja Preta: uma crítica à medicalização de crianças e adolescentes. **Fractal, Revista de Psicologia**. Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 429-434, ago. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198402922012000200015&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 09 jul. 2018.
- TOURINHO, A.; BONFIM, C.; ALVES, L. Games, TDAH e funções executoras: uma revisão de literatura. **XV SBGames – São Paulo – SP – Brazil, September 8th - 10th, 20**. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157215.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.
- VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 10/07/2019

Aprovado em: 04/08/2019

Área: Ciências Exatas e Engenharias

1-5	<p>PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES DE DUAS ESCOLAS DA SECRETARIA ESTADUAL DE MINAS GERAIS ACERCA DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA</p> <p>PERCEPTIONS OF TEACHERS OF THE TWO SCHOOLS OF THE MINAS GERAIS STATE SECRETARY ABOUT PHYSICS TEACHING AND LEARNING PROCESSES</p> <p>Lucas Marques De Almeida; Edmar Reis Thiengo</p>
3-3	<p>ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE MEDIÇÃO DE VELOCIDADE E ATENUAÇÃO POR ULTRASSOM NA PARAFINA LÍQUIDA</p> <p>COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODOLOGIES OF SPEED MEASUREMENT AND ULTRASSOM ATTENUATION IN LIQUID PARAFFIN</p> <p>Gilyane Oliveira Leão Almeida; Silvio Leão Vieira</p>
3-4	<p>PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERIOR UTILIZANDO UM ALGORITMO GENÉTICO PARA MINIMIZAR O TEMPO DE RETORNO</p> <p>INTERIOR LIGHTING DESIGN USING A GENETIC ALGORITHM TO MINIMIZE PAYBACK PERIOD</p> <p>Ana Laura Pinheiro Ruivo Monteiro; Maria Emília De Lima Tostes; Gabriel Vianna Soares Rocha</p>
3-8	<p>ANÁLISE DOS IMPACTOS CAUSADOS EM RELAÇÃO AO CUSTO-BENEFÍCIO E MEIO AMBIENTE NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PELOS MÉTODOS CONVENCIONAL E BIOMIMÉTICO</p> <p>ANALYSIS OF THE IMPACTS CAUSED IN RELATION TO COST-BENEFIT AND ENVIRONMENT IN THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS BY THE CONVENTIONAL AND BIOMIMETIC METHODS</p> <p>Denise Da Mata Medeiros; Roberta Ferrari De Sá; Osiris Canciglieri Junior</p>
3-8	<p>MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE MATURIDADE COM FOCO NA GESTÃO DE INOVAÇÃO</p> <p>METHOD FOR DIAGNOSIS OF MATURITY LEVEL FOCUSED ON INNOVATION MANAGEMENT</p> <p>Tânia Carla Agio; Osiris Canciglieri Junior</p>

PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES DE DUAS ESCOLAS DA SECRETARIA ESTADUAL DE MINAS GERAIS ACERCA DOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA

PERCEPTIONS OF TEACHERS OF THE TWO SCHOOLS OF THE MINAS GERAIS STATE SECRETARY ABOUT PHYSICS TEACHING AND LEARNING PROCESSES

LUCAS MARQUES DE ALMEIDA¹; EDMAR REIS THIENGO²
1; 2 - FACULDADE VALE DO CRICARÉ- SÃO MATEUS- ES
marques_lucas17@hotmail.com; thiengo.thiengo@gmail.com

Resumo - o presente estudo objetivou investigar as percepções dos professores de duas escolas da rede estadual de Minas Gerais acerca dos processos de ensino e aprendizagem de Física, nos anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. A proposta foi trabalhar com o método Estudo de Caso, em uma análise qualitativa, envolvendo estudantes das duas escolas mencionadas, além de professores que ministram aulas de Ciências e Física nas mesmas. Por meio de entrevistas, com roteiro estruturado, buscou-se conhecer os sujeitos da pesquisa e entender suas perspectivas acerca do tema. Por fim, as entrevistas foram analisadas com a finalidade de compreender as ideias e as opiniões dos grupos pesquisados. Entre outros pontos, é preciso investir mais em formação continuada para os professores de Física e de Ciências, principalmente este último, que acaba assumindo os conteúdos de Física no 9º ano, mas possui formação inicial em Biologia

Palavras-chave: Física. Ensino e Aprendizagem. Percepções dos Professores.

Abstract - This study aimed to investigate how the perceptions of teachers of two schools of the State Secretary Minas Gerais about the teaching and learning processes of physics, in the final years of elementary school and high school. The proposal was to work with the Case Study Method, in a qualitative analysis, to bring together the pupils of the two schools mentioned, as well as to teach science and physics classes in them. Through interviews, with structured script, we sought to know the research subjects and direct their actions on the topic. Finally, they were analyzed in order to understand the ideas and opinions of the groups surveyed. Among other points, it is necessary to invest more in continuing education for physics and science teachers, especially the latter, who ends up assuming the contents of physics in the 9th grade, but has initial training in biology

Keywords: Physics. Teaching and Learning. Perceptions of Teachers.

I. INTRODUÇÃO

O ensino de Física tem sido no decorrer dos anos um grande desafio para os professores da área, pois registra “altos índices de reprovação” (MOREIRA, 1999), bem como a maioria dos estudantes do Ensino Médio aproveita pouco o que é ensinado. Além disso, no currículo da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), o primeiro contato com conteúdos relacionados à Física ocorre apenas no 9º ano do

Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências, com alguns conceitos básicos trabalhados em um ou, no máximo, dois bimestres, superficialmente. No Ensino Médio, os alunos acessam conteúdos desconhecidos na maioria das vezes e não conseguem sequer assimilar que a disciplina de Física estuda todos os fenômenos naturais que acontecem no dia a dia, demonstrando muita dificuldade para compreender os conteúdos, o que compromete e prejudica a aprendizagem.

A nova BNCC (2018) apresenta uma perspectiva diferente para o ensino de Física, incluindo competências relacionadas à disciplina a partir do 6º ano do Ensino Fundamental, o que possibilita um desenvolvimento gradativo do educando até alcançar a fase inicial do Ensino Médio, antes não contemplada. Assim, o professor pode aprofundar os conteúdos já vistos, ao invés de apresentá-los apenas no Ensino Médio. Diante desse cenário, apresentamos como problema de investigação deste estudo: Quais percepções os professores dos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio têm sobre o processo de ensino e aprendizagem de Física?

Pretende-se como objetivo desta pesquisa analisar as percepções dos professores sobre o processo de ensino e aprendizagem do ensino de Física, desde o ensino fundamental na disciplina de ciências, através da identificação de suas vivências no cotidiano escolar.

É preciso pensar para além do currículo existente, é necessário (re)significar o currículo, quebrar paradigmas e possibilitar um estudo que valorize o fazer docente, considerar que a prática e o uso de tecnologias e experimentos são instrumentos de aprendizagem. Desse modo, como o ensino está aliado a experimentos, e o experimento está aliado à pesquisa, e esse conjunto faz parte do princípio educativo, compreendemos, nesse sentido, que toda base de ensino tem início nos primeiros anos da Educação Básica.

No entanto, é preciso pensar na formação do professor, tanto a inicial como a continuada, de maneira que as Ciências da Educação possam gerar novos saberes. A finalidade é caminhar na direção de uma prática que supere a aprendizagem mecanizada e estanque, e o espaço da sala de aula tenha, em seus diferentes níveis de estudo, opções de abrir caminhos para novos projetos. Nesse sentido, este estudo pretende compreender sucintamente esses aspectos e

seus inter-relacionamentos: professor, estudantes e o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos de Física.

II. METODOLOGIA

A abordagem realizada é de um estudo de caso a respeito do objeto de investigação, visando obter as informações necessárias do problema em análise. Conforme Triviños (1987, p.133), o estudo de caso:

“[...] é uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa aprofundadamente. Esta definição determina suas características que são dadas por duas circunstâncias, principalmente. Por um lado, a natureza e a abrangência da unidade. Esta pode ser um sujeito. [...] Em segundo lugar, também a complexidade do Estudo de Caso está determinada pelos suportes teóricos que servem de orientação em seu trabalho ao investigador.”

Dessa forma, a investigação abordará as relações vividas no dia a dia dos professores, acerca do ensino de Física no Ensino Fundamental e Médio.

Portanto, analisar a concepção de professores inseridos no contexto escolar, configura-se como o elemento a ser descoberto, descrito, retratado, caracterizando-se, assim, como um estudo de caso.

Em um primeiro momento foram solicitadas às escolas Dioguina Augusta Santana, localizada em Nova Belém/MG, e Governador Lacerda Aguiar, localizada em Itabirinha/MG, autorização para realizar a pesquisa junto aos professores e estudantes das instituições.

Em relação aos professores, realizou-se uma entrevista estruturada com um roteiro solicitando sua participação, bem como compreender suas concepções em relação à temática analisada. Para garantir a fidelidade e a veracidade das informações fornecidas pelos entrevistados, a atuação foi de modo neutro, sem direcionamento e influência às respostas dadas.

2.1 – Abordagens da pesquisa

O presente estudo é de caráter descritivo – comparativo, tendo como escolha o método qualitativo, assim como definida por Triviños (1987, p.128) “[...] a pesquisa qualitativa com apoio teórico na fenomenologia é essencialmente descritiva”.

A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que se deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987). Portanto, é possível coletar um número mais amplo de informações acerca dos fatos analisados, obtendo-se mais clareza e propriedade, sendo que a “[...] pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave” (TRIVIÑOS, 1987, p. 128).

Nesse sentido, a pesquisa qualitativa atende aos pressupostos deste estudo, que consiste em descrever a prática do ensino de Física na visão dos professores do 9º ano e Ensino Médio, por meio de entrevista.

2.2 – Procedimento de análise de dados

A análise de dados consiste em examinar, categorizar, tabular e, muitas vezes, recombinar as evidências no sentido de atender às proposições iniciais do estudo. No entanto, para o estudo de caso na pesquisa qualitativa, deve-se considerar que esta “[...] não estabelece separações marcadas entre a

coleta de informações e a interpretação das mesmas” (TRIVIÑOS, 1987, p.170).

Entretanto, é necessário que essa fase seja baseada na releitura das proposições teóricas, seguida pelo desenvolvimento da descrição do caso estudado, para, no confronto entre as realidades teóricas e práticas, proceder às conclusões cabíveis.

Por essa razão, pode-se afirmar que a análise de uma entrevista estruturada se configura na tradução dos objetivos da pesquisa, sendo possível evidenciar o resultado das respostas dadas pelos sujeitos entrevistados. Esse mecanismo funciona como suporte para testar a hipótese ou esclarecer o problema da pesquisa.

Assim, para mais confiabilidade dos dados analisados, optou-se pela análise de conteúdo. Isso porque no universo das pesquisas qualitativas a escolha do método e das técnicas para analisar os dados produz um olhar multifacetado sobre a totalidade dos dados recolhidos no período de coleta, objetivando buscar o sentido ou os sentidos expressos nos documentos analisados.

A entrevista teve como procedimento de coleta de dados a entrevista estruturada de caráter qualitativo. O instrumento de coleta de dados deste estudo pautou-se na realização de uma entrevista com questões abertas, buscando, assim, obter respostas para os objetivos pretendidos neste estudo.

III. RESULTADOS

O estudo buscou identificar os conhecimentos e as experiências dos professores de Ciências e Física sobre o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos relacionados a disciplina de Física,

Para não expor as identidades dos professores que participaram da pesquisa, foram utilizados pseudônimos. Ao todo, participaram oito profissionais, somadas as escolas que contribuíram com o trabalho.

Para direcionar a entrevista utilizou-se um roteiro, anexo 1, que tem um total de sete perguntas. Algumas das respostas, relacionadas a perguntas mais simples e com respostas mais diretas, serão apresentadas em forma de quadro para facilitar a leitura dos relatos feitos por cada professor. O Quadro 1 contém a primeira pergunta feita aos professores, que se refere a sua formação. Nesta pesquisa, os nomes dos professores são fictícios e estão em ordem alfabética: Arnaldo, Bento, Clóvis, Dirceu, Elem, Fábio, Gustavo e Henrique.

Quadro 1 – Qual sua formação?

Professor	Resposta
Arnaldo	<i>Licenciatura em Matemática e Física</i>
Bento	<i>Licenciatura em Matemática e Física</i>
Clóvis	<i>Bacharel em Enfermagem e Licenciatura em Biologia</i>
Dirceu	<i>Bacharel em Enfermagem</i>
Elem	<i>Licenciatura em Química e Biologia</i>
Fábio	<i>Licenciatura em Química e estudante de Engenharia Civil</i>
Gustavo	<i>Licenciatura em Matemática e Física</i>
Henrique	<i>Bacharel em Engenharia Civil</i>

Fonte: do autor, 2019.

Ao visualizar o Quadro 1 observa-se que apenas três (38%) professores que atuam com a disciplina de Ciências nos 9º anos e de Física no Ensino Médio, possuem formação específica na disciplina, “Dessa forma, podem apresentar dificuldade em ensinar determinadas disciplinas por não terem formação específica na área” (SILVA, SANTOS e MOREIRA, 2014, p.53).

Como já mencionado, é preciso que o professor, além da formação inicial, busque a formação continuada, pois apenas a inicial não supre as necessidades e as especificidades de cada profissional, além de proporcionar novas descobertas e metodologias de ensino.

O Quadro 2, apresentado a seguir, se refere à atuação desses professores, relacionando a(s) disciplina(s) que esses ministram na atualidade, bem como o tempo de atuação. Como podemos verificar nesse quadro, os professores atuam preponderantemente nas disciplinas de Ciências (Ensino Fundamental) e Física (Ensino Médio), mas também atuam como professores de Matemática e Biologia, mostrando a diversidade na atuação desses profissionais, pois acabam por assumir um número significativo de planejamentos em diferentes frentes, o que pode comprometer sua atuação em sala de aula.

Quadro 2 – Qual disciplina ministra e há quanto tempo?

Professor	Resposta
Arnaldo	<i>Física - 3 anos.</i>
Bento	<i>Matemática - 18 e Física - 16.</i>
Clóvis	<i>Ciências e Biologia, aproximadamente, 10 anos.</i>
Dirceu	<i>Ciências e Biologia há 7 anos,</i>
Elem	<i>Sou professora na rede pública do Estado de Minas Gerais desde fevereiro de 2010 e, desde então, atuo com ambas as formações, tanto com Ciências (no Ensino Fundamental), quanto com Química (no Ensino Médio).</i>
Fábio	<i>Física - 1 ano e Química - 2 anos.</i>
Gustavo	<i>Física - 17 e Matemática - 23.</i>
Henrique	<i>Física - 1 ano e 3 meses.</i>

Fonte: do autor, 2019.

Nesse cenário, a maioria dos professores atua há um bom tempo, somente os professores Arnaldo, Fábio e Henrique têm até três anos de magistério. Em relação ao conhecimento acerca dos conteúdos de Física no Ensino Fundamental, o Quadro 3 a seguir contém as respostas dos professores.

Quadro 3 – Conteúdos de Física ministrados no Ensino Fundamental

Professor	Respostas
Arnaldo	<i>No 9º ano são apresentadas noções introdutórias de Física e Química.</i>
Bento	<i>Noções básicas de Física; divisões da Física; grandezas físicas; unidades de medida; leis do movimento; Velocidade média; potência de base 10; exercícios de fixação.</i>

Clóvis *Os conteúdos trabalhados são força e inércia (velocidade, aceleração e força, inércia, movimento), temperatura, calor e equilíbrio térmico, incluindo também cálculos de escalas termométricas. Também é aplicado estudo sobre eletricidade, abrangendo carga elétrica, circuitos, resistência e corrente elétrica.*

Dirceu *Os conteúdos trabalhados nessa turma são: força e inércia; calor e equilíbrio térmico; eletricidade.*

Elem *Em Física, os alunos são levados a conhecer as unidades de medidas, bem como suas conversões e utilidades, além de reconhecer os princípios de velocidade, aceleração e força que estão envolvidos em seu cotidiano, aprendendo a reconhecer a importância do estudo das três Leis de Newton em benefício de seu conhecimento.*

Fábio *Acredito que seja o Sistema Internacional de Unidades; grandezas físicas e escalares; cinemática e Leis de Newton.*

Gustavo *Estados e transformações físicas dos materiais; massa, densidade, volume e pressão, energia e trabalho.*

Henrique *Não cheguei a trabalhar no Ensino Fundamental.*

Fonte: do autor, 2019.

Conforme os relatos, pode-se dizer que os professores têm conhecimento sobre os conteúdos de Física aplicados aos 9º anos. Apenas o professor Henrique disse que ainda não atuou com turmas do Ensino Fundamental, fato esse que não oferece informações sobre seu conhecimento relativo ao conteúdo específico daquele ano.

Quando questionados acerca do tempo destinado ao ensino de Ciências e Física no Ensino Fundamental, os professores foram unânimes em dizer que não é suficiente, embora cada um tenha sua justificativa.

Não, pois é muito grande o conteúdo de Ciências no Ensino Fundamental, e muitas vezes os alunos tem pouca base de conhecimento nessa área para trabalhar a Física no Ensino Médio.

Professor Arnaldo

Não, na maioria das escolas o tempo é insuficiente para abordar o ensino de Física no Ensino Fundamental, sendo necessário uma adequação da carga horária para Biologia, Química e Física.

Professor Bento

Não, é só mesmo uma base para o Ensino Médio.

Professor Clóvis

Não, o tempo não é suficiente.

Professor Dirceu

Os professores Arnaldo, Bento, Clóvis e Dirceu destacam que o tempo é insuficiente porque há muito conteúdo para ser trabalhado em pouco tempo. O professor Clóvis mostrou-se menos preocupado, minimizando ao dizer que tal conteúdo é “só uma base para o Ensino Médio”. A professora Elem, por sua vez, tem uma perspectiva diferente. Ela falou da complexidade do conteúdo e sua relação com a compreensão das coisas que nos cercam e a importância de

tal conhecimento para entender o mundo à nossa volta. Essa é uma perspectiva de quem de fato conhece a Física e sua proposta como disciplina escolar. Isso ficou claro em seu depoimento:

Com certeza não! O estudo da Física é complexo e muito rico em informações, que podem nos ajudar a compreender muitas coisas que estão ao nosso redor e, infelizmente, a quantidade de aulas dispendidas para o ensino da mesma não é mesmo suficiente para fazer, nem mesmo, uma introdução adequada ao ensino de Física, tendo que ser essas aulas ainda destinadas, também, ao ensino de Química e Biologia.

Professora Elem

Os professores Fábio e Gustavo, retomaram a questão do tempo e sua insuficiência para abordar os conteúdos previstos. No Quadro 03, pudemos ver que o professor Fábio divide seu tempo entre as disciplinas de Física e Química, ao passo que Gustavo precisa administrar o tempo para os planejamentos em Física e Matemática, o que realmente compromete e torna o tempo mais escasso.

Não é suficiente, pois a disciplina deve passar conteúdos básicos de Química e Biologia também, acaba sobrando pouco tempo. Se houver dedicação maior a uma delas, as outras ficam ainda mais defasadas.

Professor Fábio

Não, pois para o aluno ter uma boa noção do ensino de Física no 9º ano seria necessário, pelo menos, dois bimestres para ele chegar com uma bagagem boa no Ensino Médio.

Professor Gustavo

Em uma situação diferente dos anteriores, o professor Henrique trouxe o olhar de quem recebe, no Ensino Médio, os alunos, conforme seu depoimento:

Não. Os alunos ingressantes das turmas do 1º ano do Ensino Médio apresentam grande dificuldade na disciplina, visto que o tempo a ser trabalhado os conteúdos de Física no Ensino Fundamental é reduzido. Assim, essa falha contribui com o atraso do conteúdo das turmas iniciais do Ensino Médio.

Professor Henrique

A respeito dessa questão os professores foram unânimes em concordar que o tempo no Ensino Fundamental destinado aos conteúdos de Física é insuficiente. Conforme relatos dos professores Bruno, Elem e Fábio, as aulas ainda devem contemplar conhecimentos de Química e Biologia.

Outro fator que pode influenciar é a formação do professor de Ciências do Ensino Fundamental, pois:

“[...] os professores do Ensino Fundamental são os responsáveis por ensinar a Física integrada aos conteúdos de Química e Biologia, mas a formação inicial deles apresentou lacunas, uma vez que, nela não foram abordados conceitos de Física, impedindo que esses conteúdos sejam trabalhados nos anos iniciais (SILVA, SANTOS e MOREIRA, 2014, p. 53).”

Nesse contexto, e para compreender as dificuldades encontradas pelos professores no ensino de Física, eles foram questionados a respeito delas, bem como também expressaram algumas dificuldades dos estudantes, principalmente em Matemática que interferem na aprendizagem de conteúdos da Física, conforme relato:

Dificuldades em compreender os conteúdos, pois muitos não consideram os conceitos abstratos e não conseguem relacioná-los com seu cotidiano.

Professor Arnaldo

Falta de interesse dos alunos, defasagem no aprendizado básico e confusão entre os conteúdos de Física e Matemática.

Professor Dirceu

As dificuldades são relacionadas a questões de defasagem no ensino de Matemática. Muitos alunos apresentam dificuldades nos cálculos da disciplina! Visto que temos sempre que fazer intervenções.

Professor Clóvis

A defasagem do ensino de Matemática nos anos iniciais, e no Ensino Fundamental, devido à aprovação automática dos alunos, sem ao menos conseguir fazer pequenas conta e cálculos matemáticos, tem sido uma grande dificuldade para desenvolver o ensino de Física no 9º ano do Ensino Fundamental.

Professora Elem

Ainda sobre as dificuldades existentes, dois professores justificaram suas respostas apontando a necessidade de materiais e formação inicial e continuada, do professor como algo que causa impacto na aprendizagem.

A formação acadêmica do professor de Ciências é Biologia, com baixo nível de conhecimento em Química e em Física, daí se esclarece a grande dificuldade.

Professor Bento

Várias, entre elas, falta de materiais e livros adequados, falta de preparo dos professores, são poucas aulas de Ciências.

Professor Gustavo

Dois professores também apontaram a falta de tempo e a quantidade de conteúdos que devem ensinar durante o ano letivo.

Falta de tempo aliada a uma tempestade de informação.

Professor Fábio

O tempo escasso e o número elevado de outros conteúdos que também devem ser ministrados na disciplina de Ciências.

Professor Henrique

No geral, os professores concordaram com as dificuldades apresentadas: falta de tempo e dificuldades relacionadas à lacuna na base da Matemática para se compreender à Física. Assim como relataram alguns estudantes que “Física tem fórmulas mais difíceis” e “as fórmulas e o grau de ensino” de Física são difíceis. Acerca da dificuldade em Matemática, pesquisadores apontam que:

“[...] as causas das deficiências de aprendizagem em Matemática é possível afirmar que os conteúdos vão sendo ensinados numa sequência que pressupõe que todos os alunos saibam o que foi ensinado nos anos anteriores, sem possibilidade de retomar o que não foi aprendido [...] (CIMA, R. et al., p. 400, 2017).”

