

# CIÊNCIA E TECNOLOGIA: EIXOS DO DESENVOLVIMENTO



Frederico Celestino Barbosa

Ciência e tecnologia: eixos do desenvolvimento

1ª ed.

Piracanjuba-GO  
Editora Conhecimento Livre  
Piracanjuba-GO

1ª ed.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Barbosa, Frederico Celestino  
B238C    Ciência e tecnologia: eixos do desenvolvimento

/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2022

151 f.: il

**DOI:** 10.37423/2022.edcl412

**ISBN:** 978-65-5367-055-6

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. interdisciplinaridade 2. desenvolvimento 3. avanço I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 600

<https://doi.org/10.37423/2022.edcl412>

**O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.**

# EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

## **Corpo Editorial**

Dr. João Luís Ribeiro Ulhôa

Dra. Eyde Cristianne Saraiva-Bonato

MSc. Frederico Celestino Barbosa

MSc. Carlos Eduardo de Oliveira Gontijo

MSc. Plínio Ferreira Pires

**Editora Conhecimento Livre**

**Piracanjuba-GO**

**2022**

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>6</b>
FLUÊNCIA ALGORÍTMICA NOS SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	
Jose Mendes Pereira Neto	
<b>DOI 10.37423/220105211</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>21</b>
REDUÇÃO DE RUÍDO EM SINAIS DE VOZ USANDO FILTROS DE KALMAN COMBINADOS COM SUBTRAÇÃO ESPECTRAL DE POTÊNCIA E/OU WAVELETS	
Leandro Aureliano da Silva	
Marcelo Basílio Joaquim	
<b>DOI 10.37423/220105223</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>40</b>
APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO SITUACIONAL NO DESABASTECIMENTO DE MEDICAMENTOS DE UMA FARMÁCIA MUNICIPAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA	
JOSIMAR MOREIRA FERREIRA	
Leila Abou Salha	
<b>DOI 10.37423/220105233</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>53</b>
FERRAMENTAS E AÇÕES PARTICIPATIVAS QUE CONTRIBUEM PARA A REDUÇÃO DA EVASÃO E RETENÇÃO UNIVERSITÁRIA	
Alison Fernando Jeronymo Eduardo	
Victoria Dornelles Godinho	
Vinicius Piccin Dalbianco	
Pedro Emanuel Peres Diani	
<b>DOI 10.37423/220105234</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>66</b>
MODELOS DE PREÇOS HEDÔNICOS PARA ESTIMAR A VALORAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS NÃO COMERCIALIZADAS DE PRODUTOS HORTIGRANJEIROS EM GOIÂNIA – GO – 2015	
Carlos Leão	
Henrique Ribeiro Leão	
Kéressia Preda Kamanech	
<b>DOI 10.37423/220105238</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>79</b>
MÉTODOS DE ESTUDOS DE POSSÍVEIS EFEITOS DA DETONAÇÃO DE MINAS NAVAIS SOBRE ALVOS	
Rodrigo Jeremias dos Santos	
Paulo Cesar Miscow Ferreira	
Gabriel Arruda Evangelista	
Newton José Ferro Júnior	
<b>DOI 10.37423/220105249</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>95</b>
QUALIDADE DA ÁGUA E AS COMPLICAÇÕES EM HEMODIÁLISE	
Asael Abner Naves Araújo	
Marislei Espíndula Brasileiro	
Raquel Quintanilha Nagamori	
<b>DOI 10.37423/220105276</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>110</b>
REDE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM EM GESTÃO PÚBLICA	
Juliano Schimiguel	
Fernanda Silva Brandão Raposo	
Carlos Adriano Martins	
<b>DOI 10.37423/220105278</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>125</b>
FLUXO DE FLUIDO BIFÁSICO APLICANDO FORMULAÇÃO IMPES MODIFICADA EM MEIOS POROSOS NATURALMENTE FRATURADOS	
Jonathan da Cunha Teixeira	
Julliana de Paiva Valadares Fernandes	
Igor Fernandes Gomes	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
Lícia Mouta da Costa	
<b>DOI 10.37423/220205307</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>143</b>
BENEFÍCIOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NA SAÚDE E NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM	
Thaiz Brandão Cosac	
IRACEMA GONZAGA MOURA DE CARVALHO	
<b>DOI 10.37423/220205320</b>	

# Capítulo 1



10.37423/220105211

## FLUÊNCIA ALGORÍTMICA NOS SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

*Jose Mendes Pereira Neto*

*Universidade Luterana do Brasil*



**Resumo:** A presente pesquisa visa apresentar reflexões iniciais sobre como obter uma melhor compreensão acerca do funcionamento dos sistemas de inteligência artificial com vistas à superação de barreiras relacionadas à desconfiança gerada em função da ausência de conhecimento humano sobre como o sistema vem decidindo seu futuro. Cada vez mais, a utilização da inteligência artificial vem sendo decisiva no futuro dos humanos, revelando a necessidade de haver a fluência algorítmica capaz de se obter o melhor resultado de cada interação. Nesse sentido, o problema indagou como a fluência algorítmica pode contribuir como instrumento de reforço da confiança com a aproximação do usuário. A investigação para responder ao problema voltou-se para a importância que a fluência algorítmica adquire no rompimento de barreiras que geram desconfiança e proporcionam melhor adesão à utilização em massa da inteligência artificial. Como achado da pesquisa, observou-se a importância da explicabilidade algorítmica como instrumento de aceleração desse processo de busca pela fluência algorítmica.

**Palavras chave:** Confiança. Fluência Algorítmica. Inteligência Artificial. Risco.

## 1. INTRODUÇÃO

A realidade social vem se alterando nos últimos anos graças ao avanço tecnológico, em especial da inteligência artificial que cada vez mais ganha espaço na convivência diária com o ser humano. Inúmeras situações referenciais para o futuro dos humanos, atualmente são definidas por análises de sistemas que não permitem uma completa compreensão de como alcançaram referido resultado. Situações assim geram desconfiança e entraves no relacionamento entre humanos e sistemas. Nesse contexto, é necessário que o ser humano adquira conhecimento mínimo sobre o funcionamento dos sistemas, a fim de extrair o melhor de cada interação, a fim de que haja a superação de barreiras relacionadas à confiança e a aproximação da racionalidade esperada. Assim surge a necessidade de estudo sobre a fluência algorítmica como mecanismo capaz de reduzir a assimetria informacional na relação e proporcionar o bem-estar esperado ao humano, exigindo, assim, um olhar científico sobre este novo problema.

Dessa forma, considerando a dificuldade de compreensão sobre o funcionamento dos sistemas e os riscos apresentados aos humanos, o que gera desconfiança e resistência à sua utilização, questiona-se como a fluência algorítmica pode contribuir como instrumento de reforço da confiança com a aproximação do usuário? Tal questionamento demonstra a necessidade de, a partir do problema apresentado, se observar a importância que a fluência algorítmica, entendida como sendo a capacidade do ser humano de compreender o funcionamento e os riscos dos sistemas e, com isso, captar o máximo de utilidade esperada da relação, adquire no rompimento de barreiras que geram desconfiança e proporcionam melhor adesão à utilização em massa da inteligência artificial.

Para melhor compreensão do tema, é importante, neste ponto, estabelecermos um breve conceito de inteligência artificial, como sendo “sistemas que apresentam um comportamento inteligente, analisando o seu ambiente e tomando medidas – com um determinado nível de autonomia – para atingir objetivos específicos” (EUROPA, 2018).

Assim, objetiva-se analisar se a explicabilidade algorítmica pode servir como potencializador desse processo de busca pela fluência algorítmica.

Quanto à metodologia de pesquisa, esta se dará por meio de uma pesquisa qualitativa com abordagem crítica dos dados coletados e de análise descritiva da realidade baseada em livros, artigos e trabalhos acadêmicos, buscados especialmente no Portal de Periódicos da CAPES e no Google Acadêmico.

No primeiro capítulo, será abordado as diversas áreas em que a IA está influenciando a vida - social e privada -, tais como no emprego, na saúde, na relação com o trabalho, no relacionamento interpessoal e, até mesmo, na investigação criminal. Referidas influências estão alterando o comportamento humano, gerando insegurança e medo, com o conseqüente afastamento da inteligência artificial, o que revela a importância da fluência algorítmica para viabilizar este processo.

No segundo capítulo, se apresentará o conceito de fluência algorítmica, bem como sua importância como instrumento de aproximação dos seres humanos com a inteligência artificial. Esta aproximação poderá se dar com vantagem aos humanos, desde que a fluência seja aprendida e treinada, como um novo padrão de linguagem universal, capaz de propiciar bem-estar e confiança na relação.

Já no terceiro capítulo, com o intuito de tornar viável este processo, será proposto a utilização da explicabilidade algorítmica como instrumento amplificador da fluência algorítmica. Dessa forma, com a redução do aspecto de caixa preta dos sistemas, a atuação dos humanos será aproximada, especialmente para pessoas que não nasceram digitais.

## 2. O DOMÍNIO DOS SISTEMAS DE IA: UM CAMINHO SEM VOLTA

A digitalização já é realidade e se constitui em um processo sem retorno. Compreendida como “a aplicação ou aumento do uso de tecnologias digitais por uma organização, indústria ou país” (EUROPEAN COMMISSION – EC, 2019, p. 15), ela atua proporcionando alterações nos modelos organizacionais com “novas entidades e relacionamentos em todos os aspectos da realidade, como nos negócios, na sociedade ou em crenças e decisões individuais” (KOTARBA, 2018). De forma resumida, portanto, digitalização nada mais é do que “um processo para introduzir o digital em determinado setor da realidade” (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE, 2021, p. 20).

Assim, cada vez mais a organização social é moldada em função das tecnologias e, com isso, novos paradigmas são impostos determinando às pessoas e às organizações seu modo de agir. Realinhamentos econômicos globais como o ocasionado com a Nokia que experimentou o topo e a queda no mercado de celulares em menos de dez anos com a alteração do modelo de negócio para plataformas digitais são cada vez mais observados (LEE, 2013). Situações como esta tendem a se repetir com a influência de instrumentos como big data, computação em nuvem, internet das coisas e 5G que alteram as estruturas postas e desafiam empresas, governos e pessoas a se adaptarem às transformações com o objetivo de capturar os benefícios da evolução tecnológica.

Especialmente relevante nesse processo de tomada de espaço pelas novas tecnologias, é a inteligência artificial, que entendida de forma ampla a englobar aprendizado de máquina, redes neurais e aprendizado profundo, adquiriu inserção massiva nas relações sociais e atua num processo de retroalimentação onde ela aprende apenas com a interação, sem que sejam necessárias instruções ou caminhos predeterminados para as respostas que propõe. Nesse sentido, os economistas americanos Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee chamam a atenção para esse processo de inserção social da inteligência artificial, a qual silenciosamente ocupa espaços antes dominados pelos humanos:

A tecnologia de uso geral mais importante de nossa era é a inteligência artificial, particularmente o aprendizado de máquina (ML) - ou seja, a capacidade da máquina de continuar melhorando seu desempenho sem que os humanos precisem explicar exatamente como realizar todas as tarefas que ela recebe. Nos últimos anos, o aprendizado de máquina se tornou muito mais eficaz e amplamente disponível. Agora podemos construir sistemas que aprendem a realizar tarefas por conta própria (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2017, tradução nossa).

Assim, a inteligência artificial vem ocupando inúmeros campos de atuação da vida humana, não se limitando mais às interações *on line* ou *off line*, mas alterando seu eixo de desenvolvimento para o modelo *onlife* (FLORIDI 2018). Desde consumo, saúde, segurança, até mesmo situações das mais comuns como o ensino humano que foi alterado, e viabilizado, pela inteligência artificial (TUNG, 2021), com grande aceleração, especialmente após o surgimento da Pandemia de Covid-19. Outras mudanças nas relações entre a sociedade e o Estado também são afetadas, com influência em eleições e na forma como é exercida a democracia. Empregos e as habilidades necessárias para o trabalho não ficam de fora.

Todas estas mudanças exigem do ser humano que ele adote comportamento volátil (*Volatility*), atue na incerteza (*Uncertainty*), se desenvolva em um ambiente complexo (*Complexity*) e ambíguo (*Ambiguity*), situações que colocam a máquina em vantagem e com frequência geram ansiedade e desconfiança, afastando o humano do convívio necessário para o próprio desenvolvimento da inteligência artificial (BENNETT; LEMOINE, 2014). Ao gerar receio e desconfiança, o afastamento é inevitável e a inteligência artificial é privada do contato com o humano, tornando seu desenvolvimento retardado. Por outro lado, a inteligência artificial também gera demanda por novos empregos, proporciona melhora na qualidade de vida e bem-estar social. Diagnósticos de doenças são antecipados e remédios personalizados já estão sendo viabilizados (MIT, 2021). Assim, numa espécie de relação sinalagmática o humano e a inteligência artificial convivem, mas sem que haja a completa

compreensão de seu funcionamento e nem mesmo o aprofundamento de questões éticas importantes.

Dessa forma, “quando se fala em IA, o grande problema ou grande ameaça que faz com que muitas empresas hesitem em investir é a questão da segurança e o perigo sobre o mau uso dos dados e da própria IA” (CONTIM, 2021). Essa situação revela a importância de aproximar o ser humano da inteligência artificial, num processo de ensino que busca permitir a fluência algorítmica, com a compreensão do seu funcionamento a fim de gerar a confiança necessária para que as interações se deem com o menor número de entraves possíveis. Tendencialmente o trabalho no futuro próximo será lado a lado entre humanos e sistemas informáticos inteligentes, merecendo atenção para que este futuro projetado se desenvolva com o menor volume de traumas aos humanos (WEBB, 2019).

### 3. A FLUÊNCIA ALGORÍTMICA COMO OBSTÁCULO AO BEM-ESTAR SOCIAL

Esse processo de adaptação à tecnologia é particularmente desafiador para o ser humano, que vê as estruturas pelas quais foi ensinado se alterarem, onde as relações com outros humanos são intermediadas por máquinas e seu futuro é definido por algoritmos. Cada vez mais situações como eleição para crédito (FSB, 2017), a taxa de juros que será paga a qual é definida em função do risco (STATEN, 2014), a seleção para emprego (IRIONDO, 2018) e, até mesmo, se deve ou não ser preso, estão colocando seres humanos e sistemas de inteligência artificial numa relação onde o humano é objeto de análise e julgamento, sem que consiga compreender o caminho operado para a definição que foi dada pelo sistema para seu futuro (ANGWIN et al, 2016). Este tipo de situação gera angústia e afastamento do ser humano. Não à toa a indústria de tecnologia vem estudando e investindo fortemente em economia cognitiva, design gráfico e outros elementos que visam tornar a relação entre humanos e sistemas de inteligência artificial mais amigáveis aos seres humanos.

Por outro lado:

Isso parece não ser suficiente quando o humano se vê frente a uma decisão tomada por um algoritmo de inteligência artificial, sem que seja capaz de compreender como aquele resultado ocorreu. Neste contexto é que se insere a noção de fluência algorítmica, como sendo a capacidade do ser humano de compreensão do funcionamento e dos riscos de sistemas de inteligência artificial. Vale dizer, a fluência algorítmica é justamente a habilidade que o ser humano deve ter para se comunicar com o algoritmo a fim de extrair o máximo de utilidade esperada, a qual deve se dar em razão de seu funcionamento e de acordo com os riscos que impõe ao humano nessa relação (ENGELMANN; SOUZA, 2021).

Dito de outro modo, trata-se da base teórica e prática necessária para compreender uma das principais tecnologias digitais, com a capacidade de adquirir vantagem competitiva em relação à máquina, moldando o futuro ao seu interesse, com vistas a obter o melhor resultado possível de cada interação.

O físico quântico Volker Lang (2021) aborda o tema, ainda que de forma mais ampla por incluir outras tecnologias, chamando-o de “*Digital Fluency*”, como sendo a capacidade humana de obter respostas que permitirão o desenvolvimento de uma compreensão melhorada sobre a inteligência artificial, a fim de conhecer seu impacto nas diversas searas da vida humana. O pesquisador lançou o livro *Digital Fluency: Understanding the Basics of Artificial Intelligence, Blockchain Technology, Quantum Computing, and Their Applications for Digital Transformation*, no qual propõe alguns questionamentos a serem enfrentados para a melhora nessa comunicação, tais como:

Mas do que tratam as tecnologias digitais e como funcionam? Como podemos aplicá-los em nosso trabalho e na vida cotidiana? Como podemos usá-los para otimizar as oportunidades existentes e criar novas e valiosas oportunidades? Quais são os casos de uso mais proeminentes de computação quântica, tecnologia de blockchain e inteligência artificial, e quando eles fazem sentido? Quais são as vantagens e desvantagens em comparação com as tecnologias existentes e quais são as limitações e desafios envolvidos em aproveitá-las? A *Digital Fluency* responde a todas as perguntas mais importantes que você possa ter sobre digitalização e tecnologias digitais (LANG, 2021).

Estes e outros questionamentos são necessários para que o humano altere a relação atual com algoritmos inteligentes que definem o futuro de humanos, com o mínimo, ou nenhum questionamento.

Algumas legislações como o Regulamento Europeu de Proteção de Dados já se preocupam com esta situação e permitem o pedido de revisão humana quando se tratar de tratamento automatizado, consoante expresso no artigo 22 (EUROPA, 2016). De forma parecida, mas com maior poder emprestado à inteligência artificial, é a legislação brasileira que por meio da Lei 13.709/18, estabelece no artigo 20 a possibilidade de revisão de tratamento automatizado de dados (BRASIL, 2018), mas não define se esta revisão deve se dar por um humano ou por outro sistema de inteligência artificial, vale dizer que, sequer proíbe que a revisão seja feita pelo mesmo sistema, o que poderia gerar uma ineficiência absoluta da revisão se os dados iniciais não se alterarem.

No entanto, a despeito dos esforços legislativos, a compreensão sobre o funcionamento dos sistemas deve ser buscada pelo ser humano, pois é ele o afetado inúmeras vezes ao longo do dia, sem que a regulação consiga ser aplicada. Até mesmo para que possa buscar apoio na regulação, deve-se obter fluência mínima com os sistemas. Assim, como o aprendizado de uma nova língua, a fluência

algorítmica deve ser estudada, treinada e aprimorada, a fim de tornar possível a comunicação adequada entre humanos e os sistemas.

Dessa forma, a fluência algorítmica visa proporcionar ao humano o conhecimento básico sobre o funcionamento de sistemas de inteligência artificial, para que o protagonismo dos interesses dos humanos seja prevalente proporcionando elevação do bem-estar e com reforço na confiança. Assim, a despeito de já profetizado pelo historiador israelense Yuval Harari (2017), o surgimento até 2050 de uma nova classe social de pessoas consideradas inúteis ante a incapacidade de lidarem de forma competitiva com a inteligência artificial pode ser minimizado (ou quiçá, nem mesmo acontecer), se durante este processo o ser humano buscar as respostas adequadas capazes de proporcionar a extração de eficiência dessa relação. Dessa forma, o problema colocado pelo historiador, de os humanos serem capazes de executar tarefas melhores que os algoritmos, somente pode ser superado com o aprimoramento dos humanos, sendo o primeiro passo a fluência algorítmica.

#### 4. A EXPLICABILIDADE ALGORÍTMICA COMO INSTRUMENTO AMPLIFICADOR DA FLUÊNCIA ALGORÍTMICA

A atuação da inteligência artificial vem sendo incorporada silenciosamente no cotidiano. Desde que Alan Turing (1950) propôs o questionamento se máquinas podem pensar, a evolução dos sistemas ocorreu na direção da criação de sistemas mais complexos e que buscam imitar o funcionamento do cérebro humano. Assim, modelos baseados em redes neurais visam justamente fazer com que a inteligência artificial processe os dados e apresente o resultado, ainda que nunca tenha sido ensinada sobre o caminho que operou. Esta situação gera certa autonomia no funcionamento dos sistemas atuais, tornando o processo de explicação do caminho e do output exarado pelo sistema difícil de ser esclarecido até mesmo para os programadores que o desenvolveram (OLTEANU, 2019). Assim, a atuação humana frente ao sistema se dá em inegável assimetria informacional.

Dessa forma, o acesso à informação adequada sobre o funcionamento do sistema é condição necessária para a aquisição da fluência algorítmica. Neste contexto, a explicabilidade algorítmica exerce papel diferencial como esforço dos desenvolvedores e utilizadores dos sistemas no sentido de proporcionar aos humanos informações adequadas e em linguagem simples de forma a permitir a construção de um ambiente de confiança e sem ruídos. Em outras palavras a explicabilidade algorítmica traduz-se como um arcabouço de ações, desde a concepção do sistema até sua utilização, que torne o funcionamento interno da inteligência artificial compreensível para os humanos com

vistas à criação de confiança, sem que se perca o alto nível de desempenho de aprendizagem e precisão da predição (TUREK, 2018).

A explicabilidade algorítmica atua, portanto, como agregador de confiança no sistema, pois “quando os usuários percebem que o algoritmo é mais justo, responsável, transparente e explicável, eles o veem como mais confiável e útil” (SHIN, 2020), o que demonstra a importância da aproximação das decisões algorítmicas com a racionalidade esperada do usuário. Nesse sentido, a explicabilidade, assim como os sistemas de inteligência artificial, deve ser centrada no ser humano, o que “implica que a IA e os algoritmos futuros devem olhar além da justiça e legalidade superficiais ou da precisão superficial e atender às necessidades e requisitos genuínos do usuário” (SHIN, 2021).

Assim sendo, o sistema deve ser pensado para a redução da entropia informacional, proporcionando uma adequada comunicação com o usuário, com informações relevantes e apresentação dos riscos inerentes e específicos a cada interação (SCHNEIDER 2013). É possível observar, portanto, que para que a comunicação seja efetiva, não há um único modelo de explicabilidade, mas deve ser pensada como um conjunto de técnicas e abordagens que tendem a tornar o algoritmo compreensível. Para o alcance da fluência algorítmica, assim, é necessária a efetiva implementação da explicabilidade, tornando o funcionamento dos sistemas compreensível nos moldes da linguagem humana. Em outras palavras, para que a informação seja corretamente absorvida, é necessário que a comunicação seja estabelecida num padrão adequado ao conhecimento do usuário.

Nesse sentido, sobre a diminuição da entropia e o acesso à informação adequada, o professor da Universidade Harvard, Steven Pinker, retrata a relevância da estruturação ordenada de signos para que adquiram sentido aos humanos, dizendo que:

A informação pode ser concebida como uma diminuição da entropia – como o ingrediente que distingue um sistema ordenado, estruturado, do imenso conjunto de sistemas aleatórios e inúteis. Imagine páginas de caracteres aleatórios digitadas por um macaco em uma máquina de escrever, ou um trecho de ruído branco emitido por um rádio entre uma estação e outra, ou uma tela sarapintada de confetes devido a um arquivo corrompido no computador. Cada um desses objetos pode assumir trilhões de formas diferentes, uma mais maçante do que a outra. Mas agora suponha que os dispositivos sejam controlados por um sinal que arranja os caracteres, ondas sonoras ou pixels em um padrão que se correlaciona com alguma coisa do mundo: a Declaração de Independência, os compassos de abertura de ‘Hey Jude’, um gato de óculos escuros. Dizemos que o sinal transmite informação sobre a declaração, a canção ou o gato. A informação contida em um padrão depende do quanto a nossa visão do mundo é minuciosa ou mais geral (PINKER, 2018, p. 35).

Importante lembrar, aqui, que uma grande parte da população mundial não nasceu digital, vale dizer, se vive uma imensa mistura de gerações, onde grande parte dos humanos foi apresentado e ensinado no mundo totalmente analógico, sendo induzido a conviver com a tecnologia com o passar do tempo. Portanto, a explicabilidade assume especial relevância, pois ao se estabelecer comunicação adequada com aqueles que são objeto de análise pelo sistema, estar-se-á por se aproximar da racionalidade esperada com o conseqüente afastamento da noção de caixa-preta que os sistemas de inteligência artificial comumente apresentam. Igualmente, abordando a problemática da comunicação adequada para viabilizar a fluência algorítmica, os pesquisadores Solon Barocas, Alex Rosenblat, Danah Boyd, Seeta Peña Gangadharan e Corrine Yu que afirmam que:

Há uma lacuna significativa e crescente no entendimento entre aqueles que são e aqueles que não são tecnicamente fluentes, tornando as conversas sobre o que está acontecendo com os dados um desafio. Dito isso, é importante entender que transparência e fluência técnica nem sempre são suficientes. Por exemplo, aqueles que carecem de conhecimento técnico ficam frequentemente frustrados porque não são capazes de fornecer supervisão ou determinar a precisão do que é produzido, enquanto aqueles que constroem esses sistemas percebem que mesmo eles não podem avaliar significativamente o produto de muitos algoritmos (BAROCAS et al, 2014).

Referida lacuna de entendimento deve ser superada por meio da aproximação entre humanos e sistemas, sendo a explicabilidade um elemento essencial nesse processo. Nesse sentido, Dierle Nunes e Ana Luiza Marques referem que “[...] é essencial que se tenha um elevado grau de transparência algorítmica, a fim de possibilitar que os afetados pelo modelo saibam o que determina o resultado alcançado pelo sistema de IA” (NUNES; MARQUES, 2018).

Ainda, sob a perspectiva regulatória, a explicabilidade algorítmica já é reconhecida como um direito, pois decorre da necessidade de se estabelecer uma série de salvaguardas com o objetivo de garantir o processamento transparente dos dados pessoais, incluso aqui, a obrigação de se fornecer informações significativas sobre a lógica envolvida no percurso efetuado pelo sistema para a tomada de decisão (CASEY; FARHANGI; VOGL, 2019). Dessa forma, ao “se espelhar em necessidades e rápidos avanços gerados na sociedade pelas tecnologias convergentes trazidas pela Quarta Revolução Industrial”, o reconhecimento e implementação da explicabilidade algorítmica estará em consonância com a “regulação do amanhã” (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE, 2021, p. 66) necessária para a viabilização dos novos direitos ligados à tecnologia.

Assim, sua implementação prática, além de uma imposição regulatória, possui o potencial de tornar o processo de fluência algorítmica mais ágil e próximo da realidade. Nesta perspectiva, a explicabilidade

é ferramenta estratégica de empresas, governos e usuários para viabilizar o acesso de grandes massas da população à transição necessária no modelo social que se avizinha, onde sistemas de inteligência artificial e humanos atuam lado a lado, complementando-se e proporcionando melhora de resultados e qualidade de vida.

Deste modo, para que o processo de fluência algorítmica seja acelerado, é fundamental a inserção da explicabilidade algorítmica como padrão no contato do humano com a inteligência artificial, servindo como um instrumento relevante capaz de superar as barreiras da confiança na adoção dos sistemas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial apresenta um aspecto de ambivalência, pois promete avanços e melhora da qualidade de vida, ao mesmo tempo em que apresenta riscos e seus resultados são de difícil compreensão. Esta perspectiva de cenário produz desconfiança e afastamento dos humanos. Ainda que haja iniciativas regulatórias no sentido de reduzir esse cenário de assimetria informacional entre humanos e máquinas, isto pode não ser suficiente.

Dessa forma, levando-se em conta que os sistemas apresentam riscos aos humanos e seu funcionamento é de difícil compreensão gerando desconfiança e resistência à sua utilização, indagou-se: como a fluência algorítmica pode contribuir como instrumento de reforço da confiança com a aproximação do usuário?

Assim, a partir da metodologia que orientou a pesquisa, observou-se que a fluência algorítmica pode ser um instrumento eficiente para permitir o rompimento de barreiras que geram desconfiança e pode proporcionar melhor adesão à utilização em massa da inteligência artificial. Esta, tende a permitir ao humano uma interação otimizada no sentido de absorção de vantagem na interação com o sistema. Sua incorporação pode ser fundamental no contexto social que se projeta, onde o humano passa a ser apenas mais uma engrenagem da estrutura, com o dever de bem interagir com sistemas de inteligência artificial para o desenvolvimento pessoal.

Dentro desse contexto, se observou que para o alcance da fluência algorítmica é necessário que esta seja buscada pelos humanos, como o aprendizado de uma nova língua, com vistas a extrair o melhor do relacionamento, com a consciência sobre os riscos e os benefícios específicos de cada interação. Constatou-se ainda, que a explicabilidade algorítmica pode ser um importante instrumento de aceleração desse processo, desde que pensada a partir da concepção dos sistemas até sua efetiva

implementação, a qual é capaz de reduzir a sensação de desconfiança e aproximar a convivência com o sistema da racionalidade esperada.

## 7. REFERÊNCIAS

ANGWIN, Julia et al. How We Analyzed the COMPAS Recidivism Algorithm. ProPublica, 2016. Disponível em: <https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compas-recidivism-algorithm>. Acesso em: 15 nov. 2021.

BAROCAS, Solon et al. Data & Civil Rights: Technology Primer. Data & Civil Rights Conference, 2014. Disponível em: <https://datasociety.net/library/data-civil-rights-technology-primer/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

BENNETT, Nathan. LEMOINE, James. What VUCA Really Means for You. Harvard Business Review. v. 92, n. 1/2, 2014. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2389563>. Acesso em: 02 dez. 2021.

BRASIL. Lei 13.709/2018, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF. 2018.

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew. What it can – and cannot – do for your organization. The Business of Artificial Intelligence. Harvard Business Review, 2017. Disponível em: <https://starlab-alliance.com/wp-content/uploads/2017/09/The-Business-of-Artificial-Intelligence.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2021.

CASEY, Bryan; FARHANGI, Ashkon; VOGL, Roland. Rethinking Explainable Machines: The GDPR's 'Right to Explanation' Debate and the Rise of Algorithmic Audits in Enterprise. Berkeley Technology Law Journal. v. 34, 2019. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3143325>. Acesso em: 05 dez. 2021.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. Desenvolvimento tecnológico e mercado de trabalho – Digitalização e relação homem-máquina: mudanças e tendências na legislação em nível global. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2021.

CONTIM, Alex. A influência da inteligência artificial no mercado de trabalho e na formação dos estudantes no século XXI. INFO GEEKIE, 2021. Disponível em:

<https://www.geekie.com.br/blog/inteligencia-artificial-empregabilidade-educacao>. Acesso em:

12 dez. 2021.

ENGELMANN, Wilson; SOUZA, Maique Barbosa de. A nova linguagem global: fluência algorítmica como instrumento capaz proporcionar confiança nos sistemas de inteligência artificial. Revista de Direito e as Novas Tecnologias | vol. 13/2021 | Out - Dez / 2021. DTR\2021\47819. Disponível em: <https://www.revistadoatribunais.com.br>. Acesso em: 18 dez. 2021.

EUROPA. Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho europeu, ao conselho, ao comitê económico e social europeu e ao comitê das regiões inteligência artificial para a europa [swd(2018) 137 final]. Comissão Europeia. Bruxelas, 2018. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0237>. Acesso em: 21 dez. 2021.

EUROPA. Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016, relativo à proteção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados e que revoga a Diretiva 95/46/CE (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados). 2016. Disponível em:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679&qid=1612211352239>. Acesso em: 18 dez. 2021.

EUROPEAN COMMISSION – EC. Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion. Report of the high-level expert group on the impact of the digital transformation on EU labour markets. Directorate-General for Communication Networks, Content and Technology Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d9574c3a-67fb-11e9-9f05-01aa75ed71a1>. Acesso em: 11 dez. 2021.

FLORIDI, Luciano. Soft Ethics and the Governance of the Digital. *Philosophy & Technology*, v. 31, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13347-018-0303-9>. Acesso em: 26.08.2021.

FSB. Artificial intelligence and machine learning in financial services. Market developments and financial stability implications. Financial Stability Board, 2017. Disponível em: <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P011117.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2021.

HARARI, Yuval Noah. The meaning of life in a world without work. *The Guardian*, 2017. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2017/may/08/virtual-reality-religion-robots-sapiens-book>. Acesso em: 27 dez. 2021.

IRIONDO, Roberto. Amazon Scraps Secret AI Recruiting Engine that Showed Biases Against Women. *Medium*, 2018. Disponível em:

<https://www.ml.cmu.edu/news/news-archive/2016-2020/2018/october/amazon-scraps-secret-artificial-intelligence-recruiting-engine-that-showed-biases-against-women.html>. Acesso em: 22 dez. 2021.

KOTARBA, Marcin. Digital transformation of business models. *Foundations of Management*, v. 10, n. 1, p. 123-142, 2018. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/326808621\\_Digital\\_Transformation\\_of\\_Business\\_Models](https://www.researchgate.net/publication/326808621_Digital_Transformation_of_Business_Models). Acesso em: 16 dez. 2021.

LANG, Volker. *Digital Fluency: Understanding the Basics of Artificial Intelligence, Blockchain Technology, Quantum Computing, and Their Applications for Digital Transformation*. Apress, 2021.

LEE, Dave. Nokia: A ascensão e queda de uma gigante dos celulares. *BBC News Brasil*, 2013. Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/09/130904\\_ascencao\\_queda\\_nokia\\_an](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/09/130904_ascencao_queda_nokia_an). Acesso em: 19 dez. 2021.

MIT. Medicamentos personalizados: quanto custa o bem-estar de um paciente? *MIT Technology Review*, 2021. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/medicamentos-personalizados-quanto-custa-o-bem-estar-de-um-paciente/>. Acesso em: 22 dez. 2021.