No que se refere à resposta do professor Bento acerca da formação do professor de Ciências, ele indica para uma

possível dificuldade de o professor trabalhar os conteúdos de Física, já que sua formação inicial é em Ciências Biológicas. Esse fato é de grande relevância, até para se repensar a formação inicial do professor de Ciências, pois, como já relatado, há lacunas que comprometem o desenvolvimento do trabalho docente.

Na penúltima pergunta, buscou-se saber o que os professores pensam sobre o que pode influenciar os estudantes a gostar ou não da disciplina de Física. Nesse sentido, apenas o professor Arnaldo atribuiu ao estudante a responsabilidade de desenvolver o gosto pela disciplina de Física ou não.

Senso de curiosidade, pois a disciplina tem como fonte de estudo fenômenos que ocorrem em nosso dia a dia.

Professor Arnaldo

Convém ressaltar que, referente a gostar ou não, é importante citar o trabalho de Coelho acerca do que estimula o estudante a gostar ou não das aulas, no qual ele faz um apontamento:

“[...] o perfil do “bom professor de Ciências”, encontrando por meio de entrevistas características como: ter animação e senso de humor, demonstrar satisfação, fixar-se em discussão e não em informação, abrir espaço para o aluno participar, variar o tipo de aula com filmes, excursões e livros, não ficar repetindo o que o aluno já sabe, mostrar desenvolvimento no conteúdo ao estudante, fazer pesquisa, e ter bom conhecimento de outras ciências. Neste trabalho aparecem como importantes as características afetivas do professor (COELHO, 2018, p.1).”

Esse fato também foi apontado pelos Professores Clóvis e Henrique, que disseram:

Acredito que a afinidade pela disciplina e também a forma com que o professor a desenvolve. Existem maneiras que podem chamar mais a atenção do aluno como fórmulas dinimizadas ou, até mesmo, cantadas! O aluno aprende sem dificuldades. É importante sempre mostrar aos alunos o sentido de estar estudando determinado conteúdo.

Professor Clóvis

A metodologia utilizada pelo professor, a afinidade com as áreas exatas e o tempo de contato do aluno com a matéria.

Professor Henrique

Já as ideias, as opiniões dos demais professores se aproximaram, entre outros aspectos, ao abordar a formação do professor associada a uma boa prática de ensino, que contemple teoria e experimentos.

Formação do professor, infraestrutura da escola, responsabilidade e desempenho do professor.

Professor Bento

As influências deveriam ser desenvolvidas desde os anos iniciais, apresentando a disciplina de forma lúdica e descontraída, trazendo para a sala os conteúdos, usando a metodologia no concreto, instigando. Assim, a curiosidade dos alunos.

Professor Dirceu

Aulas práticas e experimentais podem contribuir para que os alunos possam se interessar um pouco

pela disciplina, porém a quantidade de aulas despendidas para o ensino da mesma acaba não sendo possíveis tais aulas. Promover passeios a museus e/ou a universidades com laboratório poderia ser algo interessante para os mesmos também.

Professora Elem

Associação do teórico ao prático, instrumentos experimentais e aulas em campo ou laboratório, focadas na observação dos fenômenos.

Professor Fábio

Professores preparados, laboratório de Ciências que funcione, materiais adequados para a aula.

Professor Guilherme

Desse modo, em muitos casos, recai sobre o professor e as metodologias utilizadas despertar o gosto, ou não, dos estudantes para sua disciplina. Além disso, os professores também concordaram que a metodologia utilizada e aulas diferentes tendem a despertar o interesse dos estudantes. No entanto, ainda permanece a precariedade de laboratórios e demais materiais para trabalhar as aulas práticas, pois há “condições essenciais para a qualidade [...] porém todas ligadas à estrutura física da escola [...]” (PINHEIRO, 2011, p.119).

Talvez essa seja uma das razões pelas quais os professores não fazem aulas mais diferenciadas, devido à falta de estrutura da escola para realização de mais aulas experimentais. Os docentes também apontaram que as aulas práticas é um dos principais fatores responsáveis pelo aumento do interesse nas aulas de Física.

Por fim, foi solicitado aos professores que sugerissem o que poderia ser feito para melhorar o ensino de Física desde a etapa do Ensino Fundamental. Entre as respostas dadas há alguns registros interessantes, por exemplo, a de ter aulas diferenciadas, conforme disse um professor:

Penso que para melhorar deveríamos investir práticas e intervenções que favorecessem o ensino. As aulas práticas complementam as teóricas. Existem coisas simples que nós, professores, podemos fazer com nossos próprios recursos; visto que estamos vivendo uma crise em nosso Estado e país.

Professor Clóvis

E também ofertar mais aulas de Física no Ensino Fundamental, bem como capacitar os professores:

Desmembrar as três disciplinas e trabalhar de forma independente como se trabalha no Ensino Médio.

Professor Bruno

Aumentar a quantidade de aulas seria um ponto chave para a melhoria do ensino dos conteúdos, uma vez que haveria mais possibilidades para serem feitos experimentos práticos, o que tornaria as aulas mais dinâmicas e interativas, levando o aluno a compreender, de fato, o que é a Física!

Professora Elem

Começar a ofertar as disciplinas de Física, Química e Biologia desde o 6º ano. Focar nos conceitos básicos para que o ensino prático na primeira série do Ensino Médio possa ser facilitado. Dessa forma, o nono funcionaria como uma ponte para essa mudança abrupta do Fundamental para o Médio.

Professor Fábio

Aumentar a carga horária para esse conteúdo, investir em capacitação dos professores, supervisionar as aulas ministradas pelos profissionais da área, gerar metodologias para incentivar o gosto pelo conhecimento nos alunos que apresentarem desinteresse pela disciplina e preparar o aluno nos anos anteriores para apresentar o básico necessário de conhecimento na disciplina de Matemática.

Professor Henrique

Além dessas necessidades relacionadas a carga horária, à formação continuada e, ainda, essa necessidade de se dividir entre vários componentes curriculares diferentes, o professor precisa alternar e renovar suas práticas, e para tanto, as escolas devem ser bem equipadas para as aulas experimentais. Lembrando que não basta ter o equipamento, precisa também dar condições de funcionamento dos mesmos. Nesse sentido, relatam os professores:

Estabelecer uma melhor relação entre conceitos teóricos com aulas práticas experimentais.

Professor Arnaldo

Aplicar métodos que desperte a vontade de aprender Física, juntamente com intervenções pedagógicas.

Professor Dirceu

Equipar todas as escolas com laboratórios bem aparelhados, com todo o material necessário. Treinar os professores para trabalhos com os alunos no laboratório, aumentar o número de aulas, mudar o cronograma de aulas dando mais ênfase em aulas voltadas para o conteúdo de Física.

Professor Guilherme

Nessas falas é possível observar várias situações importantes, pois mesmo que poucos tenham se expressado dessa forma, pode ser a maneira como muitos pensam, mas não se manifestam.

Vale ressaltar que Coelho (2018) também se expressou nesse sentido, ou seja, sobre as aulas serem mais atraentes e motivadoras, o que depende muito da prática do professor.

Os professores acreditam basicamente em dois pontos para melhorar o processo de ensino e aprendizagem: aumentar a quantidade de aulas para trabalhar os conteúdos de Física e ter mais aulas práticas. Esses dois pontos foram bastante citados nas respostas dadas. Sobre as aulas práticas, para Farias (2018), é uma forma de:

“[...] obter a atenção dos alunos durante a atividade [...]. É possível que isso tenha ocorrido em função da utilização do vídeo e principalmente do computador. Nesta aula os alunos ficaram bem focados na discussão. Prestando atenção até mesmo em coisas que não são muito atraentes como gráficos e tabelas. Todos quiseram manipular os carrinhos o que os manteve engajados na atividade. [...] O uso de experimentos, mesmo que sendo de fácil realização e utilizando materiais simples e de baixo custo, mostrou-se de fundamental importância [...]. Os estudantes puderam manipular e observar no plano concreto os conceitos científicos abordados na atividade (FARIAS, 2018, p.57).”

Somado a isso, outros pontos apresentados pelos professores, como desmembrar as disciplinas de Química, Biologia e Física, também seria um ganho para a educação brasileira, porém está distante das possibilidades atuais do

professor, que deve buscar outros meios para melhorar o ensino como lhe é apresentado.

Outro relato que também já foi citado é o de equipar as escolas com laboratórios, bem como capacitar os professores para utilizar os equipamentos. Isso seria um ponto extremamente positivo para a educação, pois tornaria as aulas de Física mais práticas, possibilitando ao estudante a aplicação dos conteúdos em seu dia a dia.

IV. CONCLUSÃO

Buscamos neste trabalho investigar as percepções dos professores de duas escolas da rede estadual de Minas Gerais acerca dos processos de ensino e aprendizagem de Física, nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

Os dados apresentados e desenvolvidos no presente estudo foram coletados por meio de uma entrevista com roteiro direcionado, cuja finalidade foi delinear tanto o aspecto subjetivo, referente à particularidade dos professores, e a visão deles a respeito da disciplina de Física tanto no 9º ano do Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio.

Os relatos externaram as dificuldades, os anseios, mas também trouxeram sugestões acerca da disciplina de Física, observando-se, sobretudo, o interesse dos envolvidos na pesquisa.

Após analisar a percepção dos entrevistados, verificamos que há uma concordância geral entre os professores de que é preciso fazer algo, pois permanecer da forma atual significa anular por completo os conteúdos de Física, o que alcançará diretamente os estudantes, principalmente, nos demais níveis e etapas do ensino.

Ficou evidente que há necessidade de aumentar as aulas práticas, pois são pouco exploradas pelos professores. E que, por outro lado, não têm recursos para ofertar aulas práticas, devido à precariedade das estruturas das escolas públicas pesquisadas.

Há métodos e recursos acessíveis para se repensar o trabalho do professor de Física, de forma a tornar as aulas mais atrativas e convidativas aos estudantes.

Em suma, é preciso investir mais em formação continuada para os professores de Física e de Ciências, principalmente este último, que acaba assumindo os conteúdos de Física no 9º ano, mas possui formação inicial em Biologia. Isso significa, em muitos casos, que o aluno enfrentará dificuldades consideráveis para prosseguir os estudos no Ensino Médio.

V. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf. Acesso em: 22 fev. 2019.

CIMA, R. et al (2017). Redução do interesse pela física na transição do ensino fundamental para o ensino médio: a perspectiva da supervisão escolar sobre o desempenho dos professores. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, 16 (2), 385-409. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_1_1_ex1088.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2019

COELHO, Rafael Otto. **O que Leva o Aluno a Gostar (ou não) da Aula de Física**. Monografia de Especialização em Educação. Universidade Federal de Pelotas, 1999. Disponível

em:

<http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/coelho/artigo_espec.pdf>.

Acesso em: 3 dez. 2018.

FARIAS, Timóteo Ricardo Campos de. **O impacto do uso de atividades investigativas na motivação em aprender física.** Universidade Federal do Espírito Santo. 2018. Disponível em:

<http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_12010_Disserta%20E7%E3o%20Tim%20Ricardo%20Campos%20de%20Farias%20%281%2920180417-134749.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa.** Brasília: Editora UnB, 1999.

PINHEIRO, N. C. **Educação de qualidade na perspectiva de professores de Física da educação básica:** um estudo de interações discursivas em grupos focais, baseado na sociologia da educação de Pierre Bourdieu. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2011. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap1018.pdf. Acesso em 30 jan.2019

SILVA, Gabriela Mendes. SANTOS, José Antônio Duarte. MOREIRA, Janice Cordeiro. A formação de professores e o ensino de Física nos anos iniciais em uma escola pública de Salinas: uma abordagem qualitativa. **Exatas on line.** v.5, n.2, dez. 2014. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/exatasonline/images/V5N2pag52-61.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2018

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais:** a pesquisa qualitativa em educação – o positivismo, a fenomenologia, o marxismo. São Paulo. Atlas, 1987.

VI. ANEXOS

6.1 – Roteiro de entrevista aos professores

IDENTIFICAÇÃO DO INSTRUMENTO

Este instrumento tem como propósito identificar, junto aos professores das disciplinas de Ciências da Natureza e Física, nas Escolas Estaduais Governador Lacerda de Aguiar e Professora Dioguina Augusta Santana, localizadas respectivamente em Itabirinha/MG e Nova Belém/MG, sua opinião sobre o processo de ensino e aprendizagem de física. Assim, apresentamos como procedimento de coleta de dados a entrevista semiestruturada de caráter qualitativo, sendo que os pesquisadores deste estudo se comprometem a: obedecer às disposições éticas, assegurando a privacidade dos participantes, bem como garantem que não utilizarão as informações coletadas em prejuízo dessas pessoas e/ou da instituição, respeitando, assim as diretrizes éticas da pesquisa envolvendo seres humanos, nos termos estabelecidos na Resolução CNS nº 466/2012, e obedecendo às disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.

1.Qual sua formação?

2.Qual disciplina ministra e há quanto tempo?

3.Quais os conteúdos de Física são ministrados nas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental?

4.O tempo destinado ao ensino de Física na disciplina de Ciências, para as turmas do 9º ano do Ensino Fundamental, é suficiente para fornecer um conhecimento básico aos alunos para ingressarem no Ensino Médio?

5.Quais dificuldades são encontradas para ministrar os conteúdos de Física na disciplina de Ciências?

6.Quais fatores você aponta que podem influenciar os estudantes a gostarem ou não da disciplina de Física?

7.O que poderia ser feito para melhorar o ensino dos conteúdos de Física no Ensino Fundamental?

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 29/07/2019

Aprovado em: 23/08/2019

ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE MEDIÇÃO DE VELOCIDADE E ATENUAÇÃO POR ULTRASSOM NA PARAFINA LÍQUIDA

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODOLOGIES OF SPEED MEASUREMENT AND ULTRASSOM ATTENUATION IN LIQUID PARAFFIN

GILYANE OLIVEIRA LEÃO ALMEIDA¹; Dr. SILVIO LEÃO VIEIRA²

1;2 – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS- GOIÂNIA-GO

gilyane@gmail.com; slvieira@ufg.br

Resumo - A velocidade e atenuação foram medidas através do ultrassom pulso/eco. Essa é uma técnica não invasiva, nem destrutiva. Para essa análise, foi considerada parafina líquida (por ter dados na literatura) e 3 metodologias diferentes de medição. Na primeira, a espessura da amostra foi medida com paquímetro. Na segunda, foi estimada indiretamente via tempo de voo na água, sem e na presença da amostra. Na terceira, baseia-se no método anterior, e levou-se em conta a dispersão de fase do sinal no meio avaliado. Um algoritmo computacional foi desenvolvido e empregado para processar os sinais. Quanto maior a temperatura, maior a velocidade e menor é a atenuação do material. A espessura foi mais precisa quando medida pelo ultrassom e o terceiro método que se mostrou mais preciso.

Palavras-chave: Atenuação. Pulso Eco. Velocidade Acústica.

Abstract - Speed and attenuation were measured by pulse / echo ultrasound. This is noninvasive and nondestructive technique. For this analysis, considered liquid paraffin (because it has data in the literature) and 3 different measurement methodologies. In the first, the thickness of the sample was measured with caliper. In the second, the thickness was estimated indirectly through flight time in the water, without and in the presence of the sample. In the third, it is based on the previous method, and the phase dispersion of the signal in the evaluated medium was taken into account. Computational algorithm was developed and employed to process the signals. The higher the temperature, the higher the speed and the lower the attenuation of the material. The thickness was more accurate when measured by ultrasound and the third method that was more accurate.

Keywords: Attenuation. Pulse Echo. Velocity Measurement.

I. INTRODUÇÃO

O conhecimento da velocidade do som e o coeficiente de atenuação em materiais é um assunto de grande interesse. Isso, porque é uma forma não intrusiva para obter informações de materiais. Essas informações são usadas para medição de espessura, detecção de falhas, avaliações médicas e caracterização de materiais.

A grande finalidade desse estudo é a análise comparativa de medições de caracterização de materiais (velocidade e atenuação acústica) através de ultrassom. Utilizando-se o método pulso eco, mede-se a velocidades de propagação de ondas longitudinais e com isso as mudanças no arranjo micro estrutural.

As ondas consideradas para os testes de ultrassom são as ondas longitudinais. A metodologia de medida de velocidade de propagação e coeficiente de atenuação nos materiais através do ultrassom basicamente são executadas de acordo com as seguintes etapas (ZHANG, 2013):

1. Geração de um pulso elétrico de frequência definida.
2. Conversão do sinal elétrico em energia ultrassônica.
3. Transferência dos pulsos ultrassônicos para o material em estudo.
4. Conversão da energia ultrassônica refletida em sinal elétrico após propagação no interior da amostra.
5. Interpretação dos pulsos elétricos: medições do tempo de percurso das ondas e medição das intensidades relativas da energia após reflexões (ecos).

O cristal piezoeletrico gerador de ondas ultrassônicas é formado por infinitos pontos oscilantes de forma que cada ponto produz ondas que se propagam no meio. Nas proximidades do cristal existe uma interferência ondulatória muito grande. A medida que nos afastamos do cristal, as interferências vão diminuindo e desaparecendo, tornando uma só frente de onda. A região próxima do cristal onde os fenômenos acima se manifestam denomina-se Campo Próximo com uma extensão N que depende do diâmetro do cristal, e do comprimento de onda da vibração, podendo ser calculado pela fórmula (ANDREUCCI, 2003):

$$N = \frac{D_{ef}^2 \cdot f \cdot 100}{4 \cdot v} = 13,7346 \text{ cm} \quad (1)$$

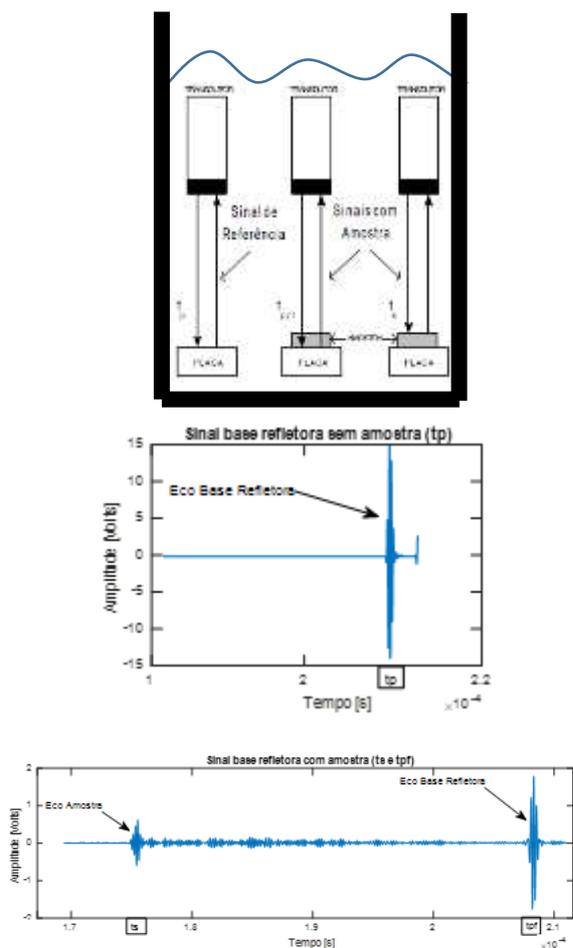
Onde: D_{ef} = diâmetro efetivo do cristal (2,54 polegadas). É a área acusticamente efetiva do cristal, que depende da sua forma geométrica (Para cristais circulares, $D_{ef} = 0,97 \times$ diâmetro do cristal e para cristais retangulares (utilizado nas medidas experimentais), $D_{ef} = 0,97 \times$ metade do comprimento do lado maior do cristal), f = frequência ultrassônica (5MHz), v = velocidade de propagação do som no meio (1500 m/s) (ANDREUCCI, 2003).

O princípio para medida da velocidade do som em um meio é uma comparação entre o eco refletido na ausência (sinal de referência) e na presença do material a ser medido (FISH, 1990). A comparação desses permite determinar a espessura do material, a velocidade e a atenuação do sinal.

Para se calcular essas características, são usados três valores de tempo: t_p , $t_{p/f}$ e t_s , sendo o primeiro, um valor obtido sem a amostra (tempo de referência) e os outros dois

com a amostra (ABDELWAHAB, 1997). Denomina-se t_p o tempo que a onda de ultrassom demora a percorrer o espaço entre o transdutor e a placa de metal e voltar, sem a amostra. O tempo gasto pela onda para percorrer esse mesmo espaço e voltar, mas com a amostra, é $t_{p/f}$, e o tempo necessário para a frente de onda alcançar a superfície da amostra e voltar é t_s , conforme mostrado na Figura 1. Em tempo, no arranjo experimental desenvolvido, ambas as medidas foram realizadas em um tanque acústico preenchido com água, devido à característica dos transdutores utilizados, que eram de imersão (SCALASSARA, e colaboradores, 2002).

Figura 1 - Os tempos t_p , t_s e $t_{p/f}$ dos sinais de ultrassom



Fonte: Scalassara, e colaboradores, 2002.

Para se calcular a velocidade do som na amostra, sendo a distância entre o ponto da interface água/amostra e a placa de metal, utiliza-se a equação 2:

$$c_{amostra} = \frac{2d}{Dt} \quad (2)$$

onde $c_{amostra}$ é a velocidade de propagação do som na amostra, d é a espessura da amostra e Dt é o tempo gasto nesse percurso.

Utiliza-se $2d$, pois a onda de ultrassom percorre duas vezes a espessura da amostra. Portanto, considerando o valor da velocidade do som no meio aquoso como $c_{\text{água}}$, sendo $Dt = t_p - t_s$ o tempo para percorrer essa distância sem a amostra e $Dt = t_{p/f} - t_s$ o tempo necessário para o ultrassom percorrer essa distância pela amostra, encontra-se equação 4 (SCALASSARA, e outros, 2002).

$$c_{\text{água}} \cdot (t_p - t_s) = c_{amostra} \cdot (t_{p/f} - t_s) \quad (3)$$

então:

$$c_{amostra} = c_{\text{água}} \frac{(t_p - t_s)}{(t_{p/f} - t_s)} \quad (4)$$

Para se calcular a espessura da amostra (e), sabe-se que o tempo gasto pela onda sonora para atravessar a amostra, atingir a base de metal e voltar é $t_p - t_s$, considerando o espaço sem a amostra, (somente a água), encontra-se a equação 5 (Scalassara, e colaboradores, 2002).

$$d = e = \frac{c_{\text{água}}}{2} (t_p - t_s) \quad (5)$$

A velocidade de fase $c(f)$ de uma onda é a taxa na qual a fase da onda se propaga no material. A velocidade de fase $c(f)$ é dada em termos de comprimento de onda a uma frequência específica.

$$c(f) = f \cdot \lambda \quad (6)$$

Onde: $c(f)$ é a velocidade de fase, f é a frequência e λ é o comprimento de onda.