NUNES, Dierle; MARQUES, Ana Luiza Pinto Coelho. Inteligência Artificial e Direito Processual: vieses algorítmicos e os riscos de atribuição de função decisória às máquinas. *Revista dos Tribunais online. Revista de Processo*, v. 285, p. 421-447, 2018. Disponível em:

[https://www.academia.edu/37764508/INTELIG%C3%8ANCIA\\_ARTIFICIAL\\_E\\_DIREITO\\_PROCESSUAL\\_VIESES\\_](https://www.academia.edu/37764508/INTELIG%C3%8ANCIA_ARTIFICIAL_E_DIREITO_PROCESSUAL_VIESES_). Acesso em: 15 dez. 2021.

OLTEANU, Alexandra. How Can We Overcome the Challenge of Biased and Incomplete Data? Knowledge@Wharton. University of Pennsylvania, 2019. Disponível em:

<https://knowledge.wharton.upenn.edu/article/big-data-ai-bias/>. Acesso em: 23 dez. 2021.

PINKER, Steven. O novo Iluminismo: Em defesa da razão, da ciência e do humanismo. Trad. Laura Teixeira Mota e Pedro Maia Soares. Companhia das Letras, 2018.

SCHNEIDER, Thomas D. Information Theory Primer With an Appendix on Logarithms. National Institutes of Health, 2013. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.226.7100&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 07 dez. 2021.

SHIN, Donghee. The effects of explainability and causability on perception, trust, and acceptance: Implications for explainable AI. International Journal of Human – Computer Studies. n. 146, 2021. Disponível em: <https://zuscholars.zu.ac.ae/works/3421/>. Acesso em: 07 dez. 2021.

\_\_\_\_\_. User Perceptions of Algorithmic Decisions in the Personalized AI System: Perceptual Evaluation of Fairness, Accountability, Transparency, and Explainability. Journal of Broadcasting & Electronic Media, v. 64, n. 4. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08838151.2020.1843357>. Acesso em: 25 nov. 2021.

STATEN, Michael. Risk-Based Pricing in Consumer Lending. Center for Capital Markets Competitiveness, 2014. Disponível em: <https://www.centerforcapitalmarkets.com/resource/risk-based-pricing-in-consumer-lending/>. Acesso em: 20 dez. 2021.

TUNG, Liam. Microsoft Teams: Now teachers can monitor students' reading fluency with AI. ZedNet, 2021. Disponível em: <https://www.zdnet.com/article/microsoft-teams-teachers-get-a-free-ai-tool-to-monitor-students-reading-fluency/>. Acesso em: 26.08.2021.

TUREK, Matt. Explainable Artificial Intelligence (XAI). Defense Advanced Research Projects Agency, 2018. Disponível em: <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence>. Acesso em: 07 dez. 2021.

TURING, Alan Mathison. Computing machinery and intelligence. Mind, v. LIX, 1950. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>. Acesso em: 28 dez. 2021.

WEBB, Michael. The Impact of Artificial Intelligence on the Labour Market. 2019. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3482150>. Acesso em: 27.08.2021.

## Capítulo 2



10.37423/220105223

# REDUÇÃO DE RUÍDO EM SINAIS DE VOZ USANDO FILTROS DE KALMAN COMBINADOS COM SUBTRAÇÃO ESPECTRAL DE POTÊNCIA E/OU WAVELETS

*Leandro Aureliano da Silva*

*Faculdade de Talentos Humanos - FACTHUS*

*Marcelo Basílio Joaquim*

*Escola de Engenharia de São Carlos – USP*



**Resumo:** Este artigo tem a finalidade de apresentar e comparar técnicas de redução de ruído na reconstrução de sinais de voz degradados por ruído. As técnicas propostas utilizam-se dos filtros de Kalman de tempo discreto e Frequência discreta combinados com as técnicas de subtração espectral de potência e/ou wavelets. Os desempenhos dos algoritmos foram avaliados utilizando-se a relação sinal/ruído segmentada e a distância de Itakura-Saito.

**Palavras-Chave:** Filtro de Kalman, Supressão de Ruído, Subtração Espectral e Wavelets.

## I. INTRODUÇÃO

Em muitas aplicações de processamento de sinais de voz e áudio, a presença de ruído aditivo pode degradar a qualidade e a inteligibilidade dos sinais. Com base nestas informações, muitas pesquisas têm sido realizadas nesta área e conseqüentemente muitos algoritmos de melhoria na qualidade de sinais de áudio e voz têm surgido com o objetivo de eliminar ou mesmo reduzir a intensidade do ruído aditivo. Algumas técnicas se destacam dentre elas: psicoacústica, subtração espectral, filtros de Wiener, filtros de Kalman combinados com redes neurais, etc. Já que nos últimos anos, muitos pesquisadores têm focado um grande interesse em filtros de Kalman combinados com outras técnicas de processamento de sinais, este artigo estuda o uso dos filtros de Kalman de tempo e Frequência discretos, combinados com as técnicas de subtração espectral e *wavelets* para redução de ruído em sinais de voz.

As técnicas da subtração espectral e *wavelets* são as responsáveis pela pré-filtragem dos sinais. Por sua vez, a saída delas, serão utilizadas como condições iniciais para ambos os filtros de Kalman. Já os filtros de Kalman, são responsáveis pela minimização da distorção espectral causada pelas técnicas de subtração e *wavelets*.

As comparações de ambos os algoritmos são realizadas tendo como parâmetro de medida, a distância de Itakura-Saito e a relação sinal/ruído segmentada.

## II. DESCRIÇÃO DOS ALGORITMOS

### **A - Filtro de Kalman de Tempo Discreto (FKT)**

O filtro de Kalman foi desenvolvido em 1960, por Rudolf Emil Kalman, que publicou o seu famoso artigo descrevendo uma solução recursiva para o problema da filtragem linear de dados discretos [1]. Desde então, devido aos grandes avanços da computação digital, o filtro de Kalman tem sido uma ferramenta muito importante nas áreas da navegação, da monitoração de processos, da economia e da reconstrução de sinais contaminados por ruído.

O desenvolvimento do filtro inicia-se a partir da modelagem do sinal de voz por um processo auto-regressivo de ordem P (AR(P)) da seguinte forma:

$$x(n) = \sum_{k=1}^P a_P(k)x(n-k) + w(n) \quad (1)$$

em que:  $a_p(k)$  são os coeficientes de predição linear de ordem  $P$ ,  $w(n)$  é o ruído de excitação de entrada ou ruído do processo e  $x(n)$  o sinal de voz.

Sendo a maior parte dos sinais medidos na presença de ruído aditivo tem-se:

$$y(n) = x(n) + v(n) \quad (2)$$

em que:  $y(n)$  é o sinal de voz contaminado por ruído e  $v(n)$  o ruído aditivo gaussiano.

Observando a equação 1, percebe-se que esta pode ser representada por um modelo de espaço de estado. Desta forma, as equações 1 e 2 podem ser reescritas da seguinte maneira:

$$x(n) = A(n-1)x(n-1) + w(n) \quad (3)$$

$$y(n) = H(n)x(n) + v(n) \quad (4)$$

nas quais:  $x(n)$  é um vetor de estado de dimensão  $P \times 1$  de instante  $n$ ,  $A(n-1)$  é a matriz transição de estados com dimensão  $P \times P$ , que relaciona o instante atual  $n$  com os instantes passados  $n-1$ ,  $w(n)$  é um vetor de excitação de entrada da equação de estado de ordem  $P \times 1$  modelado por um ruído branco,  $y(n)$  é o vetor de observação de dimensão  $M \times 1$ ,  $H(n)$  é uma matriz variante no tempo de ordem  $M \times P$ ,  $v(n)$  é um vetor de ruído branco aditivo de dimensão  $M \times 1$ .

Admitindo os processos  $w(n)$  e  $v(n)$  como sendo ruídos brancos e independentes, as equações de correlação podem ser escritas como:

$$E[v(n)v^T(k)] = \begin{cases} R(n); & k = n \\ 0; & k \neq n \end{cases} \quad (5)$$

$$E[w(n)w^T(k)] = \begin{cases} Q(n); & k = n \\ 0; & k \neq n \end{cases} \quad (6)$$

em que:  $R(n)$  e  $Q(n)$  são elementos da diagonal das matrizes de covariâncias, respectivamente relacionadas ao ruído aditivo e ruído do processo de entrada.

O filtro de Kalman faz as estimativas de um processo utilizando uma forma de controle de realimentação: o filtro estima o estado do processo em um dado momento e, então, a realimentação é obtida na forma de uma nova medida. Como tal, segundo Brown e Hwang [2], as equações para o

filtro de Kalman são divididas em dois grupos: equações de atualização de tempo (predição) e equações de atualização da medida (correção). As equações de atualização de tempo são dadas por:

$$\hat{x}(n/n-1) = A(n-1)\hat{x}(n-1/n-1) \quad (7)$$

E as equações de atualização de medida são dadas por:

$$K(n) = P(n/n-1)H^T(n) \times [H(n)P(n/n-1)H^T(n) + R(n)]^{-1} \quad (8)$$

$$\hat{x}(n/n) = \hat{x}(n/n-1) + K(n)[y(n) - H(n)\hat{x}(n/n-1)] \quad (9)$$

$$P(n/n) = [I - K(n)H(n)]P(n/n-1) \quad (10)$$

em que:  $P(n/n)$  é a matriz erro de covariância no instante  $n$ ,  $K(n)$  é o ganho de Kalman responsável pela minimização dos elementos da diagonal de  $P(n)$  que contém os erros médio quadráticos e  $\hat{x}(n/n)$  a estimativa do sinal no instante  $n$ , dada as observações passadas de  $y(i): i=1,2,\dots,n$ .

### **B - Filtro de Kalman de Frequência Discreta (FKF)**

Seja o  $l$ -ésimo quadro definido por uma janela de análise em que  $X(k,l)$  denota o espectro complexo do sinal sem ruído  $x(n,l)$  e  $v(n,l)$  o ruído branco gaussiano. Contaminando  $x(n,l)$  com ruído branco tem-se:

$$y(n,l) = x(n,l) + v(n,l) \quad (11)$$

Reescrevendo o sinal  $y(n,l)$  em função da transformada discreta de Fourier inversa (IDFT) de  $X(k,l)$  tem-se:

$$y(n,l) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k,l) \exp\left(j2\pi \frac{kn}{N}\right) + v(n,l) \quad (12)$$

A equação 12 pode ser expandida em termos matriciais adquirindo a seguinte forma:

$$y(n,l) = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 \\ \exp\left(j2\pi\frac{n}{N}\right) \\ \vdots \\ \exp\left(j2\pi\frac{(N-1)n}{N}\right) \end{pmatrix}^T}_{F_n} \underbrace{\begin{pmatrix} X(0,l) \\ X(1,l) \\ \vdots \\ X(N-1,l) \end{pmatrix}}_{X_l} + v(n,l) \quad (13)$$

Assim, a equação 13 resulta em:

$$y(n,l) = F_n X_l + v(n,l) \quad (14)$$

em que:  $n$  representa o tempo dentro do quadro e  $l$  o número de amostras no quadro. Já  $X_l$  é o vetor que contém a base da IDFT.

Na equação 14,  $F_n$  é um vetor que possui um espectro complexo para cada elemento do quadro. Como o tempo  $n$  não tem significado, a matriz transição de estados tem valor unitário. Assim, o algoritmo de FKF é representado pelas seguintes equações [3]:

em que:  $n$  representa o tempo dentro do quadro  $l$  e  $N$  o número de amostras no quadro. Já  $F_n$  é o vetor que contém a base da IDFT.

Na equação 14,  $X_l$  é um vetor que possui um espectro complexo para cada elemento do  $l$ -ésimo quadro. Como o tempo  $n$  não tem significado, a matriz transição de estados tem valor unitário. Assim, o algoritmo de FKF é representado pelas seguintes equações [3]:

$$\mathbf{K}_{(n,l)} = \mathbf{P}_{(n-1,l)} \mathbf{F}_n^{*T} \times \left[ \mathbf{F}_n \mathbf{P}_{(n-1,l)} \mathbf{F}_n^{*T} + \mathbf{R}_{(n,l)} \right]^{-1} \quad (15)$$

$$\hat{\mathbf{X}}_{(n,l)} = \hat{\mathbf{X}}_{(n-1,l)} + \mathbf{K}_{(n,l)} \left[ y_{(n,l)} - \mathbf{F}_n \hat{\mathbf{X}}_{(n-1,l)} \right] \quad (16)$$

$$\mathbf{P}_{(n,l)} = \mathbf{P}_{(n-1,l)} - \mathbf{K}_{(n,l)} \mathbf{F}_n \mathbf{P}_{(n-1,l)} \quad (17)$$

$$\hat{\mathbf{X}}_{(0,l)} = \hat{\mathbf{S}}(e^{j\omega}) \quad (18)$$

$$\mathbf{P}_{(0,l)} = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_{(0,l)} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{R}_{(1,l)} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \mathbf{R}_{(N-1,l)} \end{pmatrix} \quad (19)$$

O algoritmo FKF é dado pelas equações 15, 16 e 17. A equação 14 traz o termo  $^{*T}$ , que representa o complexo conjugado da matriz transposta. O vetor complexo do filtro de Kalman na Frequência é dado por:

$$\hat{\mathbf{X}}_{(n,l)} = \left[ \hat{\mathbf{X}}_{(0,l)}, \hat{\mathbf{X}}_{(1,l)}, \dots, \hat{\mathbf{X}}_{(N-1,l)} \right]^T \quad (20)$$

Este é uma estimativa de  $\mathbf{X}(k,l)$  e pode ser reconstruído pela aplicação da (IDFT).

Já os valores iniciais para o filtro são obtidos pelas equações 18 e 19. Na equação 18, o valor estimado  $\hat{\mathbf{S}}(e^{j\omega})$  após a subtração espectral ou após a técnica de *wavelets* usado como condição inicial para FKF, mas ambos no domínio da Frequência.

### C - Subtração Espectral de Potência (SEP)

Dado  $|Y(e^{j\omega})|^2$  como o espectro de potência do sinal contaminado por ruído,  $|\mu(e^{j\omega})|^2$  como a média do espectro de potência do ruído avaliado em trechos de silêncio, [4], a subtração espectral de potência é dada por:

$$\left| \hat{\mathbf{S}}(e^{j\omega}) \right|^2 = \left| Y(e^{j\omega}) \right|^2 - \alpha \left| \mu(e^{j\omega}) \right|^2 \quad (21)$$

em que:  $|\hat{s}(e^{j\omega})|^2$  é uma estimativa do espectro de potência do sinal sem ruído. Já o parâmetro  $\alpha$  controla o quanto de ruído é subtraído do sinal contaminado.

Devido à natureza aleatória do ruído, a subtração espectral pode gerar valores negativos, que vão decrementar a relação sinal/ruído (SNR). Para suplantar este problema é usada uma retificação dada por:

$$|\hat{s}(e^{j\omega})|^2 = \begin{cases} |\hat{s}(e^{j\omega})|^2, & \text{se } |\hat{s}(e^{j\omega})|^2 > \beta |\mu(e^{j\omega})|^2 \\ \beta |\mu(e^{j\omega})|^2 & \text{Caso Contrário} \end{cases} \quad (22)$$

em que:  $0 \leq \beta \ll 1$  é o limite espectral mínimo. Já o parâmetro  $\alpha$  depende da SNR e pode ser calculado como [4]:

$$\alpha = \alpha_0 - \frac{3}{20} SNR \quad -5dB \leq SNR \leq 20 \quad (23)$$

em que:  $\alpha_0$  tem seu valor igual a 4 [4].

Uma vez processado, o sinal estimado no domínio do tempo é obtido utilizando-se a IDFT, juntamente com a fase do sinal contaminado por ruído, conforme mostrado abaixo:

$$\hat{x}(n) = \sum_{k=0}^{n-1} |\hat{s}(e^{j\omega})| e^{j\theta_Y(e^{j\omega})} e^{-j\omega n} \quad (24)$$

em que:  $\omega = \frac{2\pi}{N}k$  é a Frequência discreta da transformada e  $\theta_Y(e^{j\omega})$  é a fase do sinal contaminado por ruído no domínio da Frequência.

#### **D - Algoritmo de Redução de Ruído usando Wavelets.**

A Transformada *Wavelet* (TW) de um sinal  $f(t)$  é definida como [5]:

$$Wf(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi_{a,b}(t) dt \quad (25)$$

Para um sinal discreto de N pontos a integral acima pode ser aproximada por um somatório tal que:

$$Wf(a, b) = \sum_{t=0}^{N-1} f(t) \psi_{a,b}(t) \quad (26)$$

A função  $\psi_{a,b}(t)$ , chamada *wavelet*, é derivada de uma função  $\psi(t)$  através da seguinte transformação:

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (27)$$

em que: “b” representa posição ou translação da *wavelet* e “a” chamado parâmetro de escala, o qual está associado à largura da janela.

Há uma ampla gama de escolha para função  $\psi(t)$ , denominada “*wavelet* mãe”, dentre elas: *Daubechies*, *symlets*, chapéu mexicano e etc. Neste artigo, adotou-se a *coiflet* suporte 6.

O princípio básico da redução de ruído utilizando transformada *wavelet* (TW) consiste em realizar decomposições no sinal original em coeficientes de aproximação e detalhe, gerando a árvore de decomposição. Neste artigo usou-se a decomposição até o nível ( $m = 3$ ). Os coeficientes de aproximação ( $A_m$ ), trazem as informações de baixa Frequência associadas a *wavelet* adotada, no caso (*coiflet* suporte 6). Já os de detalhe ( $D_m$ ), trazem as informações de alta Frequência. Assim, a idéia básica, é escolher quais coeficientes serão mantidos para preservar a informação e, em quais coeficientes, serão aplicados um limiar, cujo objetivo é eliminar ou reduzir a intensidade do ruído. Então, a partir de observações dos coeficientes de aproximação e detalhe, nota-se que o coeficiente de detalhe 1 ( $D_1$ ), é o que possui maior intensidade de ruído. Desta forma, o limiar será aplicado diretamente neste coeficiente.

Um dos limiares utilizados na literatura é o (*Hard Thresholding*), que consiste em substituir os coeficientes menores que o limiar por zero. Neste artigo, a partir de vários testes, adotou-se o seguinte limiar:

$$D_1(n) = \begin{cases} D_1(n), & \text{se } D_1(n) \geq 0,3 \times \text{Máx}(D_1(n)) \\ 0, & \text{Caso Contrário} \end{cases} \quad (28)$$

Após o processo de corte utiliza-se a transformada de *wavelet* inversa (TWI), para obter o sinal pré-filtrado a ser utilizado como condição inicial em ambos os filtros de Kalman.

### III. RESULTADOS

Para a avaliação dos algoritmos apresentados nas seções anteriores, foram utilizados diferentes sinais de voz amostrados numa taxa de 22050 Hz com 16 bits. Estes sinais foram contaminados por ruído branco. A janela aplicada nos algoritmos é a de Hamming com 512 amostras com sobreposição espectral de 50%. No procedimento de filtragem, o sinal é primeiramente filtrado pelos algoritmos de subtração espectral ou *wavelet*, e em seguida aplicado a um dos filtros de Kalman (FKT ou FKF). As Figuras 1 e 2 representam o procedimento usado para o FKT, e as Figuras 3 e 4 o procedimento usado para o FKF.

O diagrama em blocos da Figura 1 representa a técnica de FKT combinada com subtração espectral de potência. Nesta técnica, utilizou-se um modelo AR de ordem 10 para o modelo da voz. Já para subtração espectral de potência, utilizou-se um valor fixo de  $\beta = 0,002$  e o valor de  $\alpha$ , determinado de acordo com a equação 23.

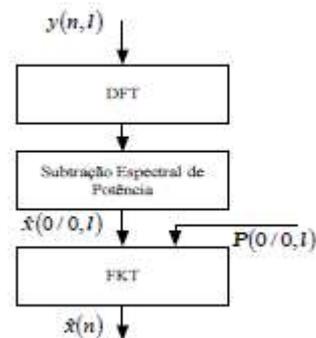


Figura 1 - FKT combinado com Subtração Espectral de Potência.

Para o diagrama em blocos da Figura 2, os parâmetros para o FKT foram os mesmos adotados no anterior. Já para o algoritmo de *wavelets* adotou-se a decomposição dos coeficientes até o nível 3 e a *wavelet* adotada, foi a *coiflet* suporte 6.

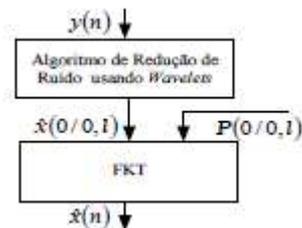


Figura 1 - FKT combinado com *wavelets*.

Já o diagrama em blocos da Figura 3, mostra o processamento envolvendo FKF combinado com subtração espectral. Os parâmetros da subtração espectral foram os mesmos adotados no diagrama da Figura 1 e a técnica FKF como descrita anteriormente.

Entretanto, o diagrama em blocos da Figura 4, mostra o processamento envolvendo FKF combinado com *wavelets*. Os parâmetros da *wavelet* foram os mesmos adotados para Figura 2. Neste, o sinal após o processamento por *wavelets* é transformado para o domínio da Frequência via DFT, e então entregue como condição inicial para FKF, que processa o sinal e devolve a estimativa do sinal sem ruído  $\hat{x}(n)$ .



Figura 2 - FKF combinado com Subtração Espectral de Potência.

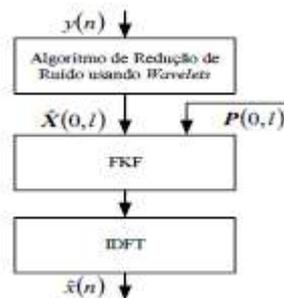


Figura 3 - FKF combinado com *wavelets*.

Para avaliar e comparar os resultados, dos algoritmos descritos acima, foram utilizadas as medidas de relação sina/ruído segmentada (SNRseg) e a distância de Itakura-Saito ( $d(a,b)$ ).

A SNRseg é uma medida mais efetiva que pode ser calculada em segmentos curtos de sinal de voz de forma a equilibrar os pesos atribuídos aos trechos de maior e menor intensidades do sinal. Esta medida é calculada utilizando a equação 29 a seguir [6]:

$$SNR_{seg} = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} 10 \log 10 \left[ \frac{\sum_{n=mj-N+1}^{mj} x^2(n)}{\sum_{n=mj-N+1}^{mj} [x(n) - \hat{x}(n)]^2} \right] \quad (29)$$

em que:  $mj$  representa o limites de cada um dos M quadros de tamanho N.

A  $SNR_{seg}$  não fornece uma medida significativa de desempenho quando dois sinais diferem em seus espectros. Entretanto, as medidas de distância são sensíveis às variações de espectro. Neste caso, a distância de Itakura-Saito fornece melhores resultados e pode ser calculada utilizando os parâmetros de predição linear (LPC) conforme abaixo [7].

$$d(a, b) = \log \left[ \frac{a R a^T}{b R b^T} \right] \quad (30)$$

em que: “a” é o vetor de coeficientes LPC do sinal original, “R” é a matriz de autocorrelação do sinal original e “b” é o vetor de coeficientes LPC do sinal estimado.

Os testes foram realizados com um total de 25 sinais de voz, os quais foram contaminados por ruído branco com relações sinal/ruído segmentada de entrada (SNRI) de 0 dB, 3 dB e 6 dB. Neste artigo em questão, só serão apresentados resultados referentes a uma palavra teste (“Elétrica”) contaminadas com ruído branco com uma SNRI de 3 dB.

No primeiro teste utilizou-se o diagrama em blocos da Figura 1. Neste teste o sinal de voz foi contaminado com ruído branco, obtendo uma SNRI de 3 dB. O sinal sem ruído, o sinal contaminado e o sinal após o processamento pode ser vistos nas Figuras 5, 6 e 7.

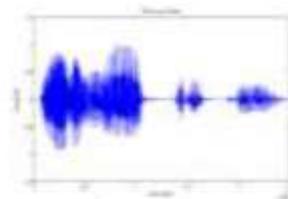


Figura 5 - Sinal sem ruído da palavra elétrica

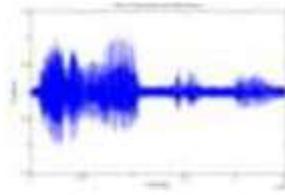


Figura 6 - Sinal contaminado por ruído branco

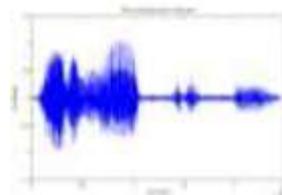


Figura 7 - Sinal após a filtragem usando FKT combinado com subtração espectral de potência.

Analisando a Figura 7 em relação a Figura 6, percebe-se uma considerável redução de ruído principalmente em instantes de silêncio. Este processamento resultou em uma relação sinal/ruído segmentada de saída (SNRO) de 8 dB e uma distorção espectral medida pela distância de Itakura-Saito de 0,3250.

Um outro parâmetro utilizado também para avaliar os resultados oriundos do processamento é o espectrograma. O espectrograma é um gráfico bidimensional no qual a posição vertical corresponde à Frequência e a posição horizontal ao tempo. Assim, a cor padrão particular nos espectrogramas é indicativa da energia de sinal nesse padrão. O código de cores (em energia decrescente) é o seguinte: vermelho é o mais alto, seguido do amarelo e depois do azul. As Figuras 8, 9 e 10 correspondem aos espectrogramas do sinal sem ruído, sinal contaminado e sinal estimado.

Conforme análise dos três espectrogramas percebe-se na Figura 10 que nas altas Frequências (entre 2000 e 3000 Hz) a intensidade do sinal foi ressaltada pelo algoritmo de filtragem se comparado com o espectrograma da Figura 9. Pode-se perceber também que apesar de uma redução da intensidade do ruído, um ruído residual permanece.

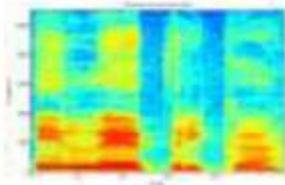


Figura 8 - Espectrograma do sinal sem ruído da palavra elétrica.

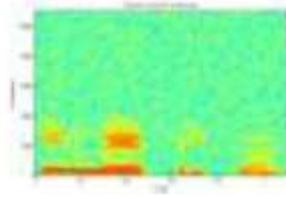


Figura 9 - Espectro do sinal contaminado com ruído branco.

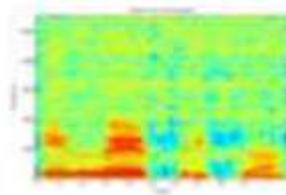


Figura 10 - Espectrograma do sinal após o processamento do algoritmo FKT combinado com subtração espectral de potência.

Apesar deste algoritmo apresentar uma redução de ruído considerável, após o processamento, surge um fenômeno conhecido como ruído musical causado pela subtração espectral. Este por sua vez, permanece no sinal reconstruído e sua eliminação é quase impossível.

O segundo teste utilizou o algoritmo de FKT combinado com *wavelet* cujo diagrama em blocos é mostrado na Figura 2. Neste processamento a palavra elétrica também foi contaminada por ruído branco obtendo uma SNRI de 3 dB. A Figura 11, mostra a forma de onda do sinal após a filtragem.

Comparando a Figura 11 com a Figura 6, percebe-se nos instantes de silêncio uma redução de ruído considerável. Para este teste a SNRO foi de 10 dB e a distância de Itakura-Saito de 0,3289. Comparando este teste com o primeiro percebe-se que a distorção espectral envolvida é um pouco maior, porém a SNRO é maior em 2 dB. Para este teste, também analisou-se os espectrogramas. A Figura 12 mostra o espectrograma do sinal filtrado.

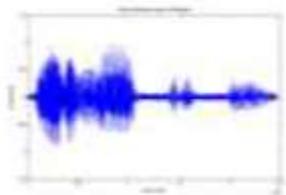


Figura 4 - Sinal estimado após o processamento de FKT combinado com *wavelet*.

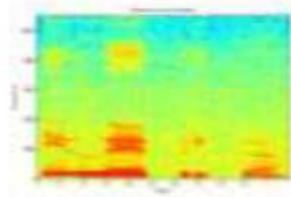


Figura 5 - Espectrograma do sinal estimado após o processamento usando FKT combinado com *wavelet*.

Pela análise do espectrograma da Figura 12 percebe-se que as Frequências entre (2000 e 3000 Hz) foi ressaltada quando comparado com o espectrograma da Figura 9. Mas ainda assim, permanece um ruído residual no sinal.

Já no terceiro teste, utilizou-se o algoritmo de FKF combinado com subtração espectral. Neste teste a palavra elétrica foi contaminada com ruído branco que resultou em uma SNRI de 3 dB. A Figura 13, mostra o sinal filtrado.

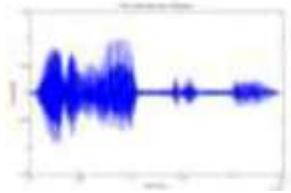


Figura 6 - Sinal filtrado pelo algoritmo de FKF combinado com subtração espectral de potência.

Neste teste obteve-se uma SNRO de 8 dB como o primeiro teste. Entretanto, a distância de Itakura-Saito teve seu valor igual a 0,3782 mostrando ser menos eficiente em relação à distorção do primeiro e do segundo teste.

O espectrograma do sinal filtrado neste teste é mostrado na Figura 14.

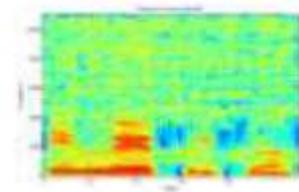


Figura 14 - Espectrograma após a filtragem por FKF combinado com subtração espectral.

Pela análise do espectrograma da Figura 14, percebe-se que as Frequências entre (2000 e 3000 Hz) foi ressaltada quando comparado com o espectrograma da Figura 9. Mas ainda assim, permanece um ruído residual no sinal e o fenômeno conhecido como ruído musical.

No quarto teste utilizou-se o algoritmo de FKF combinado com *wavelet*. Neste teste a palavra teste foi contaminada com ruído branco que resultou uma SNRI de 3 dB. A Figura 15 mostra o sinal filtrado.

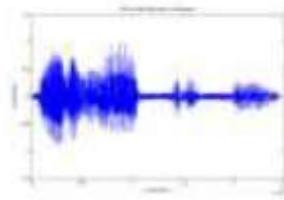


Figura 15 - Sinal após a filtragem por FKF combinado com *wavelet*.

Observando a forma de onda da Figura 15 em relação à Figura 6, percebe-se a redução de ruído envolvida. Este teste resultou em uma SNRO de 10 dB. Já a distância de Itakura-Saito foi de 0,3401. Assim, ele apresenta resultados melhores em relação à SNRO do que os testes 1 e 3. Já o espectrograma do sinal filtrado pode ser visto na Figura 16.

Analisando o espectrograma da Figura 16 percebe-se que o algoritmo de filtragem realçou bem as frequências entre (2000 e 3000 Hz) quando comparado com o espectrograma do sinal contaminado da Figura 9. Mas também verifica-se a presença de um ruído residual.

Para verificar qual das técnicas apresentadas acima provoca menor distorção na reconstrução do sinal, é mostrado na Figura 17, um gráfico que relaciona a distância de Itakura-Saito com relação à SNRI para a palavra usada como teste neste artigo.

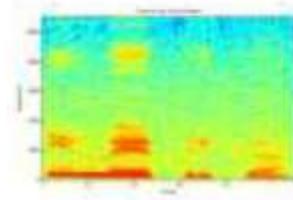


Figura 16 - Espectrograma do sinal filtrado pelo algoritmo FKF combinado com *wavelet*.

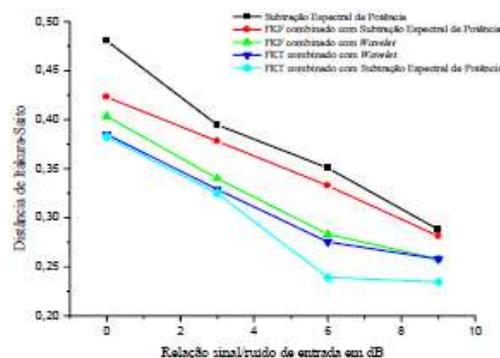


Figura 17 - Distância de Itakura-Saito em função da relação sinal/ruído de entrada (SNRI).

#### IV. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o estudo e a implementação dos algoritmos de Kalman no tempo e Frequência discretos os quais usaram como condição inicial, a técnica de subtração espectral de potência ou a técnica de *wavelet*. A comprovação da eficiência destas técnicas, utilizaram as medidas de distância de Itakura-Saito e Relação sinal/ruído segmentada. Após testes realizados conclui-se que a técnica FKT quando combinada com subtração espectral ou *wavelet* apresenta melhores resultados na reconstrução do sinal contaminado por ruído em relação as outras técnicas descritas neste artigo.

## V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. E. Kalman, *A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems*, Transaction of the ASME-Journal of Basic Engineering, pp. 35-45, March 1960.
- [2] R. G. Brown and P. Y. C. Hwang, *Introduction Random Signals and Applied Kalman Filtering*, John Wiley & Sons, Inc, 1997.
- [3] M. Fujimoto and Y. Ariki, *Noisy Speech Recognition Using noise reduction method based on Kalman Filter*, IEEE Proceedings of the International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing, ICASSP'00, Vol. 3, pp. 1727-1730.
- [4] M. Berouti, R. Schwartz and J. Makhoul, *Enhancement of speech corrupted by acoustic noise*, Proc. IEEE Int. conf. Acoust., Speech, Signal Process., pp. 208-211, Apr. 1979.
- [5] Misiti, M; Misiti, Y; Oppenheim, G.; Poggi, J. M; *Wavelet Toolbox User'S Guide*, The Mathworks: Natick, 1996.
- [6] J. R Deller, J. G. Proakis and J. H. L. Hansen,, *Discrete-Time Processing of Speech Signals*, Prentice Hall, 1993.
- [7] L. R. Rabiner. and R. W.Schafer, *Digital processing of speech signals*, Prentice- Hall, 1978.