O princípio da espectroscopia de banda larga é bem conhecido, como detalhado nos trabalhos (SACHSE, 1978, KLINE, 1984, TING, 1978, PETERS, 2000 e 1999). Para simplificar esse estudo, suponha que a onda é plana, sendo z a coordenada do receptor ao longo do eixo da célula, podemos escrever a pressão acústica como:

$$p(e, t) = \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{p}(f) e^{-\alpha(f)e} e^{2i\pi f(t - \frac{f}{c(f)})} df \quad (7)$$

Onde: $c(f)$ é a velocidade de fase, f é a frequência e $\alpha(f)$ é a atenuação da onda, e a espessura da amostra.

Se considerarmos o sinal acústico de duas espessuras diferentes da mesma amostra, e_1 e e_2 , pode-se calcular a velocidade de fase e a atenuação (PETERS, F., PETIT, 2003).

$$c(f) = -\frac{2\pi f(e_2 - e_1)}{\text{Arg}\left(\frac{\hat{p}(e_2, f)}{\hat{p}(e_1, f)}\right)} \quad (8)$$

Onde: $\hat{p}(e, f)$ é a transformada de Fourier no tempo de $p(e, t)$.

A transformada de Fourier é utilizada para determinar a diferença de fase $\phi(f)$ e amplitude do sinal para cada espessura da amostra. A seguir a simplificação da fórmula da velocidade de fase na equação 9 (PETERS, F., PETIT, 2003):

$$c(f) = \frac{2\pi f(e_2 - e_1)}{\phi_2(f) - \phi_1(f)} \quad (9)$$

Onde: $c(f)$ é a velocidade de fase (m/s), f é a frequência, e_2 e e_1 espessuras diferentes da amostra e $\phi_2(f)$ e $\phi_1(f)$ é a fase na frequência f para as espessuras e_2 e e_1 , respectivamente.

A onda sônica ao percorrer um material qualquer sofre, em sua trajetória, efeitos de dispersão e absorção, resultando na redução da sua energia. O resultado dos efeitos de dispersão e absorção quando somados resultam na atenuação sônica.

Para se calcular a atenuação do sinal ao atravessar a amostra, utilizam-se os sinais de referência, com tempo de percurso t_p e o com a amostra, com tempo $t_{p/f}$, pois são obtidos com o mesmo nível de potência e ganho, dessa forma, comparando-se os dois, obtém-se a atenuação. (SCALASSARA, e outros, 2002).

O cálculo da atenuação é feito subtraindo-se os espectros de potência em decibéis – ou dividindo-se os módulos ao quadrado – e dividindo-se o resultado por duas vezes a espessura da amostra, pois a onda acústica passa duas vezes dentro do

material (ida e volta), (ABDELWAHAB,1997; FISH,1990), conforme a equação (10).

$$\alpha(f) = \frac{1}{2d} 10\log \left[\frac{|S_f(f)|^2}{|S_{p/r}(f)|^2} \right] \quad (10)$$

Nessa equação $\alpha(f)$ é a atenuação em dB/cm em função da frequência, e $S_p(f)$ e $S_{p/r}(f)$, os espectros de potência do sinal de referência e não saturado, respectivamente.

A atenuação de fase (dB/cm) pode ser calculada usando a seguinte equação 11.

$$\alpha(f) = \frac{8,686}{(e_2 - e_1)} \ln \left(\frac{A_1(f)}{A_2(f)} \right) \quad (11)$$

Onde: $A(f)$ é a amplitude do sinal para cada espessura (e_1 e e_2), fator 8.686 é usado para converter de N_p para dB.

O material utilizado nos ensaios foi a parafina. A parafina é uma substância derivada do petróleo, classificada como polímero sintético, constituído de hidrocarbonetos (carbono e hidrogênio) saturados. Possui propriedades termoplásticas, insolúvel em água e em etanol e massa específica, aproximadamente, 0,90 g·cm⁻³. Pode ser encontrada com aparência sólida, líquida ou em gel (MANO; MENDES, 2007).

Polímeros são macromoléculas caracterizadas por seu tamanho, estrutura química e interações intra e intermoleculares (MANO; MENDES, 2007). A parafina é um polímero do tipo oligômero por apresentar baixo peso molecular, contendo até dez unidades repetitivas. Devido à classificação quanto às características de fusibilidade ser termoplástica, a parafina funde por aquecimento e solidifica por resfriamento, em processo reversível (LUCAS *et al.*, 2001).

A parafina é um material transparente e, por este ser homogêneo, considera-se que não há espalhamento ultrassônico, podendo-se considerar que a atenuação seja devida exclusivamente a absorção (OLIVEIRA, 2016).

A parafina apresenta características acústicas e térmicas semelhantes ao tecido biológico, além de ser útil para verificação da eficácia do equipamento, por esse motivo foi escolhido como material de análise.

II. MÉTODOS

O material escolhido para os testes foi a parafina. A amostra de parafina, por ser líquida teve que ser acondicionadas no vácuo no interior do porta-amostra. Isso é necessário para evitar a formação de bolhas de ar no meio, as quais poderiam alterar as propriedades das amostras. As amostras foram hermeticamente lacradas para proteger o vácuo no seu interior e propiciar que pudessem ser avaliadas dentro d'água (figura 2). Cuidados foram tomados para que a superfície da porta-amostra permanecesse plana, para isso, foi utilizada uma seringa para manter a pressão interna sempre constante. O posicionamento da amostra para realizar as medições também influencia no resultado, se a amostra é posicionada horizontalmente a fina camada de ar se posiciona ao centro da amostra influenciando no resultado. Por esse motivo, a posição da amostra e placa refletora no aparato experimental é vertical.

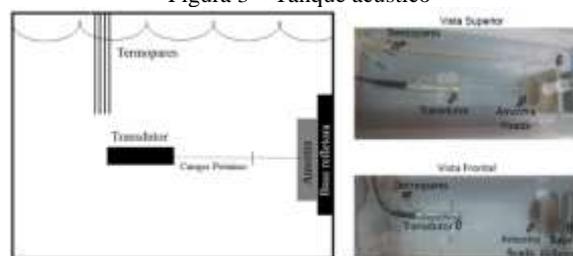
Figura 2 – Amostra de Óleo de Parafina



Fonte: Próprio Autor.

Os ensaios para avaliar as propriedades acústicas da amostra foram realizadas em um tanque acústico de $(34,80 \pm 0,05)$ cm de comprimento, $(20,80 \pm 0,05)$ cm de altura e $(19,00 \pm 0,05)$ cm de largura, tendo paredes de $(1,00 \pm 0,05)$ cm de espessura contendo água de torneira. Na Figura 3, encontra-se ilustrado uma vista frontal, imagem superior, e uma vista lateral, imagem inferior, os principais elementos empregados no estudo.

Figura 3 – Tanque acústico



Fonte: Próprio Autor

O nível da água foi mantido de tal forma que a amostra, o transdutor, a base refletora e termopares estivessem totalmente imerso dentro da água. Durante todo experimento, a temperatura permaneceu em $(26,732 \pm 0,04)^\circ\text{C}$.

Dentro do tanque foi colocado: termopares, os quais estavam conectados ao sistema de para a aquisição e monitoramento em tempo real da temperatura; um transdutor de ultrassom (Panametrics; Olympus NDT Inc., Waltham, MA, USA), de imersão de 5 MHz e 12,7 mm de diâmetro. O transdutor foi fixado a uma estrutura de acrílico perpendicular ao centro da amostra, com furo transversal projetado para o encaixe, fixação e imobilização do mesmo durante o experimento e que garantia que o sinal dele atingisse a posição central da amostra.

A amostra também ficou fixa à estrutura de acrílico em posição frontal oposta ao transdutor. Posicionado atrás da amostra, havia uma base refletora acústica (placa de aço com dimensões de $(10,0 \times 10,0)$ cm totalmente acoplada na parte traseira da amostra e também fixada na estrutura de acrílico para garantir a reflexão do sinal do transdutor. Esse procedimento garante que os pulsos acústicos se propaguem ao longo de toda a espessura, minimizando perda por espalhamento da onda acústica, favorecendo o máximo de eco proveniente da amostra.

A distância entre o transdutor e a base refletora foi de 15,80 cm (maior que o campo próximo de 13,4399 cm), medida com um paquímetro (Digimes Instrumentos de Precisão Ltda., São Paulo, SP, Brasil), com resolução de 0,05mm. E a mesma foi medida através do ultrassom para a máxima precisão.

A frequência utilizada, de 5MHz, favoreceu uma melhor comparação com os valores encontrados na literatura (BURLEW, e colaboradores, 1980). O transdutor é o elemento responsável por emitir o pulso ultrassônico, produzido pelo gerador/receptor ultrassônico (Model

5072PR; Panametrics, Waltham, MA, USA). Por sua vez, o gerador/receptor (Model 5072PR; Panametrics, Waltham, MA, USA) encontrava-se ligado a um osciloscópio (Tektronix TDS 2024A, Beaverton, OR, USA), que desempenha o papel de visualização e aquisição dos sinais provenientes da amostra. O osciloscópio se conecta a um computador pessoal (HP, Processador Intel Pentium, 512 MB de memória, DDR 400 MHz, Disco Rígido de 40 GB, sistema operacional Windows 7 Professional), via porta de comunicação USB. Os dados são armazenados e processados para extração dos parâmetros de interesse das amostras de parafina líquida analisadas.

O aparato experimental completo foi montado conforme demonstrado (Figura 4):

Figura 4 – Aparato Experimental



Fonte: Próprio Autor

A conexão foi feita por meio de um cabo coaxial blindado de 75 ohms, especial para uso em ultrassom. Os pulsos ultrassônicos gerados passam por um filtro de amplitude que divide o sinal em duas partes. Um deles é composto por um sinal de baixa voltagem que é enviado para um Osciloscópio (Tektronix TDS 2024A, Beaverton, OR, USA), servindo com sinal de sincronismo. A outra parte do pulso, de alta voltagem, é enviada para excitar o transdutor (emissor/receptor). A amostra foi colocada em um recipiente de PVC de 6,50 cm de diâmetro e 2,54 cm ou 5,08 cm de espessura (porta amostra), lacrado com filme pvc fino e transparente.

As medidas iniciais foram realizadas sem amostras apenas considerando a água para identificar se o fato de utilizar a água da torneira ao invés de água destilada influenciaria nos resultados. Para efeito de comparação, utilizou-se o artigo “Speed of Sound in Pure Water” (DEL GROSSO; MADER, 1972).

A velocidade de propagação do ultrassom na água foi obtida através da equação de Marczak, que relaciona a dependência da temperatura (T) da água com a velocidade de propagação do ultrassom neste meio (V_0), conforme a Equação 12 abaixo:

$$V_0 = 1,402385 \cdot 10^3 + 5,038813T - 5,799136 \cdot 10^{-2}T^2 + 3,287156 \cdot 10^{-4}T^3 - 1,398845 \cdot 10^{-6}T^4 + 2,787860 \cdot 10^{-9}T^5 \quad (12)$$

Nesse modelo, Marczak (1997) combinou três conjuntos de medições experimentais, previamente obtidas a partir de estudos realizados por DelGrosso e Mader (1972), Kroebel e Mahrt (1976) e Fujii e Masui (1993). Com base

nesses dados produziu um polinômio de quinta ordem baseado na Escala Internacional de Temperatura de 1990. O intervalo de temperatura, o qual foi validado esse modelo varia entre 0 a 95°C, à pressão atmosférica (LABORATORY, 2000).

Após cinco medidas, os resultados obtidos foram os seguintes:

Tabela 1 - Velocidade acústica experimental na água de torneira

Medidas	T (°C)	Vo (m/s)
Medida 1 - n1	26,69	1.501,146
Medida 2 - n2	26,71	1.501,199
Medida 3 - n3	26,73	1.501,249
Medida 4 - n4	26,75	1.501,286
Medida 5 - n5	26,78	1.501,367

Com os dados coletados determinou-se o grau de incerteza das medidas e depois correlacionou os dados. As medidas foram realizadas em condições de repetibilidade.

Tabela 2 -Tabela de cálculo das incertezas da Velocidade da Água

	Temperatura (°C)	Vo(m/s)
Média	26,73	1.501,249
Desvio Padrão	0,03	0,08
Tipo A da incerteza padrão (u_A)	0,01	0,04
Tipo B incerteza do equipamento (μ_b)	0,03	
Grau de incerteza combinado (u_c)	0,03	0,04
Fator de cobertura (K) para probabilidade de 95% (distribuição t-student).	2,571	2,571
Incerteza expandida (U)	0,09	0,10
Resultado Medido	26,73±0,09	1501,2500±0,10
Literatura1	26,7±0,1	1501,1225±0,25

Com base nisso, foi verificada a correlação linear de Pearson. Considerando que $x=V_0$ (m/s) Experimental e $y=V_0$ (m/s) Del Grosso, e Mader (1972), tem-se:

Tabela 3 - Parâmetros para a determinação do coeficiente de correlação linear de Pearson

	Σ Amostras de 1 a 5
Temp (°C)	
$x= V_0$ (m/s)	7.506,247
$y= V_0$ (m/s) 1	7.505,869
$x \cdot y$	11.268.181,530
x^2	11.268.749,168
y^2	11.267.613,941

Coefficiente de correlação linear de Pearson: $r_{xy}=0,781$. Esse resultado é característico de uma correlação forte. Ou seja, baixa chance de influenciar nos resultados o emprego da água de torneira como meio para a realização das medidas experimentais.

Método 1 - Pulso Eco com a espessura medida pelo paquímetro

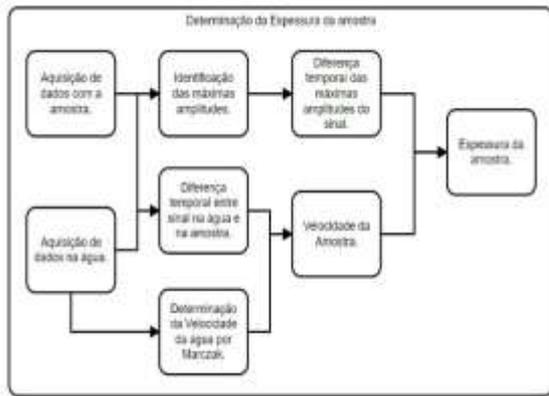
É feita a aquisição dos dados da temperatura, amplitude e tempo da amostra e da água. É realizada a transformada de Fourier dos sinais (água e amostra). E com as medidas da espessura da amostra (realizada com paquímetro) e o logaritmo da razão das amplitudes dos sinais da transformada de Fourier é determinada a Atenuação amostral, conforme equação 11.

Para de determinação da velocidade amostral é empregada a equação 4. A velocidade da água é determinada pela equação de Marczak (equação 12). E os tempos t_p , t_{pf} e t_s são determinados através dos sinais com e sem amostras como mostrado na figura 1.

Método 2 - Pulso Eco com a espessura medida pelo ultrassom

Repete-se o método 1, porém a espessura nesse caso é medida através do ultrassom através da equação 5 seguindo o diagrama de blocos a seguir.

Figura 5 – Diagrama de blocos para determinação da espessura da amostra

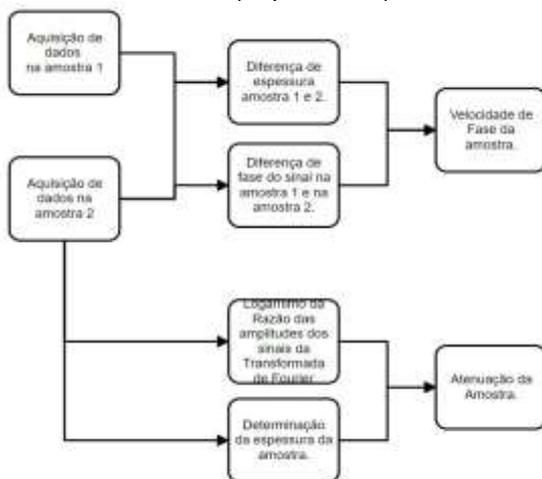


Fonte: Próprio Autor.

Método 3 – Pulso Eco por diferença de fase

Para o método 3 foram utilizadas as seguintes equações 9, 10 e 11 e seguiu o seguinte diagrama de blocos:

Figura 6 – Diagrama de blocos para determinação da velocidade e atenuação por diferença de fase



Fonte: Próprio Autor.

III. RESULTADOS

Método 1 - Pulso eco com espessura paquímetro

Foi considerada a espessura fixa de 2,54 cm para as 5 amostras e obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 4 - Dados experimentais do Pulso Eco na Parafina considerando a espessura medida pelo paquímetro – Metodo 1

Parafina líquida	Temperatura (°C)	Vo(m/s)	Vamostra (ms)	Atenuação (dB/cm)
Amostra 1	26,69	1.501,15	1.483,44	0,4631
Amostra 2	26,71	1.501,20	1.483,66	0,4526
Amostra 3	26,73	1.501,25	1.483,99	0,4469
Amostra 4	26,75	1.501,29	1.484,11	0,4428
Amostra 5	26,78	1.501,37	1.484,11	0,4293

Com os dados coletados determinou-se o grau de incerteza das medidas e depois correlacionou os dados. As medidas foram realizadas em condições de repetibilidade e seguiu o mesmo modelo de incerteza da verificação da influência do uso da água de torneira no experimento.

Tabela 5 - Cálculo das incertezas da Velocidade da Parafina – Pulso eco com a espessura medida pelo paquímetro

	Temperatura (°C)	Vo(m/s)
Média	26,73	1.483,863
Desvio Padrão	0,03	0,298
Tipo A da incerteza padrão (u_A)	0,01	0,133
Tipo B incerteza, Vo (m/s) – do equipamento (μ_b)	0,03	0,05x10 ⁻³
Grau de incerteza combinado (u_c)	0,03	0,133
Fator de cobertura (K) para probabilidade de 95% (distribuição t-student).	2,571	2,571
Incerteza expandida (U)	0,09	0,343
Resultado Medido	26,73±0,09	1483,863±0,343
McCLEMENTS (2007)	25	1451,5±1,8
Oliveira (2016)	20 – 30	1460 – 1490

Uma vez que nas literaturas encontradas não tinham um estudo aprofundado do óleo parafina considerando a velocidade da mesma para diferentes temperaturas. Para efeito de correlação dos dados, as medidas feitas estão no intervalo do estudo do Oliveira (2016) e como existe a correlação entre a temperatura e velocidade amostral, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a velocidade da amostra, o resultado também se mostra coerente com o apresentado McCLEMENTS (2007).

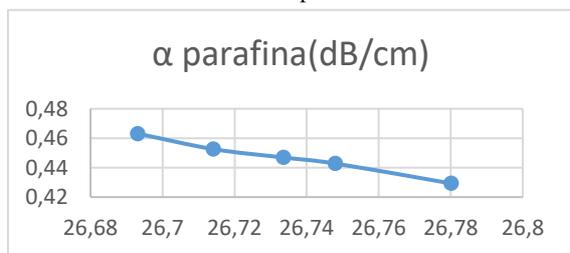
Para a atenuação, tem-se:

Tabela 6 - Cálculo das incertezas da Atenuação da Parafina – Pulso eco com a espessura medida pelo paquímetro

	Temperatura (°C)	Aparafina (dB/cm) (5 MHz)
Média	26,73	0,447
Desvio Padrão	0,03	0,012
Tipo A da incerteza padrão (u_A)	0,01	0,006
Tipo B incerteza, V_o (m/s) – do equipamento (μb)	0,03	$0,05 \times 10^{-3}$
Grau de incerteza combinado (u_c)	0,03	0,006
Fator de cobertura (K) para probabilidade de 95% (distribuição t-student).	2,571	2,571
Incerteza expandida (U)	0,09	0,014
Resultado Medido	$26,73 \pm 0,09$	$0,447 \pm 0,012$
Cabrelli (2015)	22	0,22 (1 MHz)
Pedersen (1985-1989)	20	0,442 (5 MHz)

Uma vez que nas literaturas encontradas não tinham um estudo aprofundado do óleo parafina considerando a atenuação da mesma para diferentes temperaturas. Para efeito de correlação dos dados, as medidas feitas são similares ao estudo de Pedersen (1985-1989), já que foram coletadas na mesma frequência, porém em diferentes temperaturas. Os valores medidos deveriam ser inferiores ao valor apresentado no estudo de Pedersen (1985-1989), principalmente por conta da temperatura, o que não foi observado na prática. Na prática, identificou-se a correlação da atenuação com a temperatura. A medida que a temperatura aumentava, a atenuação do material diminuía.

Figura 7 – Gráfico dos resultados experimentais da atenuação – Pulso eco com espessura medida



Fonte: Próprio Autor

Analisando com base no estudo de Cabrelli (2015), o valor apresentado foi bem superior, o que é coerente, isso é explicado pela frequência do transdutor, ou seja, quanto maior a frequência, maior a atenuação da amostra mostrado no estudo do Oliveira (2016).

Método 2 - Pulso eco com espessura medida pelo ultrassom

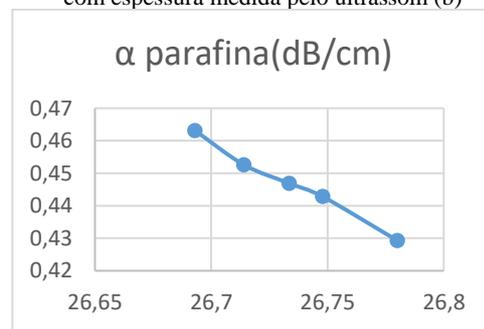
O segundo teste realizado foi Pulso eco considerando o input automático da espessura da amostra de parafina, medida pelo diretamente pelo ultrassom.

Tabela 7 - Dados experimentais do Pulso eco considerando a espessura medida pelo ultrassom- Método 2

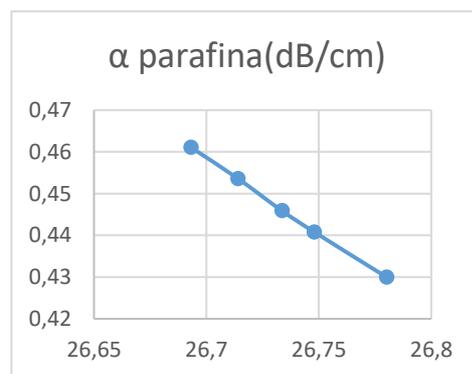
Parafina líquida	Temperatura (°C)	V_o (m/s)	Vamostr a (ms)	Atenuação (dB/cm)
Amostra 1	26,69	1.501,15	1.483,44	0,4611
Amostra 2	26,71	1.501,20	1.483,66	0,4536
Amostra 3	26,73	1.501,25	1.483,99	0,4499
Amostra 4	26,75	1.501,29	1.483,23	0,4408
Amostra 5	26,78	1.501,37	1.483,31	0,4300

Como a velocidade independe da espessura do material em análise, os valores encontrados nas medições de velocidade da Parafina foram exatamente os mesmos do método 1, que utilizou o paquímetro para a determinação da espessura. O mesmo não aconteceu com a atenuação que para determinação leva em conta a espessura do material. Então, quanto mais preciso o método de aferição da espessura, pode-se afirmar que a atenuação calculada será mais precisa.

Figura 8 – Gráfico dos resultados experimentais da atenuação – Pulso eco com espessura medida pelo paquímetro (a) e Pulso eco com espessura medida pelo ultrassom (b)



(a)



(b)

Fonte: Próprio Autor

Conforme se observa graficamente na Figura 8, o gráfico da atenuação do método 2 Pulso-eco com espessura medida pelo ultrassom é mais linear, o que reforça o fato das medidas com o ultrassom serem mais precisas que as coletadas com o paquímetro para a medição da espessura amostral.

Tabela 8 - Tabela de cálculo das incertezas da Velocidade da Parafina – Pulso eco com a espessura medida pelo ultrassom

	Temperatura (°C)	Aparafina (dB/cm) (5 MHz)
Média	26,73	0,446
Desvio Padrão	0,03	0,012
μ_a	0,01	0,005
μ_b	0,03	
μ_c	0,03	0,005
K	2,571	2,571
U	0,09	0,014
Resultado Medido	26,73±0,09	0,446±0,014
Cabrelli (2015)	22	0,22 (1 MHz)
Pedersen (1985-1989)	20	0,442 (5 MHz)

As variações apresentadas entre os métodos Pulso eco com espessura medida pelo paquímetro e com o ultrassom foram muito próximas. O método Pulso eco com espessura medida pelo ultrassom apresentou maior desvio padrão, apesar de ter a curva mais linear, conforme mostrado na figura 8.

Método 3 - Pulso eco por diferença de fase com espessura medida pelo ultrassom

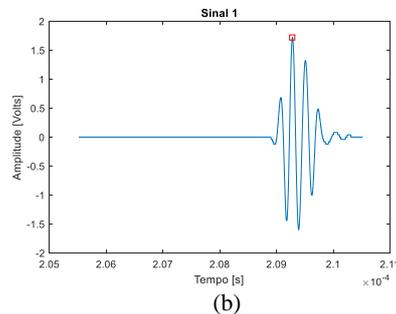
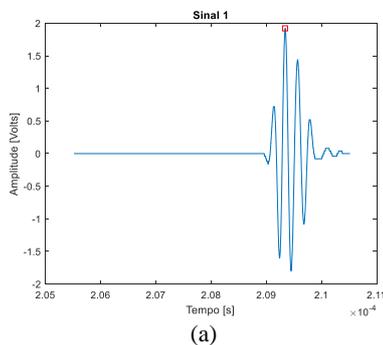
O terceiro teste realizado foi Pulso eco por fase considerando o input automático da espessura da amostra de parafina líquida, medida pelo diretamente pelo ultrassom.

Nesse teste é realizada cinco aquisições de dados: Sinal sem amostra na cuba acústica com água e a placa refletora; Sinal da amostra de menor espessura e da placa refletora; Sinal da amostra de maior espessura e da placa refletora; Sinal da amostra de menor espessura e Sinal da amostra de maior espessura.

Os três sinais que aparecem o sinal da placa refletora são utilizados para a identificação das espessuras das amostras. E os outros dois sinais são utilizados para a identificação mais precisa do ponto em que a amplitude é máximo, para com isso determinar de forma mais precisa a velocidade acústica.

Para esse teste foi necessário ter duas amostras de espessuras diferentes para ter a variação da fase. Na figura 9, tem-se os sinais das duas amostras de parafina líquida.

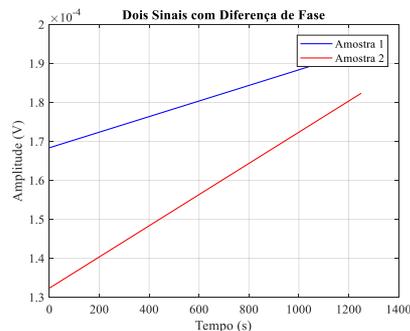
Figura 9 – Sinal na amostra de parafina com a espessura 5,01cm (a) e 2,54cm (b)



Fonte: Próprio Autor

A diferença de fase entre as diferentes espessuras de amostras de parafina pode ser visualizada na figura 10.

Figura 10 - Diferença de fase dos sinais na amostra de parafina com a espessura 2,54cm (amostra 1) e 5,01cm (amostra 2)



Fonte: Próprio Autor

A partir da diferença de fase é possível então chegar aos valores de velocidade de fase da parafina líquida.

Tabela 9 - Dados experimentais do Pulso eco por diferença de Fase no Parafina líquida – Método 3

Parafina líquida	Temperatura (°C)	Vo(m/s)	Vamostra (ms)
Amostra 1	26,69	1.501,15	1.483,09
Amostra 2	26,71	1.501,20	1.483,14
Amostra 3	26,73	1.501,25	1.483,19
Amostra 4	26,75	1.501,29	1.483,23
Amostra 5	26,78	1.501,37	1.483,31

Com os dados coletados determinou-se o grau de incerteza das medidas e depois se correlacionou os dados.

Tabela 10 - Tabela de cálculo das incertezas da Velocidade da Parafina – Pulso eco por fase

	Temperatura (°C)	Vparafina (m/s)
Média	26,73	1.483,192
Desvio Padrão	0,03	0,084
μ_a	0,01	0,038
μ_b	0,03	
μ_c	0,03	0,038
K	2,571	2,571
U	0,09	0,097
Resultado Medido	26,73±0,09	1483,192±0,097
McCLEMENTS (2007)	25	1451,5±1,8
Oliveira (2016)	20 – 30	1460 – 1490

Uma vez feito isso, identificou-se que os resultados medidos para a velocidade estavam dentro do intervalo apresentado na literatura (McCLEMENTS (2007) e OLIVEIRA (2016)). Além disso, os dados apresentados pela diferença de fase tiveram menor desvio padrão o que indica que são mais precisos que os resultados obtidos através do pulso eco tradicional. Para essas medidas não foi possível identificar o coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis por não ter dados na literatura para diferentes temperaturas/situações.

IV. CONCLUSÃO

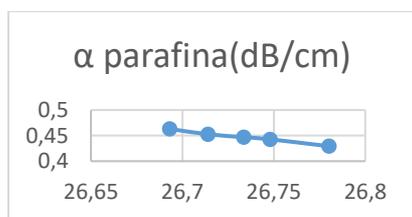
O estudo mostrou que a o fato de utilizar a água de torneira, ao invés da água destilada não influencia no resultado final das medições. Isso foi comprovado experimentalmente e analiticamente através do coeficiente de correlação linear de Pearson (r_{xy}) que deu 0,781. Esse resultado é característico de uma correlação forte e evidencia uma baixa chance de influenciar nos resultados o emprego da água de torneira.

Quando levado em conta a análise do Parafina líquida não se encontrou um estudo aprofundado considerando a velocidade para diferentes temperaturas.

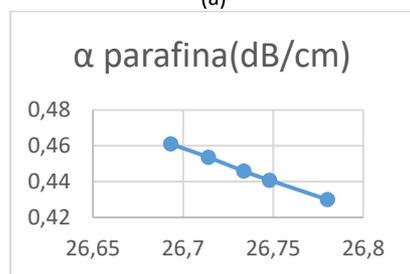
Para efeito de correlação dos dados, as medidas feitas estão no intervalo do estudo do Oliveira (2016) e como existe a correlação entre a temperatura e velocidade amostral, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a velocidade da amostra, o resultado também se mostra coerente com o apresentado McCLEMENTS (2007).

Como a velocidade independe da espessura do material em análise, os valores encontrados nas medições de velocidade da Parafina foram exatamente os mesmos nos métodos 1 e 2, que utilizaram o paquímetro e ultrassom, respectivamente, para a determinação da espessura. O mesmo não aconteceu com a atenuação, que para determinação leva em conta a espessura do material. Então, quanto mais preciso o método de aferição da espessura, pode-se afirmar que a atenuação calculada será mais precisa.

Figura 11 - Gráfico dos resultados experimentais da atenuação – Pulso eco com espessura medida pelo paquímetro (a) e Pulso eco com espessura medida pelo ultrassom (b)



(a)



(b)

Conforme se observa graficamente na Figura , o gráfico da atenuação do método 2 Pulso eco com espessura medida pelo ultrassom (b) é mais linear, o que reforça o fato das medidas com

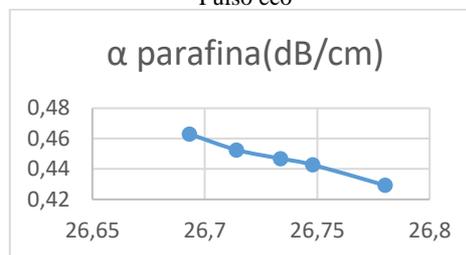
o ultrassom serem mais precisas que as coletadas com o paquímetro para a medição da espessura amostral.

As variações apresentadas entre os métodos Pulso eco com espessura medida pelo paquímetro e com o ultrassom foram muito próximas. O método Pulso eco com espessura medida pelo ultrassom apresentou maior desvio padrão, apesar de ter a curva mais linear, conforme mostrado na Figura 11.

Os dados apresentados pela diferença de fase tiveram menor desvio padrão o que indica que são mais precisos que os resultados obtidos através do pulso eco tradicional (métodos 1 e 2).

No que diz respeito a atenuação, para efeito de correlação dos dados, as medidas feitas são similares ao estudo de Pedersen (1985-1989), já que foram coletadas na mesma frequência, porém em diferentes temperaturas. Os valores medidos deveriam ser inferiores ao valor apresentado no estudo de Pedersen (1985-1989), principalmente por conta da temperatura, o que não foi observado na prática. Na prática, identificou-se a correlação da atenuação com a temperatura. À medida que a temperatura aumentava, a atenuação do material diminuía conforme pode ser visto graficamente abaixo.

Figura 12 - Gráfico dos resultados experimentais da atenuação – Pulso eco



Fonte: Próprio Autor.

Analisando com base no estudo de Cabrelli (2015), o valor apresentado foi bem superior, o que é coerente. Isso é explicado pela frequência do transdutor, ou seja, quanto maior a frequência, maior a atenuação da amostra mostrado no estudo do Oliveira (2016).

A tabela 11 sintetiza todas essas informações sobre a parafina líquida.

Tabela 11 - Velocidade e Atenuação Parafina

Parafina líquida	Temperatura (°C)	Vparafina (m/s)	α parafina (dB/cm)
Método 1 - Pulso eco com espessura calculada pelo paquímetro	26,73±0,09	1483,863±0,343	0,447±0,012
Método 2 - Pulso eco com espessura calculada pelo ultrassom	26,73±0,09	1483,863±0,343	0,446±0,014
Método 3 - Pulso eco por diferença de fase	26,73±0,09	1483,192±0,097	
McCLEMENTS (2007)	25	1451,5±1,8	
Oliveira (2016)	20 – 30	1460 – 1490	
Cabrelli (2015)	22		0,22 (1 MHz)
Pedersen (1985-1989)	20		0,442 (5 MHz)

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Física da Universidade Federal de Goiás – UFG pela infraestrutura. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), edital 05/2012, num. 10267001199 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), edital MCTI/CNPq 14/2014, num. 46229820140 pelo apoio financeiro, e a FAPEG pela bolsa de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da EMC/UFG.

VI. REFERÊNCIAS

ABDELWAHAB, A. **Imagerie Quantitative Ultrasonore Du Foie Humaine: Corrélation Histopathologique**. Val de Marne: Université Paris XII. Laboratoire d'Imagerie Paramétrique, 1997.

ANDREUCCI, R., **Ensaio por Ultra-som** – Aplicação industrial, Abende, Julho, 2003

BURLEW, M. M. *et al.* **A new ultrasound tissue-equivalent material**, **Medical Physics Division**. Departments of Radiology and Human Oncology, University of Wisconsin, Madison, Wis, Feb, 1980.

CABRELLI, L.C., **Desenvolvimento de materiais mimetizados de tecidos aplicados a técnicas ópticas e ultrassônicas de imagem**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto/USP – Física Aplicada à Medicina e Biologia, 2015

FISH, P. **Physics and Instrumentation of Diagnostical Medical Ultrasound**. England: John Wiley & Sons, 1990.

KLINE, R.H. Measurement of attenuation and dispersion using the ultrasonic spectroscopy technique. **J. Acoust. Soc. Am.**, 1984.

LUCAS, E. F., SOARES, B. G., MONTEIRO, E., **Caracterização de Polímeros: Determinação de peso molecular e análise térmica**. 1 ed. Rio de Janeiro, E-Paper Serviços Editoriais, 2001.

MANO, E. B., MENDES, L. C. **Introdução a Polímeros**. 2 ed. São Paulo, Blücher, 2007.

MCCLEMENTS, D. J.; POVEY, M. J. W. Solid fat content determination using ultrasonic velocity measurements **International Journal of Food Science and Technology** (1987) 22,491-499 Procter Department of Food Science, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, U.K.

NDT Resource Center. **Wave Propagation**, Mar. 12, 2013

Nondestructive Testing Handbook 2nd Edition Volume 7 Ultrasonic Testing ASNT 1991 ed Paul mcintire.

OLIVEIRA, L. S., **Corpo de prova de parafina gel para ensaios de ultrassom dermatológico microfocalizado de alta intensidade** – Dissertação (mestrado) – UFRJ / COPPE/ Programa de Engenharia Biomédica, 2016. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016

PEDERSEN, L. G., **Internal measurements, Naerum Denmark**, Bruel & Kjaer, 1978-1982. Class Instrumentation Ltd Ultrasonic Sound Velocity Table, ISO 9001:2015 Certification Number 14124458

PETERS, F.; L. PETIT, **Propagation of ultrasound waves in concentrated suspensions**. *Acustica Acta Acustica*, 2000.

PETERS, F. **Propagation d'ondes ultrasonores dans des suspensions macroscopiques**, Ph.D. Thesis, Université de Nice-Sophia Antipolis (France), 1999.

PETERS, F., PETIT, L. **A broad band spectroscopy method for ultrasound wave velocity and attenuation measurement in dispersive media**. Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, Unité Mixte de Recherche du CNRS 6622, Université de Nice, Sophia Antipolis, March, 2003

SACHSE, W.; PAO, Y.H. On the determination of phase and group velocities of dispersive waves in solids, **J. Appl. Phys.**, 1978.

SCALASSARA, P. R. *et al.* Medida de Velocidade de Propagação do Som e Espessura de Materiais por Ultrassom Semina: **Ciências Exatas e Tecnológica**, Londrina, v. 23, p. 9-16, dez. 2002.

TING, C.S.; SACHSE, W. Measurement of ultrasonic dispersion by phase comparison of continuous harmonic waves, **J. Acoust. Soc. Am.**, 1978.

ZHANG, Y., **Measuring Acoustic Attenuation of Polymer Materials Using Drop Ball Test**. Thesis Submitted to the College of Engineering, Department of Aerospace Engineering in Partial Fulfillment, 2013

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 15/08/2019

Aprovado em: 23/08/2019



PROJETO DE ILUMINAÇÃO INTERIOR UTILIZANDO UM ALGORITMO GENÉTICO PARA MINIMIZAR O TEMPO DE RETORNO

INTERIOR LIGHTING DESIGN USING A GENETIC ALGORITHM TO MINIMIZE PAYBACK PERIOD

ANA LAURA PINHEIRO RUIVO MONTEIRO¹; MARIA EMÍLIA DE LIMA TOSTES²;
GABRIEL VIANNA SOARES ROCHA³

1; 2; 3 – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

alpruivo@gmail.com; tostes@ufpa.br; gabriel.viannasr@gmail.com.

Resumo – Um projeto eficiente de iluminação pode fornecer uma redução na fatura da energia. Este artigo mostra uma metodologia baseada em um Algoritmo Genético visando encontrar uma combinação de lâmpadas e luminárias como solução ideal, para um dimensionamento luminotécnico, baseado no método dos lúmens, e com foco na minimização do tempo de retorno. O período de análise utilizado foi de 10 anos para cada simulação, em um edifício de 1907,98 metros quadrados, sendo três ambientes escolhidos. Os resultados obtidos foram satisfatórios devido que o tempo de retorno foi de aproximadamente cinco meses para a área 1 (laboratório), 21 meses para a área 14 (área da circulação) e 24 meses para a área 15 (sala de aula). Assim, para todas as áreas analisadas, a ferramenta computacional tornou-se efetiva.

Palavras-chave: Algoritmo Genético. Método dos Lúmens. Tempo de Retorno.

Abstract - An efficient lighting design can provide a reduction in electricity bill. Figuring out a good combination of lamps and luminaries can be difficult depending on the available data amount. This paper shows a methodology based on Genetic Algorithm to find out an optimal solution to build a lighting project based on Lumens Method focused on payback minimization. The period of analysis used was 10 years for each simulation, in a building of 1907.98 square meters, with three areas were chosen. The results obtained were satisfactory due to that the payback occurs was in approximately five months for Area 1 (a Laboratory), 21 months for Area 14 (a Circulation Area), and 24 months for Area 15 (a classroom). Thus, for all the areas analyzed the computational tool has become effective.

Keywords: Genetic Algorithm. Lumens Method. Payback.

I. INTRODUÇÃO

A demanda por energia vem se tornando maior em relação a oferta. Diante disso, Ribeiro *et al* (2016) defende que houve, em consequência, um aumento também das discussões sobre a racionalização do consumo de energia elétrica.

Ambientes de trabalho fechados cada vez mais são utilizados para a realização de diversas atividades, com isso, o estudo do conforto luminoso passou a ser essencial em plantas de edificações visando uma iluminação eficiente. A luz pode afetar o ser humano alterando seus sentimentos e humor, segundo Silva (2016). Desta forma, a iluminação é de extrema importância para a análise do conforto de um ambiente devido alterar a produtividade e trazer problemas de saúde.

A iluminação eficiente disponibiliza um quantitativo de luz a partir da necessidade do ambiente, de modo que haja uma minimização do custo na conta de energia elétrica. A determinação das lâmpadas e das luminárias que serão utilizadas no ambiente são consideradas um fator relevante para que haja uma boa qualidade na iluminação, assim como o tipo de atividade que será exercida e o tipo de ambiente (SILVA, 2016).

O uso eficiente dos fatores qualitativos e quantitativos de sistemas integrados de luzes natural e artificial possibilitam meios prazerosos aos usuários. Em consequência disso há uma eficiência no consumo de energia elétrica, proporcionando um retorno do investimento inicial em curto prazo, quando feito em sistemas tecnológicos eficientes (SOUZA, 2003).

Desse modo, apenas o cálculo para determinar a quantidade necessária de lâmpadas para a iluminação do ambiente não é o suficiente para o conforto aos usuários em suas atividades. Logo, aspectos como distribuição da iluminância, ausência do ofuscamento, efeitos estéticos, dentre outros, também irão influenciar.

Para que um projeto luminotécnico seja realizado é preciso seguir as normas estipuladas pela NBR ISO/CIE 8995-1: 2013 que dispõem sobre a iluminação de ambientes de trabalho em interiores. Essa norma apresenta os requisitos de iluminação recomendados para diversos ambientes e atividades como a quantidade de iluminância que deve ser respeitado para evitar desperdícios de energia elétrica e mal-estar aos usuários.

Existe no mercado uma grande quantidade de lâmpadas e luminárias que apresentam características próprias, como a quantidade de lúmens e vida útil das lâmpadas. Deste modo, há várias combinações possíveis de lâmpadas e luminárias que podem ser empregadas como solução para adequar a iluminação de um determinado ambiente interno. O que irá diferenciar cada solução será o custo de investimento e o tempo de retorno financeiro.

A combinação ideal pode se tornar uma tarefa árdua, portanto, este trabalho apresenta o desenvolvimento computacional de uma ferramenta utilizando Algoritmo Genético (AG). Essa ferramenta auxilia na tomada de decisão pelo usuário para a melhor configuração de luminárias e lâmpadas para um determinado ambiente, levando em consideração o tempo de retorno financeiro do investimento.

Esse artigo é estruturado da seguinte forma: na seção dois é mostrado o cálculo luminotécnico e na seção três a análise de viabilidade financeira. Na seção quatro a metodologia é apresentada, assim como na seção cinco o Algoritmo Genético. Nas seções seis e sete são apresentados o estudo de caso e os resultados, respectivamente. Por fim, na última seção são dadas as conclusões e trabalhos futuros.

II. CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

O sistema de iluminação deve assegurar um iluminamento adequado em função do ambiente e das atividades ali desenvolvidas, para isso a NBR ISO/CIE 8995-1: 2013 possui valores de referência.

O Método de Lúmens é o mais utilizado para o dimensionamento de sistema de iluminação de edificações, no qual determina a quantidade de fluxo luminoso satisfatório para determinado recinto com base na atividade desenvolvida no mesmo, assim como as cores da parede e do teto, e do tipo de luminária e lâmpada escolhida. Este método propõe a utilização de luminárias com a mesma potência (COSTA, ALBUQUERQUE e COSTA, 2010).

Para calcular o fluxo luminoso inicial utiliza-se a equação (1).

$$\Phi = \frac{A \times E}{UF \times MF} \quad (1)$$

Onde:

Φ : Fluxo luminoso, em lúmens;

A: Área do recinto;

E: Nível de iluminamento;

UF: Coeficiente de utilização;

MF: Fator de manutenção.

A Equação (2) determina a quantidade de luminárias necessárias para o recinto.

$$N = \frac{\Phi}{n \times \Phi_u} \quad (2)$$

Onde:

n: número de lâmpadas por luminária;

Φ_u : fluxo luminoso de cada lâmpada.

III. ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA

O Valor Presente Líquido (VPL) é um dos métodos mais conhecidos e utilizados para a análise de viabilidade econômica de projetos de investimentos. Essa metodologia consiste em trazer para a data inicial os Fluxos de Caixa (FC) de um projeto de investimento e somá-los ao valor do custo de aplicação inicial, usando como taxa de desconto a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). O projeto que apresenta VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável (SILVA e FONTES, 2005).

O FC foi definido pela equação (3), sendo a diferença entre o consumo de energia inicial (C_i) do ambiente e o consumo de energia calculado do indivíduo (C_j), multiplicada pela tarifa energia elétrica em kWh estimada pela Regressão Linear (RL), e somado com a diferença do custo de manutenção da troca de lâmpadas do Ambiente inicial (M_i) e do indivíduo (M_j).

$$FC = (C_i - C_j) \times \text{tarifa} + (M_i - M_j) \quad (3)$$

O FC é considerado no cálculo do VPL, como mostrado na equação (4), onde P é o período de análise, o qual foi

definido como sendo 10 anos como valor padrão na ferramenta computacional desenvolvida, mas que pode ser alterada conforme a vontade do usuário.

$$VPL = \sum_{i=0}^P \frac{FC_i}{(1+TMA)^i} \quad (4)$$

O VPL é necessário para que o *payback*, disposto na equação (5), possa ser calculado, o qual é o tempo que um investimento leva para pagar o seu investimento inicial.

$$\text{payback} = i + \frac{|\text{saldo}_i|}{|\text{saldo}_i| + |\text{saldo}_{i+1}|} \quad (5)$$

Onde:

i: último período de saldo negativo;

saldo_i: saldo do período i;

saldo_j: saldo do período seguinte ao período i.

IV. METODOLOGIA DO SOFTWARE

O *software* foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python, versão 3.7, utilizando o *PyCharm 2018.2.2 Community Edition* como ambiente de desenvolvimento. A metodologia utilizada para a construção e execução do software desenvolvido, consiste em seguir algumas etapas apresentadas a seguir.