## Capítulo 3



10.37423/220105233

# APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO SITUACIONAL NO DESABASTECIMENTO DE MEDICAMENTOS DE UMA FARMÁCIA MUNICIPAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA

*JOSIMAR MOREIRA FERREIRA*

*Secretaria Municipal da Saúde, Doverlândia,  
Goiás, Brasil*

*Leila Abou Salha*

*Faculdade de Farmácia, Universidade  
Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.*



**Resumo:** Estratégias e ferramentas para aprimorar a gestão e proporcionar uma avaliação descentralizada da realidade do serviço exigem a elaboração de um plano operativo para a integração da teoria com a prática da realidade local, proporcionando uma intervenção qualificada, embasada no planejamento estratégico situacional. O relato de experiência teve o objetivo de descrever a aplicação do planejamento estratégico situacional (PES), na farmácia de uma unidade básica de saúde. O trabalho foi realizado entre julho de 2014 e fevereiro de 2015, com a coparticipação dos atores do serviço foi realizada a análise situacional da unidade abordando a área de gestão, política e serviços, e proposta a reflexão sobre os problemas, suas causas e consequências. Foi possível identificar que o uso de ferramentas flexíveis como o PES, para avaliação dos problemas nos serviços de saúde é uma evolução importante para a saúde pública. Contudo, é imprescindível a adesão e monitoramento das ações e operações propostas, bem como, a avaliação dos resultados obtidos, para que se fortaleça o processo de gestão institucional.

**Palavras-chave:** Gestão. Assistência Farmacêutica. Perda de medicamentos.

### 1.1.1 INTRODUÇÃO

O curso de especialização em gestão da assistência farmacêutica é uma proposta da Universidade Federal de Santa Catarina em parceria com diversas Instituições de Ensino Superior do país incentivado pelo Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos do Ministério da Saúde (DAF/SCTIE). O objetivo da proposta é difundir conhecimentos e proporcionar a qualificação do farmacêutico para atuar na gestão de políticas e serviços de saúde<sup>1</sup>.

O curso apresenta estratégias e ferramentas para aprimorar a gestão e proporcionar uma avaliação descentralizada da realidade do serviço, exigindo a elaboração de um plano operativo, para a integração da teoria com a prática da realidade local, proporcionando uma intervenção qualificada, embasada no Planejamento Estratégico Situacional (PES).

A experiência relatada do PES ocorreu no município onde sou responsável técnico pela farmácia básica, em parceria com atores de outros departamentos da gestão municipal.

Trata-se de um município de pequeno porte, localizado na região sudoeste do estado de Goiás, com aproximadamente 8.000 habitantes. A sua rede de saúde municipal é composta por um hospital municipal, um laboratório municipal e um centro de saúde que abriga três equipes de Estratégia de Saúde da Família (ESF) e a farmácia da unidade básica de saúde. A estrutura da farmácia é parcialmente adequada, à área de dispensação é refrigerada e o paciente recebe o atendimento sentado, o déficit é no espaço insuficiente para o armazenamento de medicamento e a carência de sistema informatizado para registro do atendimento e controle de estoque.

A equipe da farmácia da unidade é formada por uma auxiliar de farmácia, que é responsável pelo preenchimento de planilhas de controle de estoque, anotações de dispensação e arquivamento de mapa de produção diária, e por um farmacêutico, que supervisiona o trabalho da auxiliar, sendo também responsável pela dispensação de medicamentos, orientação de pacientes, monitoramento da variação de temperatura e umidade ambiente, avaliação da integridade e validade dos medicamentos, controle de estoque, produção de relatórios para superintendência de vigilância em saúde (SUVISA) e para à regional de saúde.

A farmácia básica atende a população do município disponibilizando medicamentos essenciais para o atendimento primário, selecionados de acordo com a Relação Nacional de Medicamentos Essenciais (RENAME), contemplando o programa *hiperdia*, saúde da mulher, saúde mental, medicamentos

sujeitos ao controle especial, medicamentos para doenças endêmicas e outros agravos à saúde humana.

Nesta realidade, com a aplicação do planejamento estratégico situacional (PES), consolidado por meio do plano operativo (PO), o problema priorizado foi à falta de medicamento na farmácia da unidade básica de saúde.

A elaboração do Plano Operativo (PO) foi centrada no problema do desabastecimento constante na farmácia da unidade básica de saúde, abordando-o, no âmbito social, político e econômico. Identificou-se as causas do problema, traçando estratégias e estabelecendo ações para solucioná-las. Ao passo de cada momento elaborado, o plano operativo foi analisado e reavaliado sobre a ótica de viabilidade, mantendo um processo sistemático de análise, tendo sido aprimorado, apresentando uma série de procedimentos e articulações, para possibilitar a sua execução<sup>2</sup>.

### 1.1.2 METODOLOGIA

A pesquisa de natureza qualitativa e exploratória realizada no formato de relato de experiência aborda a reflexão e descrição das experiências vividas em um determinado período, e as ideias associadas às atividades ocorridas<sup>3</sup>.

O presente trabalho consiste no relato de experiência da participação no curso de especialização em gestão da assistência farmacêutica e a construção do plano operativo (PO) para o problema do desabastecimento da farmácia básica analisada. Os dados coletados e o desenvolvimento do plano operativo se deram entre julho de 2014 a fevereiro de 2015, a elaboração do PO foi previamente autorizada pela secretária municipal de saúde.

A coleta de dados foi realizada utilizando entrevistas e anotações realizadas nas oficinas com os atores do processo.

O PO foi desenvolvido seguindo os quatro momentos do PES: momento explicativo, normativo, estratégico e tático-operacional.

O PO teve início com a definição da “farmácia básica da unidade de saúde do município” como foco de atuação e com a identificação dos atores importantes para à elaboração de uma oficina, de identificação dos problemas do foco em questão. Estes atores foram convidados a participar da oficina, por meio de um convite formal, entregue individualmente numa visita pré-agendada.

Os critérios utilizados para a priorização foram magnitude, transcendência, vulnerabilidade, urgência e factibilidade. Cada critério foi pontuado de zero (0) a quatro (4) individualmente pelos atores, atribuindo à pontuação de acordo com a análise do ator sobre o problema. Após a atribuição dos pontos, os problemas foram escritos em um slide na forma de tabela (Tabela 1) e apresentado usando o equipamento de projeção, os participantes ditaram suas notas, as quais foram transcritas para o slide, em seguida realizou-se a somatória dos pontos, para a classificação dos problemas elencados. Ao final da soma, observou-se que dois problemas apresentaram notas idênticas, gerando um debate entre os atores, sobre a relação destes problemas, onde identificou-se que o problema “Demora nos processos licitatórios de produtos para saúde” se encaixava como causa do outro. Elegemos como problema prioritário a “Falta de Medicamento na farmácia da unidade básica de saúde”.

Tabela 1 - Matriz de priorização de problemas

PROBLEMA	Magnitude	Transcendência	Vulnerabilidade	Urgência	Factibilidade	Total
	Tamanho	Interesse	Reversão	Espera	Recursos	
1. <i>Falta de Medicamento na farmácia da unidade básica de saúde</i>	4+3+4+3	3+4+3+2	3+4+4+3	4+4+4+2	3+4+4+2	67
2. <i>Espaço físico insuficiente para estoque na Farmácia da unidade básica de saúde</i>	3+3+2+1	1+4+1+2	3+4+4+1	3+2+4+1	3+1+1+1	45
3. <i>Falta de estruturação da Assistência Farmacêutica</i>	4+3+4+2	2+3+4+2	3+4+4+2	3+3+4+1	2+1+3+2	56
4. <i>Demora nos processos licitatórios de produtos para saúde</i>	4+4+4+3	3+4+3+2	2+4+4+3	4+4+4+2	3+4+4+2	67

Fonte: Dados da pesquisa

Com o problema priorizado, partimos para a fase de identificação dos descritores, que se refere às evidências que caracterizam a situação priorizada como um problema. Este momento foi realizado em discussão aberta com os integrantes da oficina, a definição dos descritores foi à etapa mais confusa do plano operativo (PO), exigindo a releitura dos conceitos de construção do fluxograma situacional, para possibilitar uma melhor compreensão do conceito de descritores, o que permitiu esclarecer as

dúvidas e resolver as divergências, levantadas entre os atores no momento da discussão dos descritores<sup>4,5</sup>.

Após a definição dos descritores, realizamos o levantamento das causas e efeitos, este momento foi realizado durante a oficina, onde os atores refletiram sobre as causas que originaram o problema priorizado, a cada causa identificada discutia-se a sua correlação com os descritores e as demais causas. Ao se esgotar as causas, discutimos as consequências geradas pelo problema, utilizando o mesmo princípio de correlação aplicado na identificação das causas. Durante as discussões observou-se que o problema descrito inicialmente como “falta de medicamentos na unidade de saúde”, não referenciava diretamente a farmácia, resultando na necessidade de reescrever o problema como “falta de medicamento na farmácia da unidade básica de saúde” direcionando-o para farmácia básica da unidade. Posteriormente estabelecemos o fluxo das causas e consequências formando a rede explicativa, com a rede estabelecida realizamos uma revisão na explicação do problema, no intuito de identificar a causa e a consequência convergente. Após a etapa de revisão, a rede explicativa foi consolidada com o uso do diagrama de causa e efeitos (Figura 1).

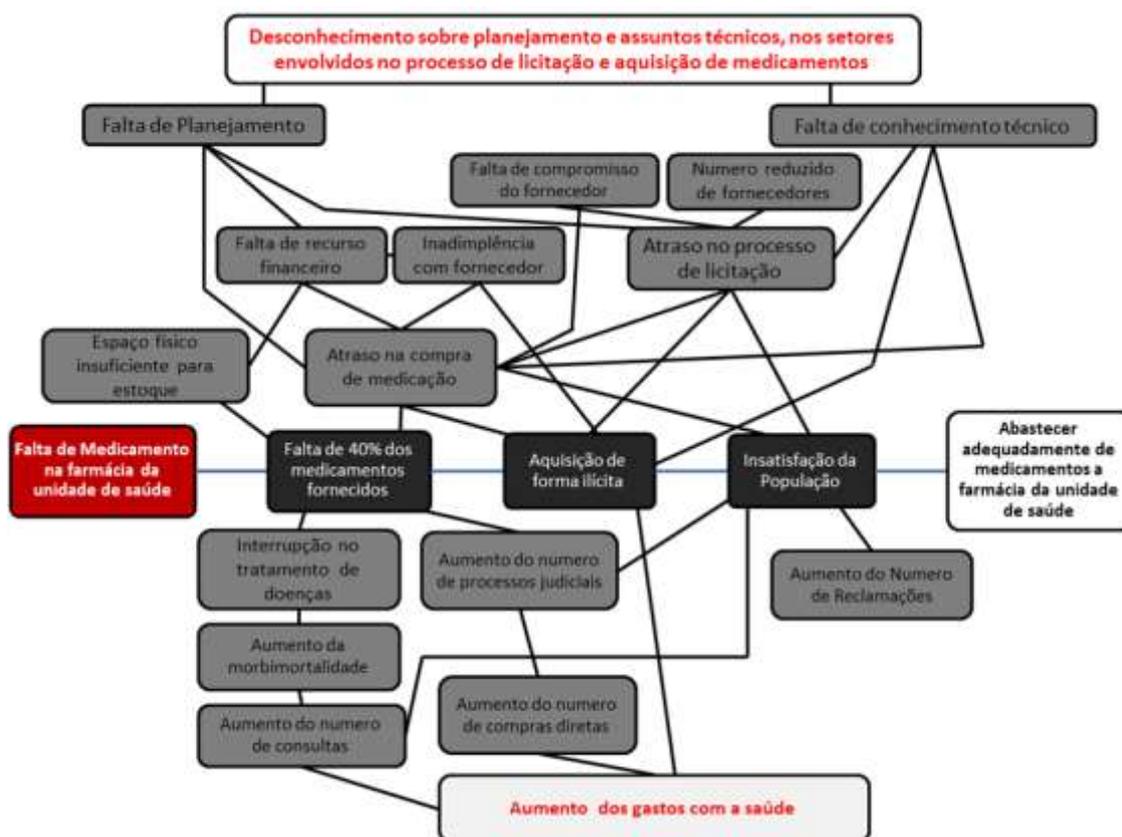


Figura 1 – Diagrama de causa e efeito

Fonte: Dados da pesquisa.

No momento normativo, a partir da causa convergente “Desconhecimento sobre planejamento e assuntos técnicos, nos setores envolvidos no processo de licitação e aquisição de medicamentos”, e da consequência convergente “Aumento dos gastos com a saúde”, identificada na rede explicativa, definiu-se como objetivo geral do PO “otimizar o planejamento da gestão, promovendo a qualificação profissional, reduzindo gastos desnecessários e abastecendo adequadamente de medicamentos a farmácia da unidade de saúde”. Para a elaboração da matriz normativa, foi criado um esboço de objetivos específicos com base nas causas e consequências secundárias, este esboço, foi discutido em uma visita individual com os atores, visto que, estes não dispunham de tempo hábil para uma nova oficina. Nesta visita, foram discutidas as operações e ações possíveis para se atingir os objetivos específicos. A cada visita, o esboço era enriquecido e discutido com o próximo ator. Todos os atores que participaram da primeira oficina foram visitados para a elaboração da matriz normativa.

Com as operações e ações estabelecidas, partiu-se para o momento estratégico, etapa onde se analisa a viabilidade e factibilidade do plano operativo, por meio da construção da matriz estratégica. Esta elaboração foi realizada de maneira individual, utilizando o material didático disponibilizado pelo curso de gestão da assistência farmacêutica como conteúdo de apoio, para elucidar as dúvidas<sup>5</sup>.

Por meio de uma análise crítica do plano operativo, foram identificados os recursos existentes e os necessários para a execução das ações, traçando medidas estratégicas para superar os déficits das ações e sensibilizar os atores envolvidos nas operações e ações. A matriz do momento estratégico foi traçada no intuito de se atingir os objetivos, almejando alcançar a imagem-objeto proposta no diagrama de causa e efeito.

Após o detalhamento dos momentos explicativo, normativo e estratégico, partiu-se para a fase final do plano operativo o momento tático-operacional, onde foram estabelecidos os indicadores de monitoramento e avaliação, para o acompanhamento da execução do plano operativo. Esta etapa foi elaborada de maneira individual, partindo do princípio dinâmico do plano operativo<sup>4;6</sup>, todas as matrizes produzidas foram revisadas, alguns objetivos específicos e ações, foram acrescentados ao plano operativo. Posteriormente à revisão, os protocolos de indicadores foram definidos, com este delineamento foi realizado uma análise organizacional para identificar os atores e parceiros, necessários à execução das operações, do mesmo modo, foi realizado um levantamento dos recursos financeiros estimados para o cumprimento do plano operativo.

após a finalização do plano operativo (PO), foi realizado um levantamento na base de dados da *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), com as palavras chaves “planejamento estratégico situacional, desabastecimento de medicamentos, falta de medicamentos, assistência farmacêutica e licitação”, das publicações encontradas foram selecionadas as que apresentavam relação com o tema do plano operativo. Os dados produzidos e os estudos selecionados foram analisados e tratados, com a finalidade de elaborar um artigo para o trabalho de conclusão de curso (TCC), da especialização de gestão da assistência farmacêutica da Universidade Federal de Santa Catarina em parceria com o ministério da saúde.

### 1.1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A oficina demonstrou-se uma ferramenta importante para gestão, proporcionando uma integração multiprofissional na análise da situação da farmácia básica da unidade de saúde municipal, elencando alguns problemas que acometia a farmácia. Empregando os conceitos de Calos Matus, realizou-se a priorização do problema, definindo a “Falta de Medicamento na farmácia da unidade básica de saúde” como problema prioritário <sup>6;7</sup>.

O problema de disponibilidade de medicamentos identificado no município, no momento da priorização converge com a realidade da atenção básica nacional <sup>8</sup>.

A falta de medicamentos na rede pública é um problema complexo, e para problemas deste porte é necessário o uso de metodologias flexíveis que permite uma visão ampla da situação, como o planejamento estratégico situacional. Trata-se de uma ferramenta desenvolvida pelo economista Carlos Matus que aborda a área de negociação, gestão, política e de coparticipação dos atores, a qual busca por meio da análise situacional, identificar a causa do problema para resolvê-lo, evitando o desperdício de tempo combatendo os sintomas que obviamente não soluciona o problema <sup>2;6</sup>.