4.1 - Padronização de Dados

Considerou-se como banco de dados um conjunto de arquivos distintos com informações características de lâmpadas e luminárias, como em catálogos fornecidos por fabricantes. Este banco foi composto por 99 tipos de luminárias distintas e 102 lâmpadas classificadas em fluorescentes e LED, em modelos tubulares, de bulbo e compactas eletrônicas que foram padronizadas para alimentar a ferramenta.

Ressalta-se que não é possível combinar uma lâmpada com qualquer tipo de luminária, uma vez que cada luminária possui limitação de comprimento das lâmpadas que podem ser utilizadas. Dessa forma, fez-se necessária uma padronização no comprimento das luminárias e lâmpadas de modo a facilitar as combinações pelo software.

A Tabela 1 denota as características fixadas no banco de dados referentes as lâmpadas e a Tabela 2 às luminárias.

Tabela 1 - Dados de entrada referente às lâmpadas

Modelo	Lumilux T5 HE 830 OSRAM
Dimensões (mm)	600 x 16
Comprimento X (mm)	600
Fluxo Luminoso	1200
Potência (W)	14
Tipo de lâmpada	Tubular
Tipo	Fluorescente
Vida Útil (h)	24000
Preço (R\$)	19,79

Tabela 2 - Dados de entrada referente às luminárias

Modelo	A01 Abalux
Dimensões (mm)	708 x 307 x 75
Tipo de instalação	Sobrepor
Comprimento X (mm)	600
Tipo de lâmpada	Tubular
Número de lâmpadas	2
Preço (R\$)	57,65

As lâmpadas e luminárias possuem comprimentos variados e bem específicos, tendo sido necessário categorizá-los em comprimentos aproximados (Comprimento X), a fim

de facilitar a identificação de quais combinações podem ser realizadas.

4.2 - Estimação da Tarifa de Energia (kWh)

Após a padronização dos dados de entrada, a partir do banco de dados, é estimada a tarifa de energia elétrica, na qual será utilizada, posteriormente, pelo AG para o cálculo do *fitness*. A Regressão Linear (RL), conforme Figura 1, foi utilizada para prever valores futuros da tarifa de energia elétrica com base em dados do período de 2008 a 2018 fornecidos pela concessionária Centrais Elétricas do Pará (CELPA), os quais são de domínio público.

Figura 1 - Estimação da Tarifa de Energia Elétrica com RL



Fonte: Autores, 2019.

Quanto mais próximo de 1 for o de R^2 , maior é a correlação das variáveis, o valor do R^2 obtido é de 0,9017 indicando que o modelo apresentado pela equação da reta expressa na equação (6) é bastante representativo.

$$y = 0,0345x - 68,896 \quad (6)$$

V. ALGORITMO GENÉTICO

Os Algoritmos Genéticos (AG) são algoritmos que buscam soluções no conjunto do espaço de vizinhanças dessas e têm a probabilidade de encontrar soluções mais próximas da solução ótima, quase não necessitando de interferência humana (LINDEN, 2006).

5.1 - Cromossomo

O cromossomo representa uma solução a ser testada para o problema analisado, porém nem sempre é possível uma interpretação visual da solução uma vez que os dados estão codificados. O cromossomo utilizado, exemplificado na Tabela 3, é representado por vetor de duas posições, onde cada posição é conhecida como gene.

Lâmpada	Luminária
0,5	0,5

Para Pina e Abud (2011), cada indivíduo tem uma determinada quantidade de genes, que por sua vez descreve uma variável do problema. O primeiro gene representa um tipo de lâmpada e o segundo um tipo de luminária. Cada gene possui codificação real com valores no intervalo de [0, 1]. Os genes podem representar qualquer quantidade de tipos distintos de acordo com a base de dados utilizada.

5.2 - Indivíduo

O indivíduo representa uma possível solução do problema através da decodificação dos genes, realizada através da desnormalização da equação (7) dos genes para o tipo de lâmpada e luminária.

$$gene_{new} = round(gene_{old} \times (max - min) + min) \quad (7)$$

Onde:

gene_{old}: Gene a ser decodificado;

min: Menor *id* do tipo de lâmpada ou luminária;

max: Maior *id* do tipo de lâmpada ou luminária;

round: Função que arredonda o número para o inteiro mais próximo.

Ressalta-se que os tipos de luminárias são filtrados em função do Comprimento X do tipo de lâmpada. A Tabela 4 apresenta o quantitativo de lâmpadas e luminárias para cada Comprimento X.

Tabela 4 - Quantitativo de lâmpadas e luminárias por comprimento X

X (mm)	Lâmpadas	ID	Luminárias	ID
60	10	0-9	1	0
600	40	10-49	36	0-35
1200	42	50-91	59	0-59
2380	7	92-98	1	0
2425	3	99-101	2	0-1
Total	102	-	99	-

A Tabela 5 apresenta o indivíduo referente ao cromossomo da Tabela 3 considerando que o tipo de lâmpada tem Comprimento X de 1200 mm, conforme a Tabela 4.

Lâmpada	Luminária
50	29

5.3 - População

A população consiste em um conjunto de cromossomos, os quais inicialmente são gerados aleatoriamente e posteriormente sofrerão alterações através dos operadores genéticos. Cada gene é gerado através de um número obtido por uma distribuição normal.

5.4 - Seleção

O operador seleciona cromossomos da população para a reprodução, favorecendo os que possuem melhor *fitness*. Linden (2006) afirma que esse método atua sobre o mecanismo de seleção natural, onde os pais mais aptos geram mais filhos.

O método de seleção utilizado é a seleção por torneio onde um conjunto de indivíduos são escolhidos aleatoriamente para participar de um *ring*. Os melhores indivíduos avaliados pelo *fitness* são escolhidos como pais para gerar novos indivíduos.

5.5 - Cruzamento

O operador de cruzamento utilizado é o cruzamento aritmético. Neste operador cada gene gerado é obtido através de uma média ponderada dos genes dos pais, conforme equações (8) e (9). Os pesos são gerados através da geração de um número aleatório α no intervalo de [0, 1], obtido a partir de uma distribuição uniforme.

$$child_1[i] = \alpha \times parent_1[i] + (1 - \alpha) \times parent_2[i] \quad (8)$$

$$child_2[i] = (\alpha - 1) \times parent_1[i] + \alpha \times parent_2[i] \quad (9)$$

5.6 - Mutação

O operador de mutação utilizado é a mutação gaussiana reflexiva, onde um número aleatório é gerado através de uma distribuição gaussiana com média zero e desvio padrão no intervalo de [0, 1] definido pelo usuário, o qual representa o máximo de alteração que um gene pode sofrer. Caso a alteração extrapole o intervalo de [0, 1], o excedente é refletido para que fique dentro do intervalo.

O processo de alterações dos caracteres dos indivíduos pode ocorrer repetidas vezes até que seja encontrada uma solução satisfatória (LACERDA e CARVALHO, 1999).

5.7 - Função de Avaliação (Fitness)

A função de avaliação é um modo de determinar a qualidade de um indivíduo como solução do problema em questão (LINDEN, 2006). Para isso é necessário realizar o cálculo luminotécnico, pelo Método de Lúmens, e a viabilidade econômico, juntamente com o *payback* disposto na equação (5).

A partir das combinações entre lâmpadas e luminárias realizadas pelo AG, é realizado o cálculo luminotécnico, obtendo a quantidade de lâmpadas necessárias. Com isso é possível calcular a energia consumida durante o período de um ano e a respectiva conta de energia elétrica, através do produto do consumo de energia com a tarifa estimada.

O FC é calculado para cada ano e através do VPL o *payback* é determinado. O AG utiliza a estratégia de atualização da população como elitista, logo, a melhor solução obtida a cada geração é preservada para a geração futura.

O *fitness* definido tem como objetivo minimizar o retorno financeiro, sendo assim, calculou-se o custo do projeto (I) através da equação (10) e o consumo do sistema de iluminação de cada ambiente pela equação (11) por dia.

$$I (R\$) = (Custo_{lm} \times N_{lm}) + (Custo_{lp} \times N_{lp}) \quad (10)$$

$$Consumo(kWh) = \frac{P \times N_{lp} \times H}{1000} \quad (11)$$

Onde N_{lm} é o número total de luminárias necessários no ambiente e N_{lp} é o número total de lâmpadas, ambos são definidos pelo cálculo luminotécnico. P é a potência em Watts da lâmpada e H a quantidade em horas de uso por dia.

VI. ESTUDO DE CASO

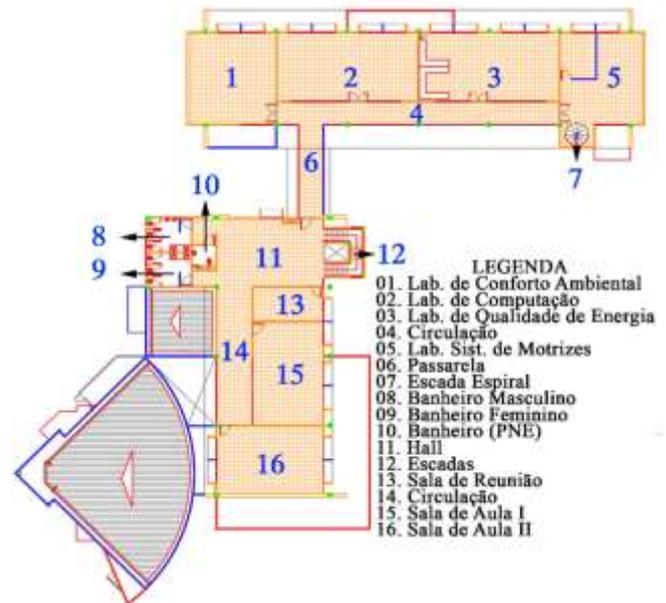
Localizado em Belém do Pará, o Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia (Ceamazon) foi a edificação escolhida para a realização desse estudo. Este laboratório de pesquisa está situado no Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá, e compreende uma área total construída de 1907,98 m². O edifício do Ceamazon é constituído por um andar térreo e mais dois pavimentos. O 1º pavimento, representado pela Figura 2, possui duas salas de aula, uma sala de reunião, quatro laboratórios, três banheiros sendo um masculino, outro feminino e um PNE.

Foram escolhidas três áreas diferentes que serão chamados de ambientes, os ambientes 1, 14 e 15, para o dimensionamento luminotécnico através do *software*, devido estes serem ambientes com atividades e horas de uso diário diferentes.

No laboratório de conforto ambiental (ambiente 1) e na sala de aula (ambiente 15) as luminárias dispostas são aletadas e embutidas no forro e compostas por quatro lâmpadas fluorescente tubular, de potência de 20W cada e temperatura de cor branca fria.

Na área de circulação (ambiente 14) as luminárias são de sobrepor e sem aletas, com capacidade para duas lâmpadas compactas eletrônicas. As lâmpadas dispostas nestas são fluorescentes e de potência de 20W.

Figura 2 - Ambiente de estudo, 1º pavimento



Fonte: Autores, 2019.

A Tabela 6 apresenta dados de entrada de cada ambiente, que são necessários para calcular o *fitness*, informando a quantidade em horas por dia de uso das lâmpadas e a iluminância recomendada pela norma vigente. Para todos os ambientes foi considerado Fator de Manutenção de 0,8, e refletâncias de: teto = 70%; parede = 50%; e chão = 20%.

Tabela 6 - Dados de cada ambiente estudado

Ambiente	Área (m ²)	Horas	Iluminância (lux)
1	58,06	11	500
14	35,40	2	100
15	52,51	3	500

VII. RESULTADOS

Os parâmetros utilizados para configuração do Algoritmo Genético estão descritos na Tabela 7. Foi fixado o tamanho da população em 20 com 10 mil gerações e foram realizadas cinco execuções para cada ambiente, a taxa de cruzamento foi de 75% e a taxa de mutação de 30%.

Tabela 7 - Configuração do Algoritmo Genético

Gerações	População	Ring	Taxa de Cruzamento	Taxa de Mutação	Desvio Padrão
10000	20	3	0,75	0,3	0,05

A Tabela 8 denota o mapa das melhores soluções geradas nas cinco execuções dos ambientes 1, 14 e 15, destacando-se em negrito as combinações que apresentaram um retorno do investimento (PB) em menor tempo em comparação às outras. Nesta Tabela 8 também estão dispostas as Gerações de Convergência (G.C.), o tempo de duração de cada execução, em segundos, a quantidade de combinações encontradas válidas (V) e inválidas (I), o número de luminárias e lâmpadas indispensáveis para suprir a necessidade do ambiente e o investimento inicial.

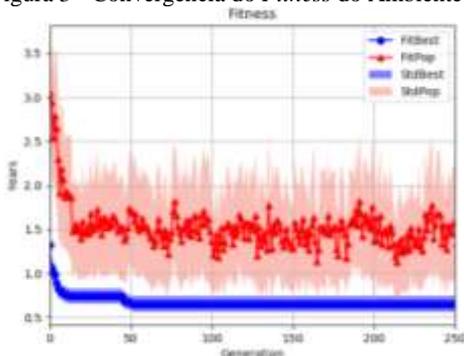
Observando o tempo de execução do programa para cada ambiente, o maior tempo foi de 1 minuto e 36 segundos e o menor de 41 segundos, tendo sido analisadas em média 5,31 e 9,31 combinações por segundo, respectivamente.

Tabela 8 – Melhores soluções encontradas nas execuções de cada ambiente

Ambiente	Exec	G.C.	Tempo Exec (s)	Mapa		Fenótipo		Quantidade		Fitness	
				V	I	Lâmpada	Luminária	N_Lamp	N_Lum	Investimento (R\$)	PB (ano)
1	1	51	53,50	493	13	Lumilux T5 Ho 54 W/840 Osram	A667	10	5	378,65	0,45
	2	5	45,96	387	5	Lumilux T5 Ho 54 W/840 Osram	E62	10	5	538,849	0,65
	3	9	47,05	435	5	Lumilux T5 Ho 54 W/840 Osram	A667	10	5	378,65	0,45
	4	12	41,33	367	18	Led Tube Glass 11418 T8 Kian	A667	22	11	913,109	0,82
	5	4	57,49	524	7	Tubeled T8 T118p4ao Ol	A311	20	10	1060,8	0,89
14	1	72	82,03	30	406	Lumilux T5 He 28 W/830 Osram	E62	2	1	95,49	2,66
	2	10	42,88	50	393	Lumilux T5 He 28 W/830 Osram	A667	2	1	63,45	1,73
	3	66	60,60	96	567	Tubeled T8 T118p4ao Ol	A667	4	2	145,98	51,18
	4	8	51,31	49	325	Lumilux T5 He 28 W/830 Osram	A667	2	1	63,45	1,73
	5	11	63,13	56	520	Tubeled T8 T118p4ao Ol	A314	4	2	185,44	67,96
15	1	18	76,06	70	453	Lumilux T5 Ho 54 W/840 Osram	A667	8	4	302,919	1,99
	2	27	48,46	109	545	Tubeled T8 T118p4ao Ol	A667	18	9	656,910	3,25
	3	9	56,61	90	479	Tubeled T8 T118p4ao Ol	A667	18	9	656,910	3,25
	4	16	50,97	98	510	Tubeled T8 T118p4ao Ol	A667	18	9	656,910	3,25
	5	10	57,64	89	506	Tubeled T8 T118p4ao Ol	A667	18	9	656,910	3,25

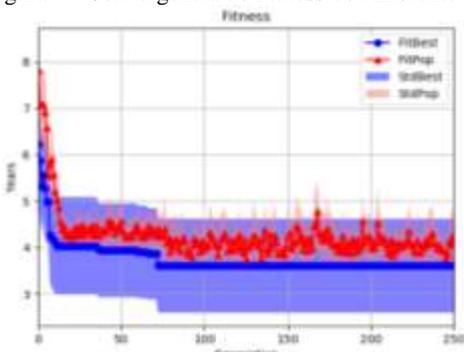
Os gráficos de convergência apresentados nas Figuras 3, 4 e 5 mostram a evolução das soluções em relação ao tempo, evidenciando que o processo evolutivo promoveu melhoras na adaptação da população.

Figura 3 - Convergência do Fitness do Ambiente 1



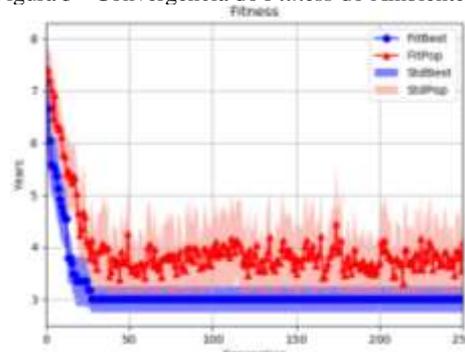
Fonte: Autores, 2019.

Figura 4 - Convergência do Fitness do Ambiente 14



Fonte: Autores, 2019.

Figura 5 - Convergência do Fitness do Ambiente 15



Fonte: Autores, 2019.

Essa evolução pode ser visualizada na curva convergente *FitBest*, o qual representa a média dos *fitness* das melhores soluções encontradas nas cinco execuções de cada ambiente em estudo. A curva *FitPop* representa a média dos *fitness* de todas as soluções encontradas nas populações de todas as execuções. Os desvios padrões referentes a dispersão dos valores de *FitBest* e *FitPop* são representados por *StdBest* e *StdPop*, respectivamente. O desvio padrão é uma medida de dispersão, onde um valor baixo indica que os pontos dos dados tentem a estar próximos da média, ou seja, quanto menor o desvio padrão menor é a variação dos *fitness* das soluções encontradas.

Devido ao AG ter uma propriedade estocástica, com a geração da população inicial, esses gráficos demonstra a precisão do AG implementado, garantido que se for executado mais de uma vez o mesmo AG com as mesmas condições, serão obtidos resultados muito próximos ou iguais. Isso ocorre quando é obtido um desvio padrão pequeno no final da curva.

A geração de convergência é a última na qual há uma melhora do *fitness*, ou seja, o período de *payback* é reduzido e passa a ser constante nas próximas gerações. Dessa forma, os ambientes 1, 14 e 15 convergiram na geração 46, 72 e 13 respectivamente. Em relação ao desvio padrão o ambiente 1 apresentou uma menor variação do *fitness* do melhor indivíduo em relação aos outros dois ambientes, ou seja, os valores do *payback* encontrados nas cinco execuções estão mais próximos entre si. O desvio padrão da população do mesmo ambiente também é o maior entre os outros, devido às soluções encontradas apresentarem *fitness* distantes entre si, pelo fato de uma maior quantidade de soluções válidas terem sido encontradas conforme pode ser ratificado na Tabela 6 ao apresentar o quantitativo de soluções válidas e inválidas de cada ambiente e execução.

A Tabela 9 apresenta os saldos das melhores soluções encontradas para cada ambiente em um intervalo de tempo de dez anos. Depreende-se assim que as combinações de lâmpadas e luminárias apresentam um curto prazo para retorno do investimento inicial, considerando as despesas atuais e futuras. A partir da equação (5) determinou-se o período de retorno financeiro, no qual para o ambiente 1 ocorre em aproximadamente cinco meses, e para os ambientes 14 e 15 o projeto dará retorno em 1 ano e 9 meses e 2 anos, respectivamente.

Tabela 9 - Saldo da melhor solução de cada ambiente

Ano	Ambiente		
	1	14	15
2018	-378,65	-63,45	-302,92
2019	453,91	-25,97	-147,22
2020	1245,17	9,66	0,76
2021	2284,26	43,45	141,12
2022	2995,02	75,45	274,05
2023	3666,99	105,70	399,71
2024	4518,12	134,26	518,35
2025	5116,17	161,19	630,19
2026	5679,25	186,54	735,50
2027	6290,90	210,38	834,53
2028	6788,34	232,78	927,55

VIII. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma ferramenta computacional, assim como sua execução na realização do cálculo luminotécnico de três ambientes, com atividades e horas de uso distintas, do edifício do Ceamazon, baseando-se nos parâmetros estabelecidos pela NBR ISO/CIE 8995-1: 2003, e simulação do retorno financeiro do investimento inicial para um período de 10 anos.

As soluções encontradas para os ambientes do estudo de caso apresentaram um *payback* rápido e assegurado para o investidor, levando em consideração o investimento inicial, o consumo anual e a manutenção, quando houver.

É importante salientar que o tempo de execução do Algoritmo Genético foi bastante hábil, tendo sido de aproximadamente 1 minuto cada execução.

Os aspectos descritos nesse trabalho mostram a funcionalidade e aplicabilidade dessa ferramenta, visando dar suporte ao usuário no planejamento de dimensionamento de projetos luminotécnicos, tendo sido alcançado o objetivo estabelecido, mostrando-se funcional e efetivo.

O objetivo deste trabalho foi a projeção luminotécnica interior utilizando um Algoritmo Genético. Para isso foi preciso fazer o levantamento dos dados técnicos de lâmpadas e luminárias, assim como os seus respectivos preços de mercado. Este trabalho apresentou limitações na construção do banco de dados devido à dificuldade em encontrar catálogos que dispusessem de todos os dados necessários para a realização do cálculo. Outra dificuldade encontrada foi definir uma função *fitness* para relacionar o consumo de energia e o custo de uma solução, tendo sido resolvida com análise de Tempo de Retorno. Como trabalhos futuros, pretende-se aumentar a base de dados de lâmpadas e luminárias; e incluir outros fatores na análise, como a iluminação natural, pois além de contribuir para uma possível diminuição no consumo de energia elétrica, a luz natural pode gerar conforto e qualidade ambiental.

IX. REFERÊNCIAS

COSTA, C. F. F; DE ALBUQUERQUE, A. T; COSTA, M. G. F. Luminance Optimization in Closed Environments by Simulated Annealing. **IEEE Latin America Transactions**, vol. 8, no. 3, pp. 229-235, 2010.

LACERDA, E. G. M; CARVALHO, A. C. P. L. F. Introdução aos algoritmos genéticos. **Sistemas inteligentes: aplicações a recursos hídricos e ciências ambientais**, v. 1, Cap.3 p. 99-148, 1999.

LINDEN, R. **Algoritmos Genéticos**. Uma importante ferramenta da Inteligência Computacional. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2006.

PINA, M. C; ABUD, M. M. Automação de horários escolar um estudo utilizando uma abordagem sobre algoritmo genético. **Revista Sodebras [on line]**, v. 6, n. 65, Maio/2011 p. 7 – 19. ISSN 1809-3957. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br/edicoes/N65.pdf>>. Acesso em: 02 jun.2019.

RIBEIRO, R.B.P; ZEMERO, B.R; TOSTES, M.E.L.; BEZERRA, U.H.; CARVALHO, C.C.M.M. Ações de eficiência energética em edificação pública de ensino e pesquisa visando nível A pelo RTQ-C. **Revista Sodebras [on line]**, v.11, n. 123, Mar./2016, p. 105 – 109. ISSN 1809-3957. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N123.pdf>. Acesso em 02 jun. 2019.

SILVA, L.M.M. Iluminação no ambiente de trabalho visando o conforto ambiental. **Revista Especialize**, vol 01, pp 01 -15, 2016.