A elaboração do plano operativo foi subdividida em fases e momentos, mas, esta subdivisão é puramente teórica, na prática o desenvolvimento do plano operativo é flexível, o que exigiu a revisão das etapas anteriores em diversos momentos. Tal revisão mostra-se necessária a evolução do plano operativo, e resultam no aprimoramento dos objetivos, operações, ações e estratégias elaboradas para se alcançar a imagem-objeto <sup>9;10</sup>.

O desenvolvimento do plano operativo contou com atores importantes na sua elaboração como o coordenador do departamento de compras, o qual é membro permanente da comissão de licitação da gestão vigente, que expôs, no decorrer da oficina, os trâmites burocráticos e os setores envolvidos

no processo licitatório e esclareceu que a falta de conhecimento técnico sobre a licitação é um dos fatores responsáveis pelos atrasos, bem como as irregularidades das licitações que contribui com o aumento de gastos da saúde, o que denota uma consonância com outros estudos como Dias et al. em 2013<sup>11</sup>. O diretor administrativo do hospital municipal foi outro ator que contribuiu com o plano operativo, sua presença possibilitou uma análise sobre a ótica administrativa com foco econômico e financeiro, demonstrando sempre o interesse na redução dos gastos. As discussões também contaram com a participação do farmacêutico do hospital municipal e com a minha presença, como mediador da oficina e farmacêutico da unidade básica de saúde, onde demonstramos apreensões semelhantes, como a falta de estruturação da assistência farmacêutica, espaços insuficientes para estoque de medicamentos, carência de sistema de registro e controle de estoque e déficit no planejamento. Ambas as preocupações influenciam direta e indiretamente na disponibilidade de medicamentos, o que condiz com fatos evidenciados nos estudos de Barreto e Guimaraes (2010)<sup>12</sup> e Guerra Jr et al. (2004)<sup>13</sup>.

A construção do plano operativo instiga nos atores à reflexão sobre o planejamento e ações da gestão, e proporciona um dialogo entre os diversos setores da gestão pública municipal, primordial para sobrepujar os empecilhos que dificultam o acesso aos medicamentos e aos serviços de saúde.

Os resultados almejados com o plano operativo (PO) são condicionados a dedicação e empenho dos atores, e sua aplicação e execução podem ser mensurado através dos protocolos de indicadores e avaliação (Quadro 1). A sensibilização dos atores e gestores quanto à adesão ao PO é o momento mais delicado do planejamento, pois, uma abordagem equivocada e sem embasamento pode comprometer à anuência ao planejamento.

Tabela 2 – Protocolo de indicadores e avaliação

<b>Operação</b>	<b>Indicador</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Periodicidade de coleta</b>	<b>Fonte de verificação</b>
Criar um fluxograma do processo de licitação e aquisição de medicamentos	Existência do fluxograma	Não se aplica	Anual	Cópia do fluxograma
Capacitar os atores envolvidos no processo de licitação e aquisição de medicamentos	Numero de atores capacitados	Numero de atores que participaram dos treinamentos no período de 6 meses x 100 / Total de atores convidados	Semestral	Lista de frequência de treinamento

Criar um cronograma de educação continuada para os atores envolvidos no processo de licitação e aquisição de medicamentos	Existência do cronograma	Não se aplica	Semestral	Cópia do cronograma
Capacitar os profissionais do departamento de licitação e demais profissionais envolvidos no processo de licitação e aquisição	Numero de atores capacitados	Numero de atores que participaram dos treinamentos no período de 6 meses x 100 / Total de atores convidados	Semestral	Lista de frequência de treinamento
Aderir ao fluxograma	Condição de adesão ao fluxograma	Aderido Integralmente / Aderido Parcialmente / Não Aderido	Anual	Relatório de acompanhamento
Elaborar um projeto para ampliação do espaço físico do estoque da farmácia	Existência do projeto	Não se aplica	Semestral	Cópia do projeto
Estabelecer parceria com a ouvidoria do município	Existência da parceria	Não se aplica	Semestral	Cópia da ata de reunião
Monitorar o índice de satisfação da população em relação à saúde pública do município	Índice de satisfação	Numero de usuários que consideram a saúde pública municipal satisfatória x 100 / Total de informantes	Anual	Relatório da ouvidoria do município
Propor melhorias a rede de saúde do município, a fim de aprimorar os serviços prestados	Existência de propostas de melhorias	Não se aplica	Semestral	Cópia das propostas / Ata da reunião

Fonte: Dados da pesquisa.

A aplicação do plano operativo (PO) no município foi programada para o processo licitatório do ano seguinte, considerando que processo de licitação do ano vigente estava em etapa de finalização, o que inviabilizou a execução e avaliação das ações propostas no período do estudo.

#### 1.1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de ferramentas como o planejamento estratégico situacional (PES), denota uma evolução dos sistemas de saúde, pois mostra a importância de se discutir os problemas da saúde em âmbito coletivo, abrindo espaço para discussão no campo político e gerencial, não se limitando a condutas técnicas-operacionais.

A análise situacional multiprofissional enriquece as discussões e disponibiliza um direcionamento adequado para os gestores, traçando estratégias embasadas nas falhas e déficit da gestão aumentando a expectativa de resolubilidade dos problemas. Contudo, é imprescindível a adesão ao

plano operativo proposto e o devido monitoramento das ações, além da avaliação dos resultados obtidos, pois a não adesão ao PO inutiliza todo o planejamento realizado.

Considerando que o plano operativo elaborado no decorrer do trabalho, tem como principal foco corrigir as falhas no processo licitatório dos medicamentos do município, a adesão ao plano tornou-se condicional a próxima licitação de medicamento municipal, o que tornará possível a avaliação da execução e dos resultados do PO.

A experiência com a realização deste trabalho na farmácia do município abre novas perspectivas sobre a aplicação do planejamento estratégico situacional na resolução de problemas em outros setores da gestão, principalmente no âmbito da assistência farmacêutica.

### 1.1.5. REFERÊNCIAS

1. Universidade Federal de Santa Catarina. Gestão da Assistência Farmacêutica – Especialização à distância. Sobre o Curso. Apresenta informações sobre criação e amadurecimento do curso. Disponível em: <<https://unasus.ufsc.br/gestaofarmacaceutica/sobre/>>. Acesso em 02 julho 2015.
2. Rieg DL, Scramim FCL, Raimundo DO, Zau VC, Calazans WR. Aplicação de procedimentos do planejamento estratégico situacional (PES) para estruturação de problemas no âmbito empresarial: estudos de casos múltiplos. Gest. Prod., São Carlos, v. 21, n. 2, jun. 2014.
3. BIREME/OPAS/OMS. Relato de Experiência. BIREME define metodologia para "Relato de Experiências". Disponível em:  
<[http://www.paho.org/bireme/index.php?option=com\\_content&view=article&id=156%3A-bireme-define-metodologia-para-relato-de-experiencias&catid=15%3Aops-wdc&Itemid=73&lang=pt](http://www.paho.org/bireme/index.php?option=com_content&view=article&id=156%3A-bireme-define-metodologia-para-relato-de-experiencias&catid=15%3Aops-wdc&Itemid=73&lang=pt)>  
Acesso em 05 junho 2015.
4. Iida I. Planejamento estratégico situacional. Prod., São Paulo, v. 3, n. 2, dez. 1993. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65131993000200004&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65131993000200004&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 01 julho 2015.
5. Lacerda JT, Veber AP, Colussi CF, Barreto JL, Calvo MCM. Gestão da assistência farmacêutica. Educação à distância. Eixo 2: Serviços farmacêuticos, módulo transversal: Gestão da assistência farmacêutica. Unidade 2. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde: UFSC, 2013.
6. Artmann E. O Planejamento estratégico no nível local: um instrumento a favor da visão multissetorial. Rio de Janeiro: Oficina Social, 2000. p. 1-24. Disponível em: <<http://www5.ensp.fiocruz.br/biblioteca/dados/OPESNIVELOCALJavier.rtf>>. Acesso em 22 julho 2015.
7. Santana RS, Lobo IMF, Penaforte TR, Leite SN, Silva WB. A institucionalização da seleção de medicamentos em hospitais públicos por meio do planejamento estratégico situacional. Rev. Adm. Pública, Rio de Janeiro, v. 48, n. 6, dez. 2014
8. Mendes LV, Campos MR, Chaves GC, Silva RM, Freitas PS, Costa KS, Luiza VL. Disponibilidade de medicamentos nas unidades básicas de saúde e fatores relacionados: uma abordagem transversal. Saúde debate, Rio de Janeiro, v. 38, n. spe, p. 109-123, out. 2014.
9. Giacomoni J, Pagnussat JL. Planejamento e orçamento governamental. Coletânea, volume 1. Brasília: ENAP, p. 141-142, 2006.
10. Teixeira CF. Planejamento em saúde: conceitos, métodos e experiências. Salvador: EDUFBA, 2010. 161 p.
11. Dias LNS, Pereira JM, Farias MRS, Pamplona VMS. Fatores associados ao desperdício de recursos da saúde repassados pela união aos municípios auditados pela Controladoria Geral da União. Rev. contab. finanç., São Paulo, v. 24, n. 63, p. 206-218, dez. 2013.
12. Barreto JL, Guimaraes MCL. Avaliação da gestão descentralizada da assistência farmacêutica básica em municípios baianos, Brasil. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 26, n. 6, p. 1207-1220, Jun 2010.

13. Guerra Jr AA, Acúrcio F de A, Gomes CAP, Miralles M, Girardi SN, Werneck GAF, et al. Disponibilidade de medicamentos essenciais em duas regiões de Minas Gerais, Brasil. Rev Panam Salud Publica. 2004; 15(3):168–75

# Capítulo 4



10.37423/220105234

## FERRAMENTAS E AÇÕES PARTICIPATIVAS QUE CONTRIBUEM PARA A REDUÇÃO DA EVASÃO E RETENÇÃO UNIVERSITÁRIA

*Alison Fernando Jeronymo Eduardo*

*Universidade Federal do Pampa*

*Victoria Dornelles Godinho*

*Universidade Federal do Pampa*

*Vinicius Piccin Dalbianco*

*Universidade Federal do Pampa*

*Pedro Emanuel Peres Diani*

*Universidade Federal do Pampa*



**Resumo:** As ferramentas e ações participativas que foram desenvolvidas pelo Projeto de Extensão Universidade e Comunidade: do acesso à permanência no curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia na UNIPAMPA campus Itaqui no ano de 2019. As ações realizadas visa mapear o que que leva os estudantes a optar pelo curso ou por que decidiram estudar em uma Universidade Federal entre outras ações desenvolvidas pelo projeto com o sentido de colaborar para redução da evasão universitária.

**Palavras-chave:** Bacharelado Interdisciplinar; Universitária; Evasão.

## INTRODUÇÃO

A Universidade é uma instituição social como tal exprime de maneira determinada a estrutura e o modo de funcionamento da sociedade como um todo CHAUÌ(2003). De acordo com Barreto (2007), o Brasil, como todo o mundo, está hoje diante de um grande desafio: como tornar seu sistema educacional, particularmente suas universidades, sintonizadas continuamente com um mundo em mutação constante, e proporcionar a parcelas cada vez maiores da população sua inclusão em um sistema universitário de relevância e qualidade?

Segundo Rollember (2005), ao longo dos séculos a Universidade passou a assumir papéis sociais cada vez mais marcantes indo além da produção de conhecimento, a democratização do ensino superior no Brasil também trouxe a tona as múltiplas motivações que levam o estudante a ingressar na Universidade Federal, o que gera um estado de confusão nos indivíduos ao escolher um cursar o ensino superior, as questões são diversas para a tomada de decisão dos mesmos, como: adquirir conhecimento, crescimento pessoal, conquistar um bom emprego, ensino gratuito, independência, conhecer culturas através de outros lugares, ocupação do tempo livre, pressão familiar e status.

Segundo Freire (1987), ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção, onde esta metodologia pode favorecer o docente na tarefa de mediar o estudante no processo da construção do próprio conhecimento sendo um processo de troca entre ambos, o que acaba por nortear o estudante a desenvolver e exercitar o raciocínio interdisciplinar para resolução de problemas complexos do cotidiano. Neste sentido, o projeto de extensão Universidade e Comunidade: do acesso à permanência tem por propósito trabalhar com estudantes ingressantes no curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal do Pampa, no campus Itaqui, onde o respectivo projeto tem por missão ajudar os estudantes na inclusão dos mesmos no universo acadêmico através de dois componentes que se tornaram os objetivos centrais do projeto que são: Contribuir para ampliar o conhecimento da comunidade de Itaqui RS sobre as práticas exercidas dentro da universidade com ênfase nas atividades de extensão e Colaborar com o aprendizado na UNIPAMPA – Itaqui, através de atividades internas de extensão como minicursos, palestras, oficinas etc. Ao serem cumpridos os objetivos propostos neste projeto, espera-se alcançar uma melhoria dos saberes referentes a esfera científica por parte da comunidade da região, para que quando adentrarem no meio acadêmico universitário estejam conscientes das suas oportunidades e dificuldades a serem enfrentadas, para fim de obterem vossos méritos. O presente trabalho busca analisar as dificuldades e desafios dos ingressantes no

Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia e as medidas possíveis para superá-las, buscando reduzir o processo de evasão e retenção, a fim de trabalhar várias questões como: A melhoria dos conhecimentos da comunidade com foco no meio acadêmico; o aprimoramento sobre as produções científicas dos estudantes e reflexões com ações de extensão desenvolvidas no meio acadêmico; artigos e documentos sobre as ações de pesquisa, ensino e extensão realizadas pelo projeto; o atendimento especializado para esclarecer dúvidas da comunidade, referente às temáticas sociais e científicas acadêmicas elaboradas na Universidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho busca analisar as dificuldades e desafios dos estudantes do bacharelado interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pesquisas referentes a estes estudantes no sentido de contribuir para a construção de metodologias que auxilia no processo de ensino e aprendizagem no respectivo curso.

O tipo de pesquisa utilizada para esse trabalho foi a pesquisa exploratória, a qual é definida como: “A pesquisa exploratória visa constatar algo, buscar mais informações sobre determinado tema. Segundo Gil (2009, p. 41) tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Com relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa utilizou a pesquisa ação, a qual é realizada através da cooperação entre os pesquisadores e os pesquisados para a resolução de um problema de caráter social, educacional ou técnico (UNIPAMPA, 2019, p. 66).

O Projeto de Extensão Universidade e Comunidade: do acesso à permanência teve início no primeiro semestre de 2019, com palestras aos ingressantes no curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (BIC&T), para apresentar e questionar sobre o que buscam no ensino superior, no futuro acadêmico, assim como o que lhes motivaram para decidirem adentrarem em uma instituição federal e suas intenções no ensino superior, entre outras questões. Foram diversos questionamentos e troca de aprendizado, com isso foi aplicado um questionário como método para obtenção de mais dados, para com as turmas do BIC&T integral e noturno, no componente curricular de Introdução a Ciência e Tecnologia, com questões de múltipla escolha, dissertativas e argumentativas.

O questionário aplicado teve por objetivo realizar um diagnóstico com os porquês que levaram os estudantes a virem a estudarem em um curso de Bacharelado Interdisciplinar em uma instituição de ensino superior federal, além de buscar saber o que os mesmos esperam de sua formação e seus medos, que por sua vez poderiam os impedir de prosseguir em vossos estudos.

Desta forma, o questionário foi aplicado para 78 estudantes presentes nos dias das atividades distribuídas nos dois turnos, e logo após a coleta deste realizou-se uma introdução do motivo que levou a equipe executora do projeto a fazer cada uma das questões aplicadas. O mesmo foi composto por treze questões, onde quatro destas fundamentaram este trabalho, das quais três eram questões de múltipla escolha e uma dissertativa. As mesmas que foram selecionadas como objeto de análise neste estudo eram: “Motivações que levaram os estudantes a escolher o curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia”, “Motivos que levaram os estudantes a ingressar em uma universidade federal”, “Métodos que facilitam no ensino aprendizagem dos estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia” e “Modelos de ensino aprendizagem mais desafiadores para os estudantes” houve o trabalho de categorização das em treze questões entretanto analisaremos apenas quatro categorias da pesquisa citada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O curso Bacharelado Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia encontra-se localizado na Universidade federal do Pampa, campus Itaqui, apresentando turno integral (3 anos) e noturno (4 anos) e é constituído por uma ampla grade curricular, abrangendo áreas das ciências exatas e nos princípios básicos das engenharias humanas com a carga horária de 2400 horas.

A matriz curricular do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia é composta basicamente por de dois tipos de componente curriculares que são denominados de Componentes Gerados e Componentes Articuladores.