SILVA, M. L. da; FONTES, A. A. Discussion on the criteria of economical evaluation: net present value (VPL), equivalent annual value (VAE) and soil expected value (VET). **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005.

SOUZA, M. B. D. **Potencialidade de aproveitamento da luz natural através da utilização de sistemas automáticos de controle para economia de energia elétrica**. Tese de Doutorado, Dept Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

X. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 01/07/2019

Aprovado em: 22/07/2019

ANÁLISE DOS IMPACTOS CAUSADOS EM RELAÇÃO AO CUSTO-BENEFÍCIO E MEIO AMBIENTE NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PELOS MÉTODOS CONVENCIONAL E BIOMIMÉTICO

ANALYSIS OF THE IMPACTS CAUSED IN RELATION TO COST-BENEFIT AND ENVIRONMENT IN THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS BY THE CONVENTIONAL AND BIOMIMETIC METHODS

DENISE DA MATA MEDEIROS¹; ROBERTA FERRARI DE SÁ²; OSIRIS CANGIGLIERI JUNIOR³
1 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ; 2 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ; 3 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
denise.mata@pucpr.br roberta-ferrari@hotmail.com osiris.cangiglieri@pucpr.br

Resumo - Atualmente existem vários métodos orientados ao processo desenvolvimento de produto, dentre eles existem os métodos baseados nos conceitos Biomiméticos. Estes métodos inspiram-se na natureza buscando solucionar problemas da humanidade, ou seja, estudar como a natureza consegue resolver os desafios encontrados e convertem esses conceitos na solução de problemas do ser humano. Dessa maneira, a Biomimética vem se mostrando promissora no suporte ao processo de desenvolvimento de produtos. Com isso, o objetivo desta pesquisa será de avaliar o processo de desenvolvimento de produto utilizando duas vertentes, a convencional e a Biomimética. Essa pesquisa é considerada de natureza aplicada, possui uma abordagem qualitativa, seus objetivos científicos são exploratórios, e por fim, seus procedimentos técnicos são compostos por uma revisão bibliográfica e um estudo de caso. Foram escolhidos dois produtos por similaridade e que já estejam no mercado, possibilitando assim, uma melhor compreensão. Na comparação ficou evidente que o método orientado para à Biomimética apresentou melhores resultados por considerar o desenvolvimento de produto sob as óticas da Biomimética e da Sustentabilidade de uma forma única. Com isso, constatou-se que a Biomimética pode ser considerada promissora no suporte ao processo de desenvolvimento integrado de produto.

Palavras-chave: Biomimética. Sustentabilidade. Custo-Benefício.

Abstract - Currently there are several methods oriented to the product development process, among them there are methods that are based on Biomimetic concepts. These methods are inspired by nature seeking to solve problems of humanity, i.e., study how nature can solve the challenges encountered and convert these concepts into the solution of human problems. Thus, Biomimetics has been promising in supporting the product development process. Thus, the objective of this research will be to evaluate the product development process using two strands, the conventional and the Biomimetic. This research is considered applied in nature, it has a qualitative approach, its scientific objectives are exploratory, and finally, its technical procedures are composed of a literature review and a case study. Two products were chosen for their similarity and they are already in the market, thus enabling a better understanding. In the comparison it was evident that the Biomimetic oriented method presented better results considering the product development from the Biomimetic and Sustainability perspectives in a unique way. Thus, it was found that Biomimetics can be considered promising in supporting the integrated product development process.

Keywords: Biomimetics. Sustainability. Cost benefit.

I. INTRODUÇÃO

A população mundial vem crescendo de maneira desordenada, em torno de 83 milhões pessoas por ano. Com esse crescimento elevado prevê-se que até o ano de 2050 a população chegue aproximadamente a 9,8 bilhões de pessoas (ONU BR, 2019). Esse crescimento desordenado acaba gerando danos ao nosso planeta, tanto no âmbito social, econômico e principalmente ambiental levando-se em conta a sustentabilidade do planeta. Pesquisa feita pela ONU revela que até o ano de 2050 haverá um aumento do consumo de recursos por pessoa que chegará a 71% (ONU, 2017). Com esse cenário, cresce a necessidade em desenvolver produtos mais eficientes. Para isso, empresas devem investir cada vez mais em desenvolvimentos de produtos sustentáveis, inteligente, eficiente e de maneira econômica. Atualmente, pesquisas apresentam avanços no processo de concepção de produtos, segundo kaminsk (2000), o processo de desenvolvimento de produto é composto de várias atividades que envolvem diversos setores da empresa. Estas atividades têm como objetivo principal incorporar nos produtos as necessidades dos consumidores de forma econômica desde o projeto do produto, sua fabricação e a avaliação pelo consumidor.

Assim, é necessário encontrar métodos que atendam as necessidades da população considerando os aspectos ambiental, social e econômico, isto é, atender as necessidades dos seres humanos, cuidando do meio ambiente e gerando mais economia para a sociedade (COFFMAN; UMEMOTO, 2010). Atualmente possui vários métodos de desenvolvimento de produtos que estão alinhados conceitualmente com o tripé da sustentabilidade. Todavia, com o aumento da demanda será necessário criar novas formas ou métodos de desenvolvimento de produtos. Neste sentido, a Biomimética se apresenta como princípio de encontrar soluções de design inspirando-se na natureza para solucionar problemas da humanidade, observando e aprendendo por meio de seus mecanismos naturais (FERRARI DE SÁ, 2017). Diante de tudo que foi apresentado, o objetivo principal desta pesquisa será de avaliar o processo de desenvolvido de produto convencional comparando-o a um processo de desenvolvido baseado em

princípios Biomiméticos, levando-se em consideração os impactos causados entre o custo-benefício e o meio ambiente.

II. MÉTODO

Essa pesquisa é de natureza aplicada, possui uma abordagem qualitativa, pois preocupa-se, com aspectos das realidades, centrando-se na compreensão e entendimento dos porquês de determinados comportamentos, com objetivos científicos exploratórios, e seus procedimentos técnicos compostos por uma revisão bibliográfica e um estudo de caso.

No primeiro momento essa pesquisa buscou comparar os dois métodos de desenvolvimento de produtos (convencional e o biomimético) por meio da revisão bibliográfica de artigos nacionais, internacionais, teses e dissertações para melhor entendimento do tema abordado. Assim, foi realizada uma busca no Portal da CAPES, a fim de encontrar artigos que continham em sua pesquisa modelos de desenvolvimento de produtos. Nessa busca a palavra chave utilizada foi "*product development model*" resultando em 294 artigos científicos classificados no ano de 2018. Com as palavras chaves "*sustainability*" e "*biomimicry*" foram encontrados apenas 9 artigos em 2017/2018. Este número de artigos pode ser considerado baixo pelo período, mas considerável, visto que, o tema Biomimética é novo e ainda pouco explorado nas pesquisas. A pesquisa resultou em um total de 303 artigos, onde foram aplicados filtros para seleção de artigos avaliados "por pares", os quais eram mais significativos porque avaliados por especialistas da área. Esse refinamento por pares, resultou em 264 artigos. Um novo refinamento foi realizado, onde foram classificados apenas artigos da área de pesquisa como: "*Product Design*", "*New Product Development*", "*Innovations*", "*Business*", "*Design Engineering, Innovation*", "*Economics, Product Planning*", "*Engineering*" e "*Product Development*". Após essa classificação a pesquisa resultou em 210 artigos. Posteriormente, foi feita uma análise mais detalhada, através da leitura dos títulos e dos resumos, sendo selecionados 94 artigos que contribuíram para o embasamento da pesquisa. Foi utilizado o sistema "*Mendeley*"⁹⁴ para reclassificação e retirada dos artigos duplicados, resultando em 63 artigos para serem estudados de forma integral, como ilustrado na figura 1.

Após a leitura dos artigos foi possível analisar que o desenvolvimento de produto é um dos processos mais importante dentro de uma empresa. Sob este aspecto, e por ser um ponto estratégico, as empresas precisam cada vez mais se inovarem para conquistar o este mercado competitivo, diferenciando-se pela variedade de produtos ofertados. Segundo kaminsk (2002), o processo de desenvolvimento do produto pode ser definido como um conjunto de atividades que envolvem diversos setores dentro de uma empresa, com o objetivo de transformar as necessidades dos consumidores em produtos desejáveis e viáveis economicamente. Para isso, o desenvolvimento deve passar por várias etapas desde o projeto do produto, passando pela fabricação até a avaliação do produto pelo consumidor.

Figura 1 - Resultado Periódico CAPES



Fonte: Os autores.

A Biomimética utiliza a natureza como fonte de conhecimento, também conhecida como bio-inspirada, pois desta maneira, o ser humano poderá entender como a natureza age na solução de seus problemas e a partir daí formular suas próprias teorias baseadas nestes conceitos. Um exemplo disso pode-se citar o projeto de máquinas voadoras proposto por Leonardo da Vinci que foram inspirados pelos voos dos pássaros (WENDEE, 2009).

O relatório "*Brundtland*" (*The World Commission on Environment and Development - WCED - 1987*) atestou que o desenvolvimento sustentável deve "*satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades*". Segundo Coffman e Umemoto (2010) o desenvolvimento sustentável pode ser considerado sob três aspectos essenciais conciliáveis - ambiental, social e econômico (MATTIODA *et al.*, 2013), a fim de que o meio ambiente prospere enquanto as necessidades humanas são atendidas havendo equidade social.

No contexto econômico, para o processo de desenvolvimento de produtos, o custo-benefício se relaciona em termos monetários sendo utilizado em diversas áreas. Nesta pesquisa o custo-benefício foi proposto com o intuito de avaliar a viabilidade dos custos dos estabelecimentos comerciais da época, mais precisamente os estabelecimentos alimentícios. Ele também é utilizado para dar apoio a tomada de decisão para entender se o custo que é destinado a execução de um projeto será compensado pelos benefícios que o mesmo poderá trazer verificando a viabilidade do projeto.

Para se analisar o custo-benefício é necessário estabelecer a relação custo a ser dispensado na execução do projeto e o benefício que este trará para a empresa e a sociedade. Para isso, é essencial fazer uma análise completa considerando os pesos das variáveis envolvidas, mesmo os que são intangíveis devem ter peso estipulado para que se possa fazer uma análise mais profunda. A relação de custo-benefício ocorre através da identificação das vantagens e desvantagens do processo. Para cada benefício que o projeto trará pode-se listar pelo menos uma desvantagem. Assim, quando for observado que um lado da lista estará maior do que o outro, poder-se-á indicar qual seria a melhor decisão a se tomar. Desta forma, para qualquer que seja a análise envolvida, o benefício sempre deverá ter um peso maior em relação ao custo.

Num segundo momento buscou-se encontrar produtos desenvolvidos utilizando inspirações Biomiméticas. *AskNature* (<https://asknature.org/>- 2019) se apresentou como um dos mais completos em relação a produtos e pesquisas

envolvendo conceitos Biomiméticos. Seus projetos visam mostrar as ideias inovadoras que estão sendo criadas a partir da bio-inspiração, foram encontradas no site do “AskNature” mais de 200 ideias inspiradas, ou seja, ideias extraídas da natureza para soluções dos problemas humanos, as quais podem ser reutilizadas na concepção de novos produtos/serviços ou na busca pela melhoria de produtos e serviços já existentes.

Das 200 ideias encontradas foi escolhido o produto *Carpete Modular i2* da empresa Interface (figura 2). Os critérios para escolha do produto foram: i) produtos já fabricados; e ii) fácil comparação com produtos convencionais. O produto escolhido *Carpete Modular i2*, permite a substituição de peças individuais conforme necessário, sem se preocupar com padrões correspondentes ou lotes de corantes. Este carpete foi bio-inspirado no chão da floresta, não importa como são reorganizados os elementos de um chão de floresta, as folhas, galhos etc. O chão da floresta ainda parece perfeito e natural. Os *Carpetes Modulares i2* são fabricados de forma que não há duas peças idênticas, e podem ser adaptadas com facilidade do que as peças esteticamente padronizadas.

Figura 2 – Tapete Modular I2



Fonte: <https://www.interface.com>.

Em um terceiro momento direcionou-se para a busca de um produto desenvolvimento de forma convencional, que

fosse similar ao *Carpete Modular i2* e que a empresa responsável pela fabricação desse produto, tivesse semelhanças com a empresa Interface, a qual fabrica os *Carpetes Modular i2*. Após pesquisa em sites da internet por empresas e produtos, a que melhor atendeu os critérios foi a empresa “Belgotex”, com o produto *Carpete em Rolo Sensation*. Pois além dos produtos serem carpetes e possuírem processo de fabricação semelhantes, as empresas “Interface” e “Belgotex” possuem características semelhantes, ambas são de grande porte, possuem filiais em vários países e se preocupam com o Meio Ambiente (sustentabilidade) e o Custo-Benefício do produto.

III. DESENVOLVIMENTO

Após a escolhas dos produtos que seriam utilizados no processo de comparação, foram estabelecidos quais seriam os itens a serem avaliados em relação ao custo-benefício e a sustentabilidade. A escolha desses itens foram os quais ocorriam nos dois processos, desde a escolha a matéria-prima até o final da utilização do produto pelo cliente. Para isso foi estudado o processo produtivo de cada produto, e assim, decidir pelos itens que deveriam ser avaliados. Foram escolhidos 20 itens a serem comparados entre os dois processos do *Carpete Modular i2* e do *Carpete Rolo Sensation*, como descrito na Tabela 1. Esses 20 itens foram divididos em grupos para melhor entendimento das etapas, sendo matérias-primas, armazenamento, logística, instalação e retirada. A Tabela 2 apresenta em detalhes as descrições dos itens e os grupos para melhor compreensão. Olhando pela perspectiva do consumidor em relação ao custo (processo 5 – tabela 2). No caso do *Carpete Modular i2* o custo é negativo no item piso não danificado após retirada, pois, a retirada desse produto é fácil, o mesmo não utilizada cola adesiva em sua colocação e as peças a serem retiradas são pequenas, causando assim um impacto menor em sua substituição, não exigindo mão-de-obra especializada para manutenção.

Tabela 1 – Itens e Grupos

Grupo	Tapete Modular i2 Interface		Tapete Rolo Belgotex
	Itens	Descrição	Descrição
Matéria Prima	1	Fio Reciclável	Fio Normal
	2	Manta Primária	Manta Primária
	3	Manta Secundária	Manta Secundária
	4	Pigmentação Sustentável	Pigmentação Normal
Armanezamento	5	Papelão Embalagens	Plástico Embalagem
	6	Pallet	Prateleiras
	7	Estoque PQ	Estoque GR
	8	Maquinário PQ	Maquinário GR
	9	Empilhadeira Pouca	Empilhadeira Muita
Logística	10	Carro pequeno	Caminhão
	11	Ferramentas Pouco Utilização	Ferramentas Muita utilização
Instalação	12	Conectores Sustentáveis	Cola
	13	Pouco Sobre de Resíduos	Muita Sobre de Resíduos
	14	Sem espera para utilizar o local	Espera para uso do local
	15	Reposição parcial	Reposição Total
	16	Sem dificuldade para instalar	Dificuldade para instalar
	17	Sem dificuldade para retirar	Dificuldade para retirar
	18	Sem geração de resíduo retirada	Geração de Resíduo retirada
	Retirada	19	Sem dificuldade no descarte do material
20		Piso não danificado após retirada	Piso danificado após retirada

Fonte: Os autores.

Já com relação ao Carpete de Rolo *Sensation*, a sua retirada teria um custo financeiro maior em sua instalação. Seria necessário a utilização de colas-adesiva e por ser um material com dimensões maiores, seria necessário o uso de mão-de-obra especializada para retirada e a sua respectiva manutenção.

Os benefícios do Carpete Modular i2 são de não gerar sujeiras e resíduos, seu descarte é simples pelo baixo volume gerado e também a empresa “Interface” possui um serviço de coleta dos resíduos que são utilizados no processo de reciclagem e fabricação de novos carpetes, gerando assim benefício econômico tanto para o consumidor como para o meio ambiente. Consequentemente, o Carpete de Rolo *Sensation* não gera benefícios, uma vez que existe dificuldade na sua retirada, pois além de difícil, o tempo de espera para reutilização do local é grande e o volume de resíduos gerados no descarte, normalmente é feito em lixões agredindo o meio ambiente.

Após análise apresentada no item anterior, e olhando para o custo-benefício, foi definido um critério de avaliação baseado na seguinte escala: i) ruim; ii) regular; iii) bom; e iv) excelente. Desta forma, itens que possuem seus custos maiores (+) e benefícios menores (-) serão considerados “Ruins”, pois além do produto possuir um custo maior ele não gerará benefício nenhum. Utilizando a mesma lógica de raciocínio, os itens que possuem custos maiores (+) e

benefícios menores (-) serão considerados “Bons”, pois nesse caso, o benefício que esse produto irá gerar compensará o seu respectivo custo. Agora, itens que possuam menores custos (-) e menores benefícios (-) serão definidos como “Regulares”, uma vez que o produto não gerará benefícios, mas também não terá o seu custo maior. E finalmente, os itens que possuem seus custos menores (-) e gerarem benefícios maiores (+) serão considerados os itens “Excelente”. A Tabela 2 apresenta a relação entre as classificações descritas.

Para a avaliação referente ao *Meio Ambiente* (sustentabilidade) utilizou-se a classificação das categorias de produtos proposta por Ferrari de Sá (2017) que se baseou no trabalho desenvolvido por Fernandes (2017). O Modelo classifica os produtos por categorias como: i) “Bens Consumíveis”; ii) “Bens de uso rápido”; iii) “Bens duráveis não consumidores”; e iv) “Bens duráveis consumidores”. Cada categoria possui uma lista de itens que aquele determinado produto precisa atender para ser classificado no seu nível de sustentabilidade, podendo ser pleno, forte, intermediário, fraco e inexistente. Dependendo do nível de sustentabilidade, o produto considerado “Ecologicamente Correto”, “Amigo da Natureza” ou “Não Sustentável, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 2 – Classificação dos Custos e Benefícios (pontuação)

Processo	Descrição	Custo	Resultado	Descrição	Benefício	Resultado	
1	Fio Reciclável	+	1	Fio Reciclável	+	4	
	Fio Normal	-	1	Fio Normal	-	3	
	Manta Primária	+	1	Manta Primária	+	4	
	Manta Secundária	+	1	Manta Secundária	+	4	
	Pigmentação Sustentável	+	2	Pigmentação Sustentável	+	4	
	Pigmentação Normal	-	2	Pigmentação Normal	-	3	
	Plástico Embalagem	-	2	Plástico Embalagem	-	3	
	Papelão Embalagens	+	1	Papelão Embalagens	+	4	
	2	Prateleiras	-	2	Prateleiras	-	3
		Pallet	+	1	Pallet	+	4
Estoque GR		+	1	Estoque GR	-	3	
Estoque PQ		-	2	Estoque PQ	+	4	
Maquinário GR		+	1	Maquinário GR	-	3	
Maquinário PQ		-	2	Maquinário PQ	+	4	
Muita Empilhadeira		+	1	Muita Empilhadeira	-	3	
Pouca Empilhadeira		-	2	Pouca Empilhadeira	+	4	
3	Caminhão	+	1	Caminhão	-	3	
	Carro pequeno	-	2	Carro pequeno	+	4	
	4	Ferramentas Muita utilização	+	1	Ferramentas Muita utilização	-	3
Ferramentas Pouco Utilização		-	2	Ferramentas Pouco Utilização	+	4	
Cola		+	1	Cola	-	3	
Conectores Sustentáveis		-	2	Conectores Sustentáveis	+	4	
Muita Sobra de Resíduos		+	1	Muita Sobra de Resíduos	-	3	
Pouco Sobra de Resíduos		-	2	Pouco Sobra de Resíduos	+	4	
Espera para uso do local		+	1	Espera para uso do local	-	3	
Sem espera para utilizar o local		-	2	Sem espera para utilizar o local	+	4	
Reposição Total		+	1	Reposição Total	-	3	
Reposição Parcial		-	2	Reposição Parcial	+	4	
Dificuldade para instalar		+	1	Dificuldade para instalar	-	3	
Sem dificuldade para instalar		-	2	Sem dificuldade para instalar	+	4	
Dificuldade para retirar		+	1	Dificuldade para retirar	-	3	
Sem dificuldade para retirar		-	2	Sem dificuldade para retirar	+	4	
Geração de Resíduo retirada		+	1	Geração de Resíduo retirada	-	3	
Sem geração de resíduo retirada		-	2	Sem geração de resíduo retirada	+	4	
Dificuldade no descarte de material	+	1	Dificuldade no descarte de material	-	3		
Sem dificuldade no descarte do material	-	2	Sem dificuldade no descarte do material	+	4		
5	Piso danificado após retirada	+	1	Piso danificado após retirada	-	3	
	Piso não danificado após retirada	-	2	Piso não danificado após retirada	+	4	
Legenda		Pontuação		Legenda		Pontuação	
CUSTO (+) Maior Custo		1		BENEFÍCIO (-) Menor Benefício		3	
CUSTO (-) Menor Custo		2		BENEFÍCIO (+) Maior Benefício		4	
Processo							
1	Matéria Prima						
2	Armazenagem						
3	Logística						
4	Instalação						
5	Retirada						

Fonte: Os autores.

Tabela 3 - Classificação Sustentabilidade

Pontuação	Igual ou Superior a 431 pontos	Entre 311 e 430 pontos	Entre 188 e 310 pontos	Entre 121 e 185 pontos	Igual ou inferior a 120 pontos
Níveis de Sustentabilidade	Plena	Forte	Intermediária	Fraca	Inexistente
Classificação do Produto	Ecologicamente Correto		Amigo da Natureza		Não sustentável

Fonte: Os autores

IV. RESULTADOS

Os resultados da comparação entre os produtos Tapete Modular i2 da empresa Interface e o Tapete Rolo da empresa Belgotex estão apresentados na figura 3. A figura ilustra o custo-benefício e a sustentabilidade dos dois produtos onde é possível observar que o produto bio-inspirado Carpete Modular i2 obteve pontuação maior em relação a custo-benefício e a sustentabilidade.

No gráfico da Figura 3, é possível observar que com relação ao custo, na maioria dos itens, a maior pontuação ocorreu no produto *Carpete Modular i2*.

Com relação aos itens 2 e 3, nota-se que eles possuem resultados equivalentes, pois as mantas primária e secundária são encontradas nos dois processos. Na comparação dos itens 5 e 6 (embalagem de papelão e pallet), percebe-se um maior custo no Carpete Modular, mas

quando comparado aos benefícios gerados, o Carpete Modular é superior gerando assim uma igualdade na comparação do processo final. Na análise, verificou-se que a utilização de prateleiras geraria menor custo de manutenção, mas em relação ao benefício a utilização da prateleira acabaria sendo menor, não compensando assim a utilização desse item.

Diante do exposto até o momento, o Carpete Modular i2 apresentou-se melhor em todos os processos obtendo as classificações de “Bom” e “Excelente” respectivamente. Já o Carpete de Rolo *Sensation* obteve apenas dois dos seus itens classificados como “Bom” (itens 2 e 3) os quais se repetem nos dois processos. Sendo assim a classificação do Tapete Rolo ficando entre “Regular” e “Ruim”. O resultado desta classificação pode ser observado em detalhes na figura 4.