Os Componentes Geradores são componentes curriculares obrigatórios que totalizam 810 horas e recomenda-se que sejam cursados nos três primeiros semestres do curso. Os Componentes Articuladores são componentes curriculares optativos que os discentes poderão cursar junto ao demais cursos do campus Itaqui e da Unipampa e que devem totalizar o mínimo de 1410.

Também devem ser levados em consideração 60 horas do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e mais 60 horas de Atividades Complementares de Graduação (ACG). De acordo com a tabela 1 gerado a partir da questão dissertativa do questionário que foi aplicado às turmas do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia no ano de 2019, tanto do período noturno como integral Por meio dos dados obtidos, observou-se que maior motivação para o estudante ingressar no curso do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia e à busca pelo segundo ciclo ganhou destaque entre os acadêmicos, pois foi a categoria com o maior número de citações. Isso evidencia o grande

reconhecimento rente às oportunidades que os cursos Bacharelados Interdisciplinares dispõem aos estudantes.

Ainda, a universidade, baseando-se nesses dados, pode se tornar uma facilitadora do acesso ao segundo ciclo, por exemplo, aos interessados em dar continuidade nos estudos e procurar novas formas de incentivo aos discentes para que os mesmos não desistam antecipadamente do curso, como o exemplo da modificação da resolução nº 29/2011 em 2018, a qual se trata das normas básicas de graduação, controle e registro das atividades acadêmicas, onde a Universidade Federal do Pampa obriga todos os cursos a reservarem até 20% das suas vagas para estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia que desejarem fazer o segundo ciclo.

Tabela 1. Motivações que levaram os estudantes a escolher o curso Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

2 Ciclo	33 %
Aprimorar Área do Conhecimento	15 %
Escolha da Área de Formação	12 %
Reopção de Curso	8 %
Interdisciplinaridade	8%
Horário das Aulas	6%
Curso em Itaqui – RS	5%
Nota do Enem	5%
Indicação Para o Curso	2 %
Tempo de Graduação	2 %
Diploma de Graduação	2 %
Identidade com o Curso	1 %
Mercado de Trabalho	1%

Observa-se na tabela 1 que a motivação que mais levam os estudantes a escolher o curso Bacharelado Interdisciplinar e Tecnologia em Ciência e Tecnologia é o 2 Ciclo com cerca de 33% dos estudantes que escolheram o respectivo curso, aprimorar área do conhecimento é a segunda maior motivação

dos indivíduos para optar pelo curso, pois 15% destes estudantes responderam que a aprimorar a área do conhecimento é o que moveram a sua decisão pelo curso e a escolha da área de formação é a terceira maior motivadora de decisão para os estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, pois a respectiva motivação corresponde a cerca de 12% dos estudantes do curso.

Entretanto a identidade com o curso e o mercado de trabalho é o que menos motiva os estudantes a ingressar no Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, esta alternativa corresponde a cerca de 1% dos estudantes que entram no respectivo curso por tais motivações, além de indicação para o curso, tempo de graduação e diploma de graduação são situações que pouco desperta o interesse dos indivíduos, pois cada alternativa representa 2% cada uma, somadas as seis alternativas citadas a porcentagem atingidas são cerca de 8% das motivações dos estudantes.

Tabela 2. Motivos que levaram os estudantes a ingressar em uma universidade federal.

Adquirir mais Conhecimento	21 %
Crescimento Pessoal	19 %
Conquistar Um Bom Emprego	15 %
Mercado de Trabalho	14 %
Ensino Gratuito	9 %
Independência Financeira	6 %
Conhecer Culturas, Através de Outros Lugares	6 %
Ocupação do Tempo Livre	6 %
Status Por Estar Em Uma Universidade Federal	2 %
Pressão Familiar	2 %

Observa-se na tabela 2 que adquirir mais conhecimento é o maior motivo para os estudantes ingressarem em uma Universidade Federal com cerca de 21% dos estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia sendo movidos por tal alternativa, o crescimento pessoal é a segunda alternativa que causa maior motivação nos estudantes ao escolherem por cursar uma Universidade Federal com cerca de 19% dos estudantes do respectivo curso optando por tal motivo

na hora de decidir ingressar em uma Universidade Federal e a terceira maior motivação ficar por conta de conquistar um bom emprego que foi citada na pesquisa por cerca de 15% das respostas dos estudantes que levam em consideração tal motivação.

Entretanto a pressão familiar é o que menos motiva as decisões dos estudantes na busca por uma Universidade Federal, pois tal opção foi lembrada apenas por cerca de 2% dos estudantes onde o status por estar em uma Universidade Federal também foi lembrada por cerca de 2% dos estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia na questão que menos motivam a escolha em ingressarem em uma Universidade Federal.

Tabela 3. Métodos que facilitam no ensino aprendido dos estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Práticas em Sala de Aula	34 %
Palestras	15 %
Seminários	15 %
Minicursos	14 %
Aulas ao Ar Livre	12 %
Visitas ao Laboratório	10 %

Observa-se na tabela 3 a melhor metodologia facilitadora na aprendizagem foram as práticas em Sala de Aula, corresponde a 34% de escolha discentes do Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, participantes dessa pesquisa, assim como as Palestras e Seminários, ambas elencadas com 15% de escolha e Minicursos com 14%.

Observa-se também que o método menos efetivo no que se refere como facilitador de aprendizagem são as visitas ao laboratório, correspondendo a 10% de escolha entre os discentes, e aulas ao ar livre com 12% de escolha.

Tabela 4. Modelos de ensino aprendido mais desafiadores para os estudantes.

## Falar em Público

	42 %
Apresentar Seminários	20 %
Escrever Um Trabalho	16 %
Realizar Uma Pesquisa Acadêmica	13 %
Participar de um Projeto	9%

Observa-se na tabela 4 que os modelos de ensino aprendido mais desafiadores para os estudantes são Falar em Público, sendo a opção de 42% dos discentes participantes dessa pesquisa, Apresentar Seminários elenca-se como o segundo Modelo de ensino mais desafiador correspondendo a escolha 20% dos participantes dessa pesquisa, seguido por Escrever um Trabalho com o equivalente a 16% de escolha dos participantes.

O modelo de ensino aprendido menos desafiador mostrou ser a Participação em Projeto, correspondendo a escolha de apenas 9% dos estudantes participantes da pesquisa e Realizar uma Pesquisa Acadêmica representou 13% de escolha dos discentes.

## CONCLUSÃO

A sociedade está em constante mudança e tal movimento afeta a Universidade, questões como “métodos que facilitariam no ensino aprendido” e “modelos de ensino que dificultam no ensino aprendido” são colocados em discussão dentro da academia, para qualificar o debate discentes e docentes levantam a questão sobre quais “métodos que facilitam no ensino aprendido”, o questionário aplicado para os estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia, observou que os métodos facilitadores no ensino aprendizagem dos respectivos estudantes são as práticas em sala de aula que corresponde a cerca de 34% dos discentes que apontam esta prática como sendo a melhor metodologia no ensino aprendido, obviamente que a prática em sala de aula é uma metodologia importante na formação destes indivíduos, mas diante das transformações do cotidiano, sabemos que tanto os estudantes como os docentes não classificam tal metodologia como sendo a melhor. Acredita-se que os estudantes apontaram tal alternativa como sendo a melhor, pois ao longo da sua vida escolar, os indivíduos são ensinados exclusivamente com a prática em sala de aula.

A contradição continua quando se observa que os estudantes classificam as palestras, seminários e minicursos como sendo alguns métodos que facilitam o ensino aprendido com o valor agregado de 44%, pois os mesmos estudantes classificam como mais desafiadores dos modelos de ensino aprendido, falar em público com cerca de 42% dos estudantes, além de apresentar seminário que acaba por ser desafiador também para cerca de 20% dos respectivos estudantes.

Os estudantes do Bacharelado Interdisciplinar em optam por cursar esta graduação pois o respectivo curso deixa os estudantes em condições de prosseguir seus estudos através do 2º ciclo, que pode ser um curso de graduação numa área específica ou um curso de pós graduação já que o mesmo estudante ao concluir o curso tem diploma de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Cursar o 2º ciclo, aprimorar a área do conhecimento além da escolha da área de formação, de certa forma representa que o estudante ingressante do Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia tem consciência na possibilidade de estar em um curso que é dinâmico e que está preparado para formar cidadão que seja capaz de resolver problemas complexos do cotidiano através da interdisciplinaridade, que tem por finalidade facilitar a

resolução de problemas que estão interligados nas várias áreas do conhecimento.

Segundo a respectiva pesquisa, 60% dos ingressantes do curso tem noção que o Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia é um curso que abre as portas para integração das várias áreas do conhecimento e os que motivaram a escolher o respectivo curso, esta é uma visão nova de que a interdisciplinaridade é uma forma interessante e atual de produção de conhecimento e de novas metodologias utilizadas em novos cursos de graduação.

Interessante que com as dinâmicas do mundo, a sociedade e comunidade acadêmica sempre acabam por debater novas metodologias de ensino aprendido que busca atender a complexidade do mundo moderno.

Os estudantes que optaram por ingressar em uma Universidade Federal leva como motivação adquirir mais conhecimento, crescimento pessoal que corresponde 40% das respostas dos estudantes e que apenas 15% pensam em entrar em uma Universidade Federal para ter um bom emprego. Neste sentido a pesquisa também foi surpreendente, pois se esperava que a maior parte dos estudante estivessem cursando uma Universidade Federal almejando o “bom emprego”.

O Projeto de Extensão Universidade e Comunidade: do acesso à permanência coletou os vários relatos no questionário, e após várias ações com os estudantes do BIC&T, ao longo do ano de 2019 observou que as dúvidas, e inseguranças dos ingressantes são os desafios que devem ser tratados e encarados juntamente com os estudantes, docentes, NUDE, coordenação do curso, através destas parcerias o índice de retenção e evasão no Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia teve grande queda, o que indica que acompanhar os estudantes antes que eles se encontrem desassistidos é uma das melhores formas de encarar e reter a evasão, colaborando com uma grande formação não apenas profissional, mas na formação de um cidadão que seja crítico e consciente no seu papel dentro da comunidade para desenvolvimento do indivíduo, também para busca do desenvolvimento regional.

## REFERÊNCIAS

- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BRAZ, M. M.; SILVEIRA, C. T. M. do A. O espaço sala de aula e sua organização como elemento constituidor / potencializador das aprendizagens na educação infantil. *Universo Acadêmico*, Taquara, v. 7, n. 1, p. 159- 178, 2014.
- CARDOSO, M. R. G. O professor do ensino superior hoje: perspectivas e desafios. *Cadernos da Fucamp*, Monte Carmelo, v. 15, n. 23, p. 87-106, 2016.
- EDUARDO, A. F. J.; DIANI, P. E. D. Crítica ao processo de ensino e aprendizagem no ensino superior: um estudo de caso sobre o bacharel interdisciplinar em ciência e tecnologia. III Congresso Internacional Interdisciplinar de Ciências Humanas, São Borja, RS: Universidade Federal do Pampa, 2019.
- EMMEL, R. KRUL, A. J. A docência no Ensino Superior: reflexões e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, Passo Fundo, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2017.
- FREITAS, M. G. P.; LOBO, L. G.; DINIZ, M. A.; AMORIM, E. de S.; MENNOCHI, L. M. Os desafios da entrada e permanência da universidade por estudantes da classe trabalhadora. In: FREITAS, M. G. P.; LOBO, L. G.; DINIZ, M. A.; AMORIM, E. de S.; MENNOCHI, L. M. (Orgs). Os desafios da entrada e permanência da universidade por estudantes da classe trabalhadora. Paraíba: UVP, 2017, p. 01-06
- HAGEMEYER, R. C. C. Dilemas e desafios da função docente na sociedade atual: os sentidos da mudança. *Educar*, Curitiba, v. 1, n. 24, p. 67-85, 2004.
- INEP. Censos Escolares da Educação Superior 2001- 2010. Brasília, DF: Ministério da Educação/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponíveis em: <<http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior> sinopse>. Acesso em: 10 de junho de 2020.
- OLIVEIRA, T. Origem e memória das universidades medievais: a preservação de uma instituição educacional. *Varia Historia*, Belo Horizonte, v. 23, n. 37, p. 113-129, 2007.
- PAULA, M. de F. C. de; SILVA, M. das G. M. da. In: PAULA, M. de F. C. de; SILVA, M. das G. M. da (Orgs.). As políticas de democratização da educação superior nos estados do Rio de Janeiro e de Mato Grosso: produção de pesquisas e questões para o debate. Cuiabá: UFMT, 2012. p. 7-20.
- SANTO, E. E.; LUZ, L. C. S. Didática no ensino superior: perspectivas e desafios. *SABERES*, Natal, v. 1, n. 8, p. 58-73, 2013.
- UNIPAMPA. Manual de Normalização de Trabalhos Acadêmicos. Bagé, RS: Universidade Federal do Pampa, ed. 5, p. 66, 2019.
- Disponível em: <[https://sites.unipampa.edu.br/sisbi/files/2019/05/manual de-normatizacao-de-trabalhosacademicos-5-ed-2019-1305.pdf](https://sites.unipampa.edu.br/sisbi/files/2019/05/manual_de-normatizacao-de-trabalhosacademicos-5-ed-2019-1305.pdf)>. Acesso em: 12 de julho de 2020.

VEIGA, I. P. Docência universitária na educação superior. In: RISTOFF, D.; SAVEGNANI, P. Docência na educação superior. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2006, p. 85-96.

ZAGO, Nadir. Do acesso a permanência no ensino superior: percursos de estudantes universitários de camadas populares. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 11, n. 32, p. 226-237, 2006.

# Capítulo 5



10.37423/220105238

## MODELOS DE PREÇOS HEDÔNICOS PARA ESTIMAR A VALORAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS NÃO COMERCIALIZADAS DE PRODUTOS HORTIGRANJEIROS EM GOIÂNIA – GO – 2015

*Carlos Leão*

*Pontifícia Universidade Católica de Goiás*

*Henrique Ribeiro Leão*

*Universidade de Brasília*

*Kérssia Preda Kamañech*

*Pontifícia Universidade Católica de Goiás*



**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo a construção de um modelo de preços hedônicos visando estimar a relação preço-satisfação na compra de produtos selecionados: tomate e cenoura que são comercializados nas feiras de hortigranjeiros da região metropolitana de Goiânia. No desenvolvimento do trabalho foi assumido como hipótese que os preços dos hortigranjeiros em questão, são formados em função da presença ou não de determinados atributos relacionados à qualidade, mas que não são diretamente comercializados no mercado. Foram utilizadas duas especificações matemáticas básicas, uma linear e outra semi- logarítmica, para a modelagem do problema. A análise de regressão linear múltipla foi usada para estimar os parâmetros da equação de regressão. Os resultados gerados a partir do processamento dos dados coletados pela aplicação de 700 questionários mostraram que as variáveis, tamanho, aparência, variedade e fidelização, são as mais importantes na composição do preço dos dois bens.

**Palavras-chave:** Preços hedônicos; Regressão linear múltipla; Comportamento do consumidor; Produtos hortigranjeiros.

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre formação de preços de bens específicos assumem que a demanda de mercado resulta da agregação das demandas resultantes do comportamento maximizador de consumidores individuais. Neste contexto, consumidores são racionais, dotados de inteligência e liberdade e capazes, portanto, de fazer escolhas que sejam conscientes, coerentes e consistentes. Assim, consumidores com tais atributos são perfeitamente capazes de construir suas escalas de preferências e indiferenças entre cestas de consumo. A garantia de que as escolhas sejam coerentes, consistentes e racionais requer que indiferenças sejam transitivas reflexas e simétricas, e que as preferências sejam transitivas, antirreflexas e antissimétricas.

Um pressuposto, no entanto, subjaz ao modelo de análise: o consumidor conhece perfeitamente a capacidade técnica que cada bem, possui de satisfazer uma necessidade. Neste caso, cada consumidor sabe ainda, estabelecer relações de substituição e complementaridade entre aqueles bens que compõem sua cesta. A qualidade de cada bem é considerada um atributo implícito e não guarda relações com suas características particulares. Em outras palavras, é assumido que o consumidor é capaz de diferenciar um abacaxi de uma laranja, mas experimenta prazer idêntico ao consumir uma laranja de sabor doce em comparação a uma de sabor ácido. Em sua valoração introspectiva, o consumidor considera os atributos como dados e conhecidos e variações de características intrínsecas de um mesmo bem e seus indicadores não são considerados na análise.

Griliches (1961), e Lancaster (1966) estão entre os primeiros autores a contestar o realismo de tal pressuposto. Segundo eles a própria concepção utilitarista\hedonista que é utilizada como referência para caracterização da racionalidade do consumidor, deveria ser considerada também como definidora de um consumidor consciente de que a capacidade técnica de um bem em proporcionar mais ou menos satisfação, esta diretamente relacionada à suas características físicas objetivas. Neste sentido, de acordo com Lancaster, não são os bens em si que geram as relações de preferências e indiferenças para os consumidores, mas sim as proporções fixas de características intrínsecas que eles possuem.

O primeiro estudo empírico visando medir os efeitos de mudança de qualidade sobre os preços foi desenvolvido em 1927 por Waugh. Seu estudo “Quality Factors Influencing Vegetable Prices” baseado em análise de correlação, ele procurou examinar os efeitos de características particulares tais como

tamanho, cor, maturidade, uniformidade, dentre outros fatores, sobre os preços de vegetais no mercado de Boston nos Estados Unidos.

Em 1938, veio a público o estudo de Court, sobre as variações de preços de automóveis da General Motors em resposta à possibilidade de intervenção governamental baseado em estudo sobre índice de preços do Bureau of Labor Statistics que afirmava que entre 1925 a 1935 a empresa tinha elevado os preços de seus automóveis em média 45% o que justificava, portanto, a substancial redução dos níveis de produção praticado pela empresa e com efeitos severos sobre o nível geral de emprego, dada a significativa escala de produção da empresa. A argumentação de Court se baseou na constatação de que na construção dos índices de preços do BLS foi tomado como referência o Matched Model Methods sem levar em consideração mudanças havidas em especificações e outras melhorias de qualidade tais como potência do motor, conforto, itens de segurança etc.

Chow (1967) publicou o pioneiro estudo sobre demanda por computadores considerando os efeitos de mudanças da tecnologia que refletissem em mudanças de aspectos qualitativos. Em seu estudo Chow considerou a necessidade de construir um índice de preços ajustado por qualidade usando modelagem de preços hedônicos. Os argumentos das funções ajustadas por Chow tomaram o tempo expressos em microssegundos para uma máquina executar função de multiplicação. A segunda variável considerou o tamanho da memória e a terceira, o tempo requerido pela máquina em retornar informação da memória.

No Brasil inúmeras pesquisas foram desenvolvidas com o intuito de mostrar os efeitos de variação de qualidade sobre a formação de preços utilizando modelagem de preços hedônicos. Lima et. alli. (2009) desenvolveram estudo com o objetivo de valorar atributos de qualidade em pêssegos comercializados no estado de São Paulo, e os resultados obtidos identificaram possibilidades de ganhos potenciais nos elos da cadeia com o aprimoramento de atributos de qualidade.

Monteiro et. alli. (2009) utilizaram um modelo de preços hedônicos para analisar o processo de formação de preços de automóveis usados no Estado de Pernambuco, concluindo que atributos que definem a qualidade de automóveis efetivamente afetam a formação de preços dos automóveis usados naquele Estado.

Aguirre & Faria (1996) desenvolveram uma pesquisa com a utilização de preços hedônicos na avaliação social de projetos em áreas selecionadas da cidade de São Paulo com a finalidade de obter preços implícitos de atributos não transacionados separadamente no mercado. Foi mostrado que o método

de "preços hedônicos" pode ser usado para avaliar os benefícios associados a projeto de investimento que visem melhoria de infraestrutura.

Neste artigo foram desenvolvidos estudos de precificação hedônica em mercados de bens selecionados. O local de referência são as feiras de produtos hortifrutigranjeiros da região metropolitana de Goiânia. Foram considerados neste estudo, os mercados de alguns produtos específicos, a saber: tomate e cenoura. Neste caso o conjunto de variáveis e a própria especificação matemática das equações de precificação considerarão as características particulares de cada mercado.

Em termos gerais a especificação dos modelos de precificação tomou como forma:

$$P_i = u_i (Z_i, Y_i, K_i)$$

Em que  $P_i$  refere-se a preços,  $Z_i$  às características particulares que identificam a qualidade do bem avaliado tais como aparência, tamanho, variedade, maturação e coloração;  $Y_i$  diz respeito aos demais bens ou serviços que caracterizam o mercado: comodidade, segurança, diversificação, e  $K_i$  refere-se a um vetor de parâmetros que caracterizam as preferências e características individuais ou familiares. O preço que os consumidores estão dispostos a pagar para obter o bem ou serviço  $Z_i$  é derivado da função utilidade e sujeito à renda familiar. Rosen (1974) argumenta que uma função de preços hedônicos não representa a oferta nem a demanda, mas o equilíbrio de mercado.

Os estudos desenvolvidos tanto no Brasil quanto no exterior, estimaram equações de precificação usando modelos semi-logarítmicos. Segundo Gujarati (2012), a escolha da forma funcional é um problema de verificação empírica e pode, portanto, ser conduzida através de testes estatísticos adequados. Desta forma, além desta classe de modelos serão testadas também outras especificações alternativas com a escolha recaindo sobre o que apresentar o melhor ajustamento.

## 2. MODELO TEÓRICO

Este trabalho assume que a disposição a pagar esta relacionada ao conjunto de atributos ou características que o bem possua e que possam ser percebidas e valoradas pelos consumidores. A abordagem adotada consistiu na modelagem de uma equação de preços hedônicos, a qual permite que, em situações em que atributos percebidos por consumidores como definidores de utilidade e que não são diretamente transacionados no mercado, tenham sua contribuição definida no processo de formação do preço de um bem qualquer. Em essência a inexistência de padronização do bem faz com que o consumidor procure eliminar assimetrias de informação observando características e atributos

objetivos dos bens e que satisfazendo critérios de valoração introspectiva o propende a pagar preços mais elevados pelo bem. Assim o consumidor estaria comprando qualidade do bem e seu preço seria afetado por isto.

A maioria dos estudos sobre precificação hedônica parte do pressuposto de que o preço de reserva sobre atributos observáveis de um bem, sob determinadas condições, possa ser estimado considerando a seguinte equação:

$$y_i / y_0 = (1 + r)^{X_i} \quad (1)$$

Pelo desenvolvimento e transformação logarítmica de (1) e acrescentando um termo de erro aleatório  $u_i$ , pode-se obter a equação (2), que constitui a formulação básica da equação de preços.

$$\ln P_i = \beta_0 + \sum_{i=1}^m \beta_i X_i + u_i \quad (2)$$

Em que  $y_0$  e  $\beta_0$  representam constantes,  $\ln P_i$  o logaritmo natural dos preços observados do bem em questão,  $\beta_i$  é o parâmetro de cada variável exógena  $X_i$ , com  $i$  variando de 1 até  $m$ . Sendo  $m$  o número total de variáveis exógenas ou características de qualidade e  $u_i$  o termo de erro aleatório normalmente distribuído, com média zero e variância constante  $\sigma^2$ .

Como na equação (2) os  $X_i$ 's representam um vetor de variáveis aleatórias com  $m$  componentes em que cada um representa uma variável aleatória, a especificação mais geral permitiria considerar o efeito sobre, não somente de atributos de qualidade como também de outras variáveis que determinam variações de preços dos quatro produtos considerados tais como: conveniências relacionadas ao local, segurança, condições gerais de preços, comodidade, fidelização, diversidade de produtos, sexo, disponibilidade de serviços acessórios, preços de produtos concorrentes e complementares e renda, dentre outras variáveis relacionadas às características específicas do processo de comercialização.

As variáveis utilizadas nas especificações das equações estão dispostas no quadro 1. O efeito das variáveis: sexo, aparência, variedade, tamanho e coloração do produto bem como, fidelização, diversidade de produtos e serviços acessórios do mercado foram captados pela introdução de variáveis dummies na equação.

A equação (2) pode ser modificada para acomodar testes de várias hipóteses. Por exemplo, a introdução do produto de variáveis explicativas, permite captar o efeito da interação entre elas sobre as variações de preços permitindo verificar se o efeito sobre variação de  $P_i$  é também multiplicativo.

Já o termo quadrático permite verificar se o comportamento da taxa de crescimento de  $\ln P_i$  em resposta às variações da variável em questão é diferente da forma linear.

Por último deve-se salientar que a interpretação dos coeficientes ligados às variáveis binárias não é a mesma que prevalece para os regressores que não estão relacionados às variáveis não dicotômicas. Neste caso, segundo Gujarati (2012), pode-se seguir o esquema proposto por Halvorsen e Palmquist (1980) que consiste basicamente em tomar o antilogaritmo do coeficiente estimado da dummy em questão e subtrair de 1. O valor encontrado mostra a mudança relativa no valor médio de  $y_i$  pela mudança unitária na variável em questão.

Os dados utilizados no presente trabalho são oriundos de um survey nas principais feiras da região metropolitana de Goiânia. Foram aplicados 700 questionários e os entrevistados escolhidos aleatoriamente. Os dados são, portanto, de secção cruzada e foram obtidos entre os meses de novembro de 2014 e janeiro de 2015. O quadro 1 apresenta a descrição e a análise exploratória das variáveis utilizadas nas equações de preços.

Sob a hipótese de maximização do consumidor, a equação (2) garante que os preços hedônicos estimados para as características correspondem ao valor que os consumidores atribuem a essas características e quanto estariam dispostos a pagar para usufruir delas. Para a análise de regressão linear múltipla, analisado foram utilizados nas variáveis independentes dummies aditivas, nas quais o valor 1 ou 0 indicam a presença ou não de determinado atributo.

**Quadro 1 – Descrição das variáveis e análise exploratória dos dados.**

	Variáveis	Descrição	Média	D.Padrão
X3	Sexo	0 se feminino; 1 se masculino.	0,37	0,48
X11	Segurança no local	Escala Likert	7,31	2,92
X12	Conveniência	Escala Likert	8,44	1,90
X13	Condições gerais de preços	Escala Likert	6,52	2,45
X14	Qualidade dos produtos	Escala Likert	8,44	1,59
X15	Preço do tomate	Escala razão	4,10	0,84
X16	Aspecto	0 se não 1 se sim	0,00	0,00
X17	Aparência	0 se boa 1 se ruim	0,16	0,37
X18	Variedade	0 se não 1 se sim	0,67	0,47

X19	Tamanho	0 se pequeno/médio 1 se grande	0,37	0,48
X25	Preço da batatinha	Escala razão	4,24	1,85
X26	Aspecto	0 se não 1 se sim	0,00	0,00
X27	Aparência	0 se ruim 1 se boa	0,00	0,00
X28	Variedade	0 se não 1 se sim	0,19	0,39
X29	Tamanho	0 se pequeno/médio 1 se grande	0,53	0,49
X73	Preço da laranja	Escala razão	4,73	2,08
X74	Aspecto	0 se não 1 se sim	0,11	0,31
X75	Aparência	0 se boa 1 se ruim	0,14	0,35
X76	Variedade	0 se não 1 se sim	0,00	0,00
X77	Tamanho	0 se pequeno/médio 1 se grande	0,37	0,48
X78	Preço da banana	Escala razão	3,55	1,17
X79	Aspecto	0 se não 1 se sim	0,06	0,24
X80	Aparência	0 se boa 1 se ruim	0,10	0,00
X81	Variedade	0 se não 1 se sim	1,00	0,00
X82	Tamanho	0 se pequeno/médio 1 se grande	0,16	0,37
X10 0	Fidelização	0 se não 1 se sim	0,33	0,47
X10 1	Serviços Acessórios	0 se não 1 se sim	0,76	0,43
X10 2	Diversificação de produtos	0 se não 1 se sim	0,96	0,20
X10 3	Renda	Escala razão	2285,2 0	1274,66

Fonte: Dados da pesquisa, 2015

### 3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme afirmado cada característica de qualidade observada pelo consumidor é tratada como um bem ou serviço diferente, respondendo por um preço implícito próprio. No método de preços hedônicos, os valores dos atributos de um bem são derivados com base em informações dos preços

de mercado de bens substitutos próximos. A análise desse método fundamenta-se no pressuposto de que os agentes possuem informações completas e são capazes de escolher e comprar o conjunto exato desejado de características que o mercado esteja ofertando (BENITEZ, 2001).

**Quadro 2 – Regressões de MQO. Variável Dependente: Preço do Tomate**

X <sub>i</sub>	Descrição	Linear		Semilogaritmo	
		Coefficiente	Stat “t”	Coefficiente	Stat “t”
	Intercepto	3,004609	18,067	1,133383	26,159
X12	Conveniência	0,021419	2,553	0,005498	2,515
X14	Qualidade dos produtos	0,015877	1,578	0,004357	1,662
X17	Aparência	0,171424	3,878	0,047510	4,126
X18	Variedade	0,450718	10,158	0,112038	9,691
X19	Tamanho	0,919124	26,576	0,220064	24,420
X20	Preço da cebola	0,719162	21,911	0,175089	20,473
X25	Preço da batatinha	-	-21,743	-0,064869	-25,739
		0,210310			
X30	Preço da cenoura	-	-6,9409	-0,058631	-5,437
		0,287248			
X54	Preço da alface	0,463858	7,948	0,104185	6,851
X64	Preço da rúcula	-	-16,304	-0,081669	-14,577
		0,350549			
X100	Fidelização	0,224648	6,257	0,061921	6,619
X103	Renda	4,29E-05	3,408	9,31E-06	2,8427

Fonte: Dados da pesquisa, 2015

**Quadro 3 – Regressões de MQO. Variável Dependente: Preço da Cenoura**

X <sub>i</sub>	Descrição	Linear		Semilogaritmo	
		Coefficiente	Stat “t”	Coefficiente	Stat “t”
	Intercepto	0,788514	6,340	0,246304	4,586
X11	Segurança no local	0,013914	2,567	0,005377	2,297
X13	Condições de	0,011408	1,719	0,006189	2,160

	preços				
X20	Preço da cebola	0,534323	22,528	0,228845	22,346
X34	Preço da batatinha	0,218228	7,921	0,070701	5,943
X54	Preço da alface	-	-8,784	-	-9,107
		0,552703		0,247418	
X32	Aparência	-	-2,605	-	-1,298
		0,153842		0,033118	
X64	Preço da rúcula	0,163120	7,024	0,044594	4,447
X98	Tamanho	0,166557	3,829	0,09277	4,939
				1	
X10	Renda	6,09E-05	4,947	2,06E-05	3,874
3					

Fonte: Dados da pesquisa, 2015

Os dois modelos estimados estão dispostos nos quadros 3 e 4 . Baseado na estatística t de student foi constatado que todos os parâmetros são estatisticamente significativos ao menos 1,0% de probabilidade. As exceções foram a variável X32 na especificação semi- logarítmica que não foi significativa e X13 na especificação linear de precificação da cenoura, que somente foi significativa a 8,5%. Nas equações de preços de tomate, a variável X14 somente foi estatisticamente diferente de zero a 9,7% no modelo semi-logarítmico e 11,5% no modelo linear.

Os coeficientes de determinação ajustados foram, respectivamente, 80,20%; 67,07% 79,63%; e 67,03% para as especificações semi-logarítmicas e lineares de tomate e cenoura, mostrando um bom poder de explicação de ambos os modelos.

Uma vantagem dos modelos de regressão linear é a facilidade de sua interpretação, pois os resultados são observados diretamente. Os parâmetros estimados informam o valor direto de contribuição absoluta do atributo ao preço final do bem. No caso das variáveis dummies os coeficientes mostram o deslocamento da função em relação à categoria de referência. Já no caso dos modelos semi-logarítmicos e excetuando as variáveis dummies, os coeficientes medem as variações relativas nos preços em resposta às variações absolutas nos regressores.

Ambos os modelos foram corrigidos para heterocedasticidade, problema comum ao estimar funções de preços hedônicos através do método de mínimos quadrados ordinários. A solução envolveu a adoção do método proposto por White (1980) que estima variâncias assintóticas dos modelos de MQO sem que se torne necessário especificar a natureza da heterocedasticidade. As variâncias assim

estimadas são denominadas “variâncias robustas” e podem ser utilizadas para realizar inferências sobre as estimativas obtidas por mínimos quadrados ordinários.

O quadro 4 apresenta as variações percentuais de preços de tomate e cenoura em decorrência da presença de atributos específicos. No caso do tomate a presença dos atributos variedade e tamanho propende o consumidor a pagar 3,58 e 14,21 por cento a mais tomando como referência o preço médio do legume. A variável X100 esta relacionada à fidelização que o consumidor estabelece em relação ao comerciante nas feiras.

**Quadro 4 – Variações percentuais de preços do tomate e cenoura**

Atributos	Variáveis	Tomate		Cenoura	
		Linear	Logaritmo	Linear	Logaritmo
Variedade	X18	3,58	2,63		
Tamanho	X19	14,21	10,05		
Fidelização	X100	3,68	3,01		
Aparência	X32			-4,26	-2,61
Tamanho	X98			3,48	5,51

Fonte: Dados da pesquisa, 2015

O valor encontrado mostra que o consumidor se dispõe a pagar 3,68% em relação ao preço do produto, em decorrência do atendimento dispensado pelo feirante. No caso da cenoura a má aparência do produto provoca redução de 4,26% em relação ao preço médio. Por outro lado a majoração em relação ao preço médio que decorre do tamanho foi na ordem de 3,48%.

#### 4. CONCLUSÃO

Há que ressaltar, como