Figura 3 - Soma dos pontos Custo-Benefício, gráficos de custo, de benefício e de comparação de processos

Grupo	Itens	Descrição	Tapete Modular i2			Descrição	Tapete Rolo Belgotex		
			Custo MD	Benefício MD	Custo-Benefício MD		Custo RL	Benefício RL	Custo-Benefício RL
1	1	Fio Reciclável	2	4	6	Fio Normal	1	3	4
	2	Manta Primária	1	4	5	Manta Primária	1	4	5
	3	Manta Secundária	1	4	5	Manta Secundária	1	4	5
	4	Pigmentação Sustentável	2	4	6	Pigmentação Normal	2	3	5
	5	Empalagens de Papelão	1	4	5	Embalagens Plastica	2	3	5
2	6	Pallet	1	4	5	Prateleiras	2	3	5
	7	Estoque PQ	2	4	6	Estoque GR	1	3	4
	8	Maquinário PQ	2	4	6	Maquinário GR	1	3	4
	9	Empilhadeira Pouca	2	4	6	Empilhadeira Muita	1	3	4
3	10	Carro pequeno	2	4	6	Caminhão	1	3	4
4	11	Ferramentas Pouco Utilização	2	4	6	Ferramentas Muita utilização	1	3	4
	12	Conectores Sustentáveis	2	4	6	Cola	1	3	4
	13	Pouco Sobre de Resíduos	2	4	6	Muita Sobre de Resíduos	1	3	4
	14	Sem espera para utilizar o local	2	4	6	Espera para uso do local	1	3	4
	15	Reposição parcial	2	4	6	Reposição Total	1	3	4
	16	Sem dificuldade para instalar	2	4	6	Dificuldade para instalar	1	3	4
	17	Sem dificuldade para retirar	2	4	6	Dificuldade para retirar	1	3	4
	18	Sem geração de resíduo retirada	2	4	6	Geração de Resíduo retirada	1	3	4
5	19	Sem dificuldade no descarte do material	2	4	6	Dificuldade no descarte de material	1	3	4
	20	Piso não danificado após retirada	2	4	6	Piso danificado após retirada	1	3	4

GRÁFICO CUSTO

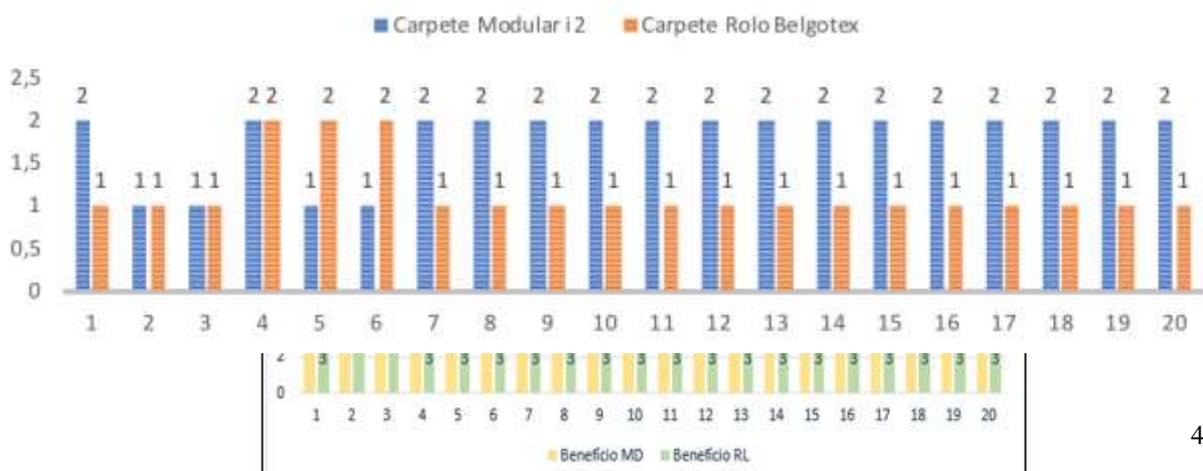
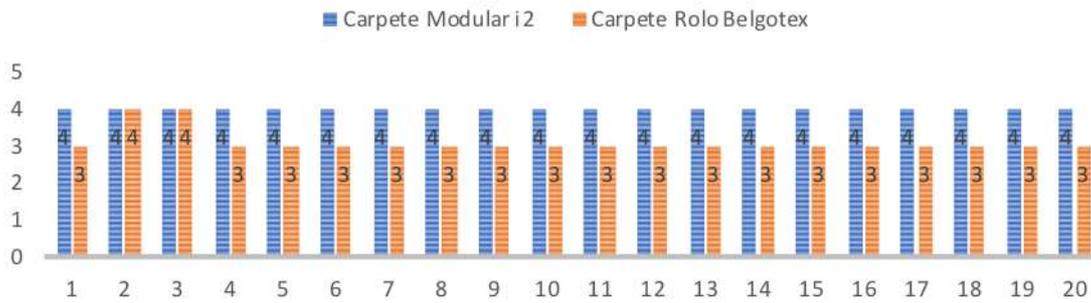
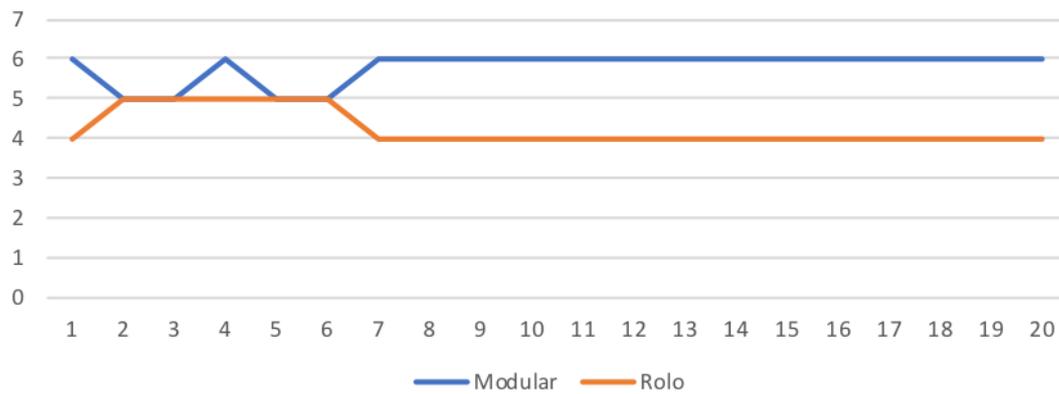


GRÁFICO BENEFÍCIO



Comparação de Processo



Fonte: Os autores.

Figura 4 - Classificação Custo e Benefício em escala de ruim à excelente

Grupo	Itens	Descrição	Tapete Modular i2 Interface			Descrição	Tapete Rolo Belgotex		
			Custo	Benefício	Resultado		Custo	Benefício	Resultado
1	1	Fio Reciclável	+	+	Excelente	Fio Normal	-	-	Ruim
	2	Manta Primária	-	+	Bom	Manta Primária	-	+	Bom
	3	Manta Secundária	-	+	Bom	Manta Secundária	-	+	Bom
	4	Pigmentação Sustentável	-	+	Bom	Pigmentação Normal	+	-	Regular
	5	Papelão Embalagens	-	+	Bom	Plástico Embalagem	+	-	Regular
2	6	Pallet	+	+	Excelente	Prateleiras	-	-	Ruim
	7	Estoque PQ	+	+	Excelente	Estoque GR	-	-	Ruim
	8	Maquinário PQ	+	+	Excelente	Maquinário GR	-	-	Ruim
	9	Empilhadeira Pouca	+	+	Excelente	Empilhadeira Muita	-	-	Ruim
3	10	Carro pequeno	+	+	Excelente	Caminhão	-	-	Ruim
4	11	Ferramentas Pouco Utilização	+	+	Excelente	Ferramentas Muita utilização	-	-	Ruim
	12	Conectores Sustentáveis	+	+	Excelente	Cola	-	-	Ruim
	13	Pouco Sobre de Resíduos	+	+	Excelente	Muita Sobre de Resíduos	-	-	Ruim
	14	Sem espera para utilizar o local	+	+	Excelente	Sem espera para uso do local	-	-	Ruim
	15	Reposição parcial	+	+	Excelente	Reposição Total	-	-	Ruim
	16	Sem dificuldade para instalar	+	+	Excelente	Dificuldade para instalar	-	-	Ruim
	17	Sem dificuldade para retirar	+	+	Excelente	Dificuldade para retirar	-	-	Ruim
	18	Sem geração de resíduo retirada	+	+	Excelente	Geração de Resíduo retirada	-	-	Ruim
5	19	Sem dificuldade no descarte do material	+	+	Excelente	Dificuldade no descarte de material	-	-	Ruim
	20	Piso não danificado após retirada	+	+	Excelente	Piso danificado após retirada	-	-	Ruim

Custo-Benefício	
(+) com (-)	= Ruim
(+) com (+)	= Bom
(-) com (-)	= Regular
(-) com (+)	= Excelente

Fonte: Os autores.

Em relação a sustentabilidade os produtos estudados foram classificados como “Bens duráveis não consumidores” de acordo com a trabalho desenvolvido por Ferrari de Sá (2017), ou seja, são bens duráveis que não consomem ou consomem pouca energia/recursos durante o seu uso e/ou sua manutenção. Normalmente, são de uso coletivo ou compartilhado. Após essa definição, somou-se os pontos dos itens que fazem parte do processo de

desenvolvimento do produto. A soma obtida da pontuação foi de 608 para o produto bio-inspirado Carpete Modular i2 e 234 pontos para o produto Carpete de Rolo Sensation. Com isso, observou-se que o nível de sustentabilidade para o Carpete Modular i2 é “Pleno” sendo a sua classificação “Ecologicamente Correto”, enquanto para o Carpete de Rolo Sensation o nível de sustentabilidade foi o “Intermediário” e

classificado como “Amigo da Natureza” conforme representado na Tabela 3.

A revisão da literatura proporcionou um ganho de conhecimento significativo sobre os temas abordados na busca por modelos de desenvolvimento de produto para ser comparado com o método BIOS (FERRARI DE SÁ, 2017). A intenção aqui foi comparar um método de desenvolvimento de produto convencional um método de desenvolvimento de produto bio-inspirado.

Como observado, produtos desenvolvidos baseados em conceitos Biomiméticos, oferecem menor custo, maior benefício e colaboram com sustentabilidade. Por mais que não foi possível estimar os custos reais, a comparação entre o processo dos dois produtos, possibilitou uma análise de quanto o produto bio-inspirado apresenta-se em vantagem em relação ao custo-benefício e a sustentabilidade.

V. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um estudo comparativo relacionando o custo-benefício e a sustentabilidade entre produtos desenvolvidos utilizando o método convencional de desenvolvimento e o método com princípios da Biomimética - BIOS. Por meio deste estudo foi possível conhecer melhor o universo delimitado para os temas em questão fundamentando e baseando de forma sistêmica.

Apesar das dificuldades encontradas durante o desenvolvimento deste estudo no que diz respeito a adaptação em definir e encontrar o método que fosse mais adequado, o processo de fabricação de ambos os produtos e vários recomeços a cada problema encontrado, foi possível chegar a um resultado promissor, mesmo precisando quebrar alguns paradigmas.

Com isso, buscou na CAPES pesquisas que fossem relevantes ao tema, com detalhes de cada processo para que houvesse um equilíbrio na comparação.

Com relação ao objetivo proposto dos impactos causados em relação ao custo-benefício e meio ambiente na aplicação do método bio-inspirado quando comparado a um método de desenvolvimento de produtos convencional, obteve-se resultados positivos, pois a revisão da literatura possibilitou uma ampla visão e conhecimento sobre os assuntos abordados. Para a seleção dos produtos a serem avaliados buscou-se produtos que pudessem trazer contundência e mais transparência no processo de comparação dos impactos causados em relação ao custo-benefício e meio.

Com isso, pôde-se perceber que o produto desenvolvido pelos conceitos Biomiméticos apresentam resultados positivos em relação ao custo-benefício e a sustentabilidade quando comparado ao convencional. Com os critérios propostos nessa pesquisa os itens avaliados e o entendimento da literatura, ficou claro que na comparação que o desenvolvimento de produtos utilizando os conceitos Biomiméticos foi uma excelente oportunidade para que empresas que desejam ser sustentáveis e contribuam cada vez mais para a preservação do planeta. Dessa forma, ficou evidente que ainda é necessário explorar mais a Biomimética como uma vertente promissora no processo de desenvolvimento de produtos/serviços e que esta deve sempre estar alinhada aos conceitos do Triple Bottom Line.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PPGEPS/PUCPR), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro desta Pesquisa.

VII. REFERÊNCIAS

Belgotex, **Fábrica.** Disponível em: <https://www.belgotex.com.br/fotos-360/foto/tour-pela-fabrica>. Acessado em: 20 de abril de 2019.

Belgotex, **Sensation.** Disponível em: <https://www.belgotex.com.br/produtos/carpetes-residenciais/sensation/pdf> Acessado em: 25 de maio de 2019.

COFFMAN, Makena; UMEMOTO, Karen. The triple-bottom-line: framing of trade-offs in sustainability planning practice. *Environment, Development and Sustainability*, v. 12, n. 5, p. 597–610, Oct 2010.

Culturamix, **Custo-Benefício.** Disponível em: <https://economia.culturamix.com/negocios/custo-beneficio>. Acessado em: 25 de maio de 2019.

Decoração apartamentos: **Vantagens e Desvantagens Tapete.** Disponível em: <http://www.decoracaodeapartamentos.com/carpetes-modulares-vantagens-e-desvantagens/> Acessado em: 25 de maio de 2019.

DHANDAPANI, Sowmya. GUI Development in TDD Model–Case Study. (Graphical User Interface; Model Driven Development) (Case Study). *Journal of Software*, 11 (2016).

Dicionário Financeiro, **O que é custo-benefício?.** Disponível em: <https://www.dicionariofinanceiro.com/custo-beneficio/> Acessado em: 25 de maio de 2019.

Econyl, **O nylon regenerado ECONYL® abre infinitas possibilidades para arquitetos, designers e produtores de tapetes.** Disponível em: <https://www.econyl.com/interiors/> Acessado em: 25 de maio de 2019.

FERNANDES, Pâmela T. **Modelo de referência para processo de design orientado à sustentabilidade.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistema) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba 2017.

FERRARI DE SÁ, Roberta. **Método Conceitual para aplicação da Biomimética como ferramenta de apoio ao processo de desenvolvimento de produtos Sustentáveis - BIOS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistema) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba 2017.

HOLTCAMP, Wendee. **Mimicking Mother Nature (creating consumer products with features that are modeled on nature).** *National Wildlife*, v.48, n.1, pp.46-51, 2009. Disponível em: <https://economia.culturamix.com/negocios/custo-beneficio> Acessado em: 25 de maio de 2019.

Interface, **Informações+Técnicas**, Disponível em: <https://www.interface.com/LA/pt-BR/about/topic/Informa%C3%A7%C3%B5es+T%C3%A9cnicas>

Interface, **Redesenhando nossos produtos**. Disponível em: https://origin-www.interface.com/LA/pt-BR/about/mission/Redesigning-Our-Products-pt_BR Acessado em: 25 de maio de 2019.

Interface, **A interface está encerrando o ciclo de reciclagem de carpete**. Disponível em: https://www.interface.com/LA/pt-BR/about/sistema-modular/ReEntry-pt_BR

Interface, **Biomimética Aprendendo da Natureza**. Disponível em: https://www.interface.com/LA/pt-BR/about/sistema-modular/Biomimicry-pt_BR Acessado em : 20 de abril de 2019.

Interface, **Carpete modular - i2: Uma Seleção Natural**. Disponível em: https://www.interface.com/LA/pt-BR/about/sistema-modular/i2-Modular-Carpet-Tile-pt_BR

Interface, **Modularidade: Nossa abordagem única para os negócios**. Disponível em: https://www.interface.com/LA/pt-BR/about/sistema-modular/why-interface-modular-carpet-tile-pt_BR Acessado em: 25 de maio de 2019.

Interface, **Sem emissões, sem odor, sem bagunça. Os TacTiles® são uma solução segura, fácil e eficiente**. Disponível em: <https://www.interface.com/LA/pt->

[BR/about/sistema-modular/TacTiles-Glue-Free-Installation-pt_BR](https://www.interface.com/LA/pt-BR/about/sistema-modular/TacTiles-Glue-Free-Installation-pt_BR) Acessado em: 20 de abril de 2019.

KAMINSKI, Paulo Carlos. **Desenvolvimento de produto, planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

MATTIODA, Rosana, A. **Estratégias da dimensão Social na Concepção de Produtos Sustentáveis**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistema) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curitiba 2017.

Projetos Bioinspired, **Sycamore ceiling fan**. Disponível em: <https://asknature.org/idea/sycamore-ceiling-fan/> Acessado em: 25 de maio de 2019.

Resultado de imagem para tapete modular i2. Disponível em: https://www.interface.com/LA/pt-BR/about/sistema-modular/i2-Modular-Carpet-Tile-pt_BR.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 29/07/2019

Aprovado em: 22/08/2019



MÉTODO PARA DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE MATURIDADE COM FOCO NA GESTÃO DE INOVAÇÃO

METHOD FOR DIAGNOSIS OF MATURITY LEVEL FOCUSED ON INNOVATION MANAGEMENT

TÂNIA CARLA AGIO¹; OSIRIS CANCEGLIERI JUNIOR¹
1 – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
tania.agio@pucpr.edu.br; osiris.canciglieri@pucpr.br

Resumo – A gestão de inovação se mostra cada dia mais relevante para as indústrias se manterem em um patamar competitivo. O objetivo geral dessa pesquisa é propor um método para diagnosticar o nível de maturidade de empresas alimentícias com foco na gestão de inovação, auxiliando assim as empresas nos processos de tomada de decisão. Através do desenvolvimento de um questionário, são fornecidas avaliações visuais com gráficos de radar que expressam os graus de maturidade em cinco parâmetros definidos: Mercado, Produtos, Processos, Marketing e Administrativo/Organizacional. Foi feita a aplicação em 23 empresas diferentes, e os resultados demonstram os níveis de maturidade de cada uma delas nos diferentes parâmetros. Para aprofundamento do estudo é feita uma divisão entre grupos, em relação ao porte das empresas, apresentando avaliações comparativas que permitem conclusões relativas ao grupo similar avaliado.

Palavras-chave: Inovação Aberta. Modelo de Maturidade. Indústria Alimentícia.

Abstract - Innovation management is becoming increasingly relevant for industries to remain at a competitive level. The general objective of this research is to propose a method to diagnose the maturity level of food companies focusing on innovation management, thus assisting companies in decision making processes. Through the development of a questionnaire, visual evaluations are provided with radar graphs that express the degrees of maturity in five defined parameters: Market, Products, Processes, Marketing and Administrative/Organizational. It was applied to 23 different companies, and the results show the maturity levels of each one of them in the different parameters. For further study, a division is made between groups in relation to the size of the companies, presenting comparative evaluations that allow conclusions regarding the similar group evaluated.

Keywords: Open innovation. Maturity Model. Food Industry.

I. INTRODUÇÃO

A maioria dos estudos disponíveis sobre gestão de inovação e inovação aberta geralmente se concentra nas indústrias de alta tecnologia, como por exemplo, as de *software open source* (HENKEL, 2006; REMNELAND-WIKHAMN *et al.*, 2011), as de comunicação e tecnologia (BIGLIARDI, DORMIO & GALATI, 2012), a de biotecnologia ou a indústria farmacêutica (CHIARONI, CHIESA & FRATTINI, 2011). A literatura existente tradicionalmente considera a indústria de alimentos como

um setor maduro e de crescimento lento, com baixa intensidade de pesquisa e bastante conservadora em termos de tipos de inovações introduzidas no mercado. O setor é caracterizado pela ausência significativa de inovações disruptivas de produto, sendo que a maioria dos avanços tecnológicos são incrementais e desenvolvidos internamente (RAIMUNDO, BATALHA & TORKOMIAN, 2017). No entanto, recentes mudanças importantes tanto na natureza da demanda de alimentos quanto na organização da cadeia de suprimentos, juntamente com um ambiente cada vez mais competitivo onde as empresas alimentícias precisam operar, levaram a inovação a ser uma atividade corporativa inevitável, fundamental para a lucratividade geral da indústria. Portanto, para que uma empresa se mantenha competitiva, a gestão da inovação precisa se manter ágil com o menor dispêndio possível (MARTINEZ, 2013).

Muitos métodos descritos na literatura têm como foco a aplicação de técnicas e ferramentas de gestão de inovação, descrevendo em detalhes como e quais resultados são obtidos com essas aplicações, porém ainda é falha a avaliação da maturidade das empresas em relação a esse assunto. A abordagem do problema de pesquisa presente neste artigo auxilia na compreensão dos significados da avaliação da maturidade da gestão de inovação, de forma particular, nas indústrias alimentícias. O objetivo geral dessa pesquisa é propor um método para diagnosticar o nível de maturidade de empresas alimentícias com foco na gestão de inovação. E para atingir esse objetivo, os seguintes objetivos específicos são propostos: a) identificar métodos e modelos voltados à gestão de inovação e aplicação da inovação aberta, com foco no setor alimentício; b) analisar as contribuições e limitações dos métodos e modelos existentes com relação aos temas da pesquisa, levantando possíveis oportunidades; c) examinar as pesquisas existentes buscando identificar modelos de maturidade aplicados com foco no setor alimentício; d) propor a estrutura do método capaz de avaliar a maturidade das indústrias do setor alimentício em relação à gestão de inovação; e) elaborar um instrumento de coleta de dados e aplicá-lo nas indústrias do setor alimentício, para levantamento qualitativo e quantitativo de dados; f) avaliar o método proposto à partir das respostas, análises e conclusões obtidas.

II. METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada categoriza-se como de natureza aplicada, porque deseja “conhecer com vistas de fazer algo de maneira mais eficiente ou eficaz” (GIL, 2010), considerando-se que a análise da maturidade da empresa em relação à gestão de inovação pode influenciar no planejamento estratégico. Portanto, a pesquisa possui uma abordagem qualitativa, destinando-se a responder os questionamentos com informações que não podem ser quantificadas totalmente (GRAY, 2012). Embora predominantemente qualitativa, a pesquisa adota de forma complementar um conjunto de dados de natureza quantitativa, baseado no uso de estatísticas que envolvem a bibliometria dos dados coletados, tanto na revisão sistemática de literatura quanto no levantamento de campo utilizando um questionário aplicado pelo *Google Forms*. Deste modo, os objetivos científicos da pesquisa são explorar, compreender, avaliar e explicar o fenômeno estudado.

2.1 – Revisão sistemática da literatura

A base lógica utilizada neste artigo parte de dois campos de pesquisa diferentes, que envolvem a gestão de inovação (sendo ela fechada ou aberta) e a maturidade da inovação, tratadas em suas áreas de conhecimento originais, porém com foco em indústrias alimentícias. A revisão sistemática da literatura foi realizada na base de dados da CAPES e teve como base três palavras-chave para a pesquisa: *open innovation*, *maturity model* e *food industry*. Na Figura 1 pode ser visto o número de artigos obtidos em cada etapa da revisão.

Figura 1 - Número de artigos obtidos em cada etapa da revisão sistemática



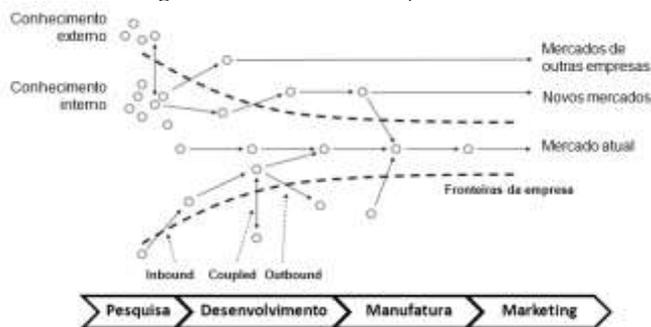
Fonte: Autora, 2018.

Com a revisão sistemática concluiu-se que o tema proposto na pesquisa está em ascensão desde o ano de 2015, e que não há publicações relevantes no Brasil, apontando grande potencial de desenvolvimento do método proposto.

2.2 – Desenvolvimento do método conceitual

Os conceitos apresentados na Figura 2 foram utilizados como base para a definição dos parâmetros do método de maturidade proposto, juntamente com conceitos teóricos descritos por Damanpour & Ewan (1984), Enkel, Bell & Hogenkamp (2011) e pela OECD (*Organisation for economic co-operation and development*, 2005).

Figura 2 - Modelo de inovação Aberta



Fonte: Adaptado de Chesbrough & Bogers, 2014.

Do modelo desenvolvido por Chesbrough & Bogers (2014) e do *framework* apresentado por Damanpour & Ewan (1984) são aplicadas as dimensões de mercado, considerando as interações internas e externas. Nessas pesquisas os autores conceituam a inovação aberta e a definem como um processo de inovação distribuído em fluxos de conhecimento proposadamente gerenciados através das fronteiras organizacionais. Ocorre então o surgimento do parâmetro “Mercado”.

Enkel, Bell & Hogenkamp (2011) definem, na pesquisa do modelo de maturidade de inovação proposto, os seguintes sub-elementos: capacidade de parceria, clima para inovação e processos internos. No sub-elemento “capacidade de parceria” eles abordam as questões de acordos claros entre parceiros, definição de metas para medir o sucesso das parcerias, seleção da parceria ideal e gestão e documentação das alianças formadas. No sub-elemento “clima para inovação” eles apontam questões de liderança, incentivos e comunicação das atividades desenvolvidas. E por fim no sub-elemento “processos internos” eles abordam novamente as questões de comunicação sobre as inovações realizadas entre todas as partes envolvidas. Há abordagem também das questões de documentação dos conhecimentos adquiridos em inovações e parcerias, e da conversão desses conhecimentos em ações concretas que tragam benefícios às organizações envolvidas.

Damanpour & Ewan (1984) também distinguem três diferentes grupos de inovações: inovações tecnológicas, inovações técnicas e inovações administrativas. Já a OECD (2005) classifica inovação em quatro grupos diferentes: inovações de produto, inovações de processo, inovações de marketing e inovações organizacionais. A combinação dessas análises auxilia no surgimento dos parâmetros “Produtos”, “Processos”, “Marketing”, e também as relações administrativas e de cultura organizacional, que foram unidas em um parâmetro apenas, chamado de “Administrativo/Organizacional”.

Após avaliação dos conceitos teóricos sobre gestão de inovação, foi destacada a divisão representada na Figura 3.

Figura 3 - Parâmetros para avaliação do nível de inovação



Fonte: Adaptado de Chesbrough & Bogers (2014), Damapour & Ewan (1984) e OECD (2005).

O *framework* desenvolvido por Gassmann & Enkel (2004), representado na Figura 4, aponta três níveis distintos de inovação aberta que podem ser encontrados nas empresas. Nesse *framework* o conceito inicial de *inbound* e *outbound* é complementado com o processo *coupled*. Essa dimensão representa o modo de inovação aberta e o sentido do fluxo de informações (se para fora da companhia, para dentro ou ambos os sentidos).

Figura 4 - Visão geral do *framework* de inovação aberta



Fonte: Gassmann & Enkel, 2004.

Porém durante o desenvolvimento dessa pesquisa foi levantada a necessidade de manutenção da inovação fechada para a definição dos níveis de maturidade. Portanto, os níveis de maturidade empregados na avaliação estão classificados como na Figura 5.

Figura 5 – Níveis de maturidade determinados

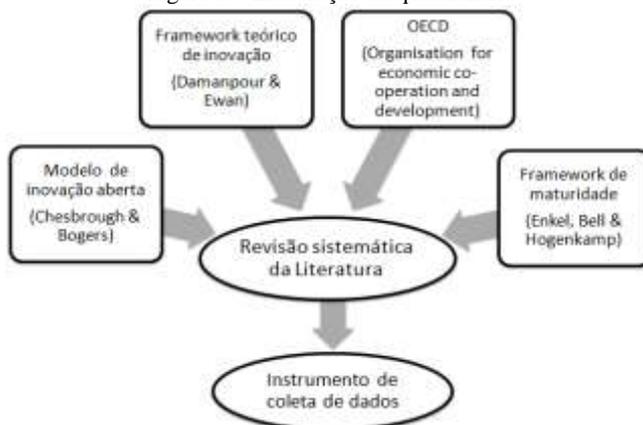


Fonte: Autora, 2018.

2.3 – Elaboração do instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados (questionário) elaborado tem como objetivo a aplicação para definir a maturidade de indústrias alimentícias com relação à gestão de inovação. As perguntas foram definidas em conformidade com os objetivos da pesquisa e tiveram como base os conceitos citados na Figura 6 e também as pesquisas utilizadas na revisão sistemática da literatura.

Figura 6 – Elaboração do questionário



Fonte: Autora, 2019.

A experiência do respondente em conceitos e ferramentas de inovação tanto sob a ótica acadêmica quanto pela atuação profissional foi também considerada durante a construção do questionário, bem como algumas perguntas sobre o setor de atuação do respondente, a posição no organograma da empresa e algumas perguntas importantes na estratificação das respostas, relacionadas à empresa em que o respondente trabalha.

Na visão de gestão de inovação nos cinco parâmetros determinados: Mercado, Produtos, Processos, Marketing e Administrativo/Organizacional, foram definidas 34 perguntas divididas em cinco grupos, e também um grupo inicial voltado para avaliação do respondente.

Durante a organização dos grupos de pesquisa e do questionário foi utilizada a escala de Likert com cinco pontos, a qual possui boa precisão e também oferece certa facilidade de preenchimento pelos entrevistados (VIEIRA & DALMORO, 2008). Foram utilizadas as formações detalhadas na Tabela 1, para aplicação nas questões fechadas.

Tabela 1 - Escalas de Likert (concordância, importância e preferência) utilizadas no questionário

Escalas de Likert		
Discordo totalmente	Sem importância	Muito frequente
Discordo	Pouco importante	Frequentemente
Não concordo nem	Razoavelmente importante	Ocasionalmente
Concordo	Importante	Raramente
Concordo totalmente	Muito importante	Nunca
Não sei	Não sei	Não sei

Fonte: Autora, 2018.

Através da análise das pontuações determinadas para cada questão será feita a classificação do nível de maturidade da empresa em relação à gestão de inovação, sendo determinado um nível de maturidade diferente para cada parâmetro.

Utilizando como base os níveis de maturidade determinados na Figura 5 e também os cinco parâmetros descritos na Figura 3, foram feitas simulações teóricas para cada nível de resposta, e as pontuações mínimas para atingimento de cada nível de maturidade estão descritas na Tabela 2 - O nível de maturidade *Coupled* (C) é considerado

o nível no qual a empresa apresenta o melhor resultado na escala de maturidade da gestão de inovação.

Tabela 2 - Pontuações mínimas determinadas

GRUPO	NÍVEL DE MATURIDADE	PONTUAÇÃO MÍNIMA
2 – MERCADO	1 – FECHADA	1 ponto
	2 – INBOUND	3 pontos
	3 – OUTBOUND	4 pontos
	4 – COUPLED	5 pontos
3 – PRODUTOS	1 – FECHADA	3 pontos
	2 – INBOUND	7 pontos
	3 – OUTBOUND	11 pontos
	4 – COUPLED	14 pontos
4 – PROCESSOS	1 – FECHADA	4 pontos
	2 – INBOUND	8 pontos
	3 – OUTBOUND	12 pontos
	4 – COUPLED	16 pontos
5 – MARKETING	1 – FECHADA	2 pontos
	2 – INBOUND	6 pontos
	3 – OUTBOUND	8 pontos
	4 – COUPLED	10 pontos
6 – ADM e ORGANIZACIONAL	1 – FECHADA	1 ponto
	2 – INBOUND	8 pontos
	3 – OUTBOUND	12 pontos
	4 – COUPLED	16 pontos

Fonte: Autora, 2018.

Para cálculo das pontuações são utilizados os valores máximos permitidos pela escala Likert, em cada grupo proposto durante a elaboração do instrumento de pesquisa. Para facilitar a aplicação e avaliação do instrumento de coleta (questionário), foram definidas pontuações para cada questão. Nem todas as perguntas apresentadas no questionário possuem pontuação direta em relação ao nível de maturidade apresentado por uma empresa, porém refletem e auxiliam na definição desses níveis e também na avaliação da qualidade de resposta do questionário, assim como auxiliam na estratificação e análise das respostas, definindo um melhor nível de assertividade entre as respostas apresentadas e o método de avaliação de maturidade.

2.4 – Determinação das variáveis

Para a finalidade desta pesquisa foram definidas variáveis qualitativas, com o propósito de se compreender o perfil da amostra pesquisada, assim caracterizadas:

- Variáveis Qualitativas:
 - Variável Porte: refere-se à quantidade de funcionários da empresa segundo a classificação de porte do SEBRAE (2013):
 - Microempresa: até 19 funcionários;
 - Pequena empresa: de 20 a 99 funcionários;
 - Médio porte: de 100 a 499 funcionários;
 - Grande porte: acima de 499 funcionários.
 - Variável Setor: refere-se ao setor da empresa ocupado pelos respondentes em suas organizações;
 - Variável Cargo: refere-se ao cargo ocupado pelos respondentes em suas organizações. Há também uma definição da classificação ocupada pelo respondente segundo o organograma da empresa;

- Variável Participação nas tomadas de decisão: refere-se ao nível de participação descrito pelos respondentes em suas organizações, tanto nas inovações de produto quanto nas inovações de processo.

Quanto às Variáveis Quantitativas, foi identificado um conjunto de cinco variáveis, medidas numericamente pela escala de Likert de cinco pontos do tipo concordância, assim descritas:

- Variáveis Quantitativas:
 - Variável Mercado: refere-se ao posicionamento e concorrência da empresa no mercado de atuação, englobando também a exportação de produtos e a importância da inovação nesse parâmetro;
 - Variável Produtos: faz referência aos desenvolvimentos recentes de produtos na empresa, abordando desde desenvolvimentos internos à realização de parcerias e comercialização de projetos;
 - Variável Processos: faz referência às modificações e inovações recentes de processos na empresa, abordando desde estudos preliminares de processo a desenvolvimentos internos ou realização de parcerias;
 - Variável Marketing: refere-se à adoção de abordagens que avaliem as necessidades dos consumidores nos projetos, e que avaliem estudos de mercado e desenvolvimento de parcerias.
 - Variável Administrativo/Organizacional: faz referências às estratégias de contratação, à visão da empresa com relação à gestão de inovação e também à internalização dos conhecimentos e disseminação dos projetos internamente e através das fronteiras da empresa.

Os dados coletados com o instrumento de coleta foram organizados em uma planilha eletrônica, contendo as respostas das 23 empresas diferentes para as 34 perguntas descritas no questionário, totalizando um conjunto de 782 dados coletados. No Grupo 1 – Identificação, foram descritos dados sobre o setor e função do respondente, sua participação em projetos de inovação, seu conhecimento em relação à algumas técnicas de inovação citadas e também o porte da empresa.

2.5 – Determinação das análises

Primeiramente os resultados permitem uma análise individual de cada empresa entrevistada, com soma das pontuações obtidas para cada parâmetro, determinada pela equação (1):

$$P_x = \sum Q1 + Q2 + \dots + Qn \quad (1)$$

Também são determinadas análises considerando-se o porte da empresa, classificado pelo respondente no primeiro grupo de perguntas. É feita a compilação dos dados para o mesmo porte de empresa, e os resultados individuais de cada empresa são comparados com o resultado geral do grupo, segundo a equação (2):

$$Nota_x = \frac{P_x}{\frac{\sum P_x}{n_x}} \quad (2)$$

Com essas avaliações é possível verificar a maturidade individual da empresa nos diferentes parâmetros definidos como também realizar a comparação dos resultados da empresa com os resultados de um grupo de dados.

III. RESULTADOS

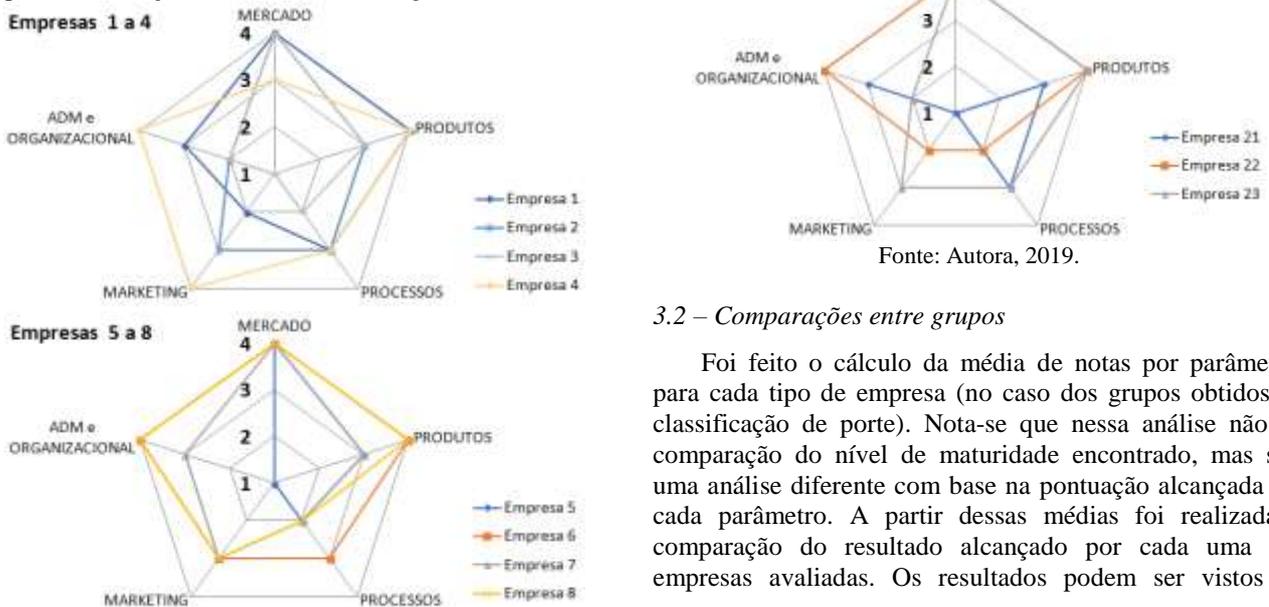
Foi realizada a análise crítica das respostas de cada entrevistado para levantamento de pontos convergentes, pontos divergentes e para auxiliar na análise dos níveis de maturidade determinados através da aplicação do questionário.

3.1 – Resultados do instrumento de coleta de dados

Primeiramente são feitas avaliações individuais das respostas. Cada empresa, após avaliação dos cinco parâmetros tem um gráfico de radar gerado, o qual facilita a visualização do resultado geral da empresa.

Na Figura 7 podem ser vistos os resultados em gráfico de radar para as empresas 1 a 23 entrevistadas na avaliação. Essa representação visual dos resultados exibe de maneira objetiva os pontos de maturidade da empresa em cada parâmetro determinado, facilitando a determinação dos parâmetros que tem bom desempenho, e também dos que apresentam oportunidades de melhorias.

Figura 7 – Avaliações de maturidade das empresas entrevistadas



Fonte: Autora, 2019.

Tabela 3. Foi determinada a seguinte regra para pontuações das notas:

- Pontuação < 80% média “Porte” = VERMELHA.
- Pontuação 80% - 100% média “Porte” = LARANJA.
- Pontuação >100% média “Porte” = VERDE.

Essa representação permite fácil identificação e distinção dos resultados da empresa em comparação com o grupo que possui mesmo porte.

3.2 – Comparações entre grupos

Foi feito o cálculo da média de notas por parâmetro, para cada tipo de empresa (no caso dos grupos obtidos na classificação de porte). Nota-se que nessa análise não há comparação do nível de maturidade encontrado, mas sim uma análise diferente com base na pontuação alcançada em cada parâmetro. A partir dessas médias foi realizada a comparação do resultado alcançado por cada uma das empresas avaliadas. Os resultados podem ser vistos na

Tabela 3 - Notas em relação às médias de cada parâmetro, dividida entre grupos determinados pelo “Porte”

Nº	EMPRESA	2 - MERCADO	3 - PRODUTOS	4 - PROCESSOS	5 - MARKETING	6 - ADM e ORG.
1	Médio porte	1,00	0,73	1,09	1,13	0,83
1'	Médio porte	1,00	0,77	1,17	1,25	1,00
1''	Médio porte	1,00	0,23	0,42	1,13	1,33
1'''	Médio porte	0,40	0,69	0,92	0,25	0,13
2	Grande porte	1,00	0,86	1,09	1,00	0,85
2'	Grande porte	0,80	0,86	0,82	0,67	0,38
2''	Grande porte	0,60	0,79	0,27	0,67	0,46
2'''	Grande porte	0,60	1,00	0,64	0,89	1,08
3	Microempresa	1,00	0,83	1,00	0,71	0,75
4	Médio porte	1,00	1,27	1,09	1,25	1,50
5	Médio porte	1,25	1,09	0,91	0,38	0,33
6	Grande porte	1,00	1,07	1,09	1,00	1,85
7	Grande porte	1,00	0,79	1,00	1,00	1,15
8	Microempresa	1,00	1,25	1,00	1,29	1,50
9	Médio porte	1,00	1,09	0,82	1,00	0,75
10	Grande porte	1,00	1,07	1,27	1,33	1,23
11	Grande porte	1,00	0,93	1,00	0,89	0,62
12	Grande porte	1,00	1,07	1,55	1,00	1,15
13	Grande porte	0,80	1,00	1,27	1,11	0,92
14	Microempresa	1,00	0,92	0,88	0,86	0,67
15	Médio porte	1,25	1,00	0,91	1,00	1,08
16	Médio porte	1,25	1,18	1,45	1,38	1,33
17	Grande porte	1,00	1,00	1,00	1,00	1,23
18	Pequena empresa	0,80	0,92	1,00	1,00	1,33
19	Médio porte	1,25	1,27	1,09	1,50	1,25
20	Pequena empresa	1,00	0,92	1,00	1,00	1,07
21	Médio porte	0,50	1,18	1,09	0,38	1,08
22	Grande porte	1,00	1,14	0,91	0,78	1,46
23	Pequena empresa	1,00	1,23	1,00	1,00	0,67

Fonte: Autora, 2019.

IV. CONCLUSÃO

A técnica utilizada neste estudo permite a realização de uma autoavaliação por parte das empresas, em relação à maturidade da gestão de inovação, facilitando as análises devido ao uso dos cinco diferentes parâmetros determinados. O processo de avaliação da maturidade proposto auxilia na tomada de decisão por parte das empresas. Pelas ferramentas e avaliações apresentadas pode-se realizar análises úteis que auxiliam na priorização de ações. Os resultados podem ser avaliados de maneira visual e permitem uma conclusão rápida e objetiva por parte das empresas respondentes, devido a utilização dos gráficos de radar e às escalas de cores.

Algumas limitações do estudo seriam a amostra restrita de empresas que foram avaliadas, como também a falta de avaliação dos respondentes, a qual não foi priorizada na pesquisa, ou também a ausência de algumas respostas. Como oportunidades da pesquisa, análises variadas podem ser feitas utilizando-se os mesmos dados, por exemplo, a comparação da empresa em relação à diferentes grupos de “Porte”, ou avaliação da empresa por meio da determinação de novos grupos, tendo outros focos determinantes. Seria importante também a realização de uma avaliação com um grupo maior de respondentes, para uma maior confiabilidade estatística dos resultados obtidos.

V. REFERÊNCIAS

- BIGLIARDI, B., DORMIO, A. I. & GALATI, F. The adoption of open innovation within the telecommunication industry. **European Journal of Innovation Management**, v. 15, p. 27-54, 2012.
- CAPES/MEC. **Portal de Periódicos CAPES/MEC**. Brasil, 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>.
- CHESBROUGH, H. W. & BOGERS, M. **Explicating open innovation: clarifying an emerging paradigm for understanding innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- CHIARONI, D.; CHIESA, V. & FRATTINI, F. The open innovation journey: How firms dynamically implement the emerging innovation management paradigm. **Technovation**, v. 31, p. 34-43, 2011.
- DAMANPOUR, F. & EWAN, W. M. Organizational innovation and performance: The problem of “organizational lag”. **Administrative Science Quarterly**, v. 29, p. 392-409, 1984.
- ENKEL, E.; BELL, J. & HOGENKAMP, H. Open innovation maturity framework. **International Journal of Innovation Management**, v. 15, p. 1161-1189, 2011.
- GASSMANN, O. & ENKEL, E. **Towards a theory of open innovation: three core process archetypes**. R&D Management Conference, 2004.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GRAY, D.E. **Pesquisa no mundo real**. 2ª ed. Porto Alegre: Penso, 2012.
- HENKEL, J. Selective revealing in open innovation processes: The case of Embedded Linux. **Research Policy**, v. 35, p. 953-969, 2006.
- MARTINEZ, M. G. Open innovation in the food and beverage industry. Woodhead Publishing Series in Food Science, **Technology and Nutrition**, n. 243, 2013.
- OECD, Oslo Manual. **The measurement of scientific and technological activities**, 2005.

RAIMUNDO, BATALHA & TORKOMIAN. Technological dynamics of the Brazilian food and beverage industry (2000-2011). **Gestão & Produção**, v. 24, p. 423-436, 2017.

REMNELAND-WIKHAMN, B. *et al.* Open innovation, generativity and the supplier as peer: The case of iphone and android. **International Journal of Innovation Management**, v. 15, p. 205-230, 2011.

SEBRAE. **Classificação de porte de indústrias pelo número de funcionários**. Site institucional. 2013.

VIEIRA, K. M. & DALMORO, M. **Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados?** XXXII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, 2008.

VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

Submetido em: 03/08/2019
Aprovado em: 15/08/2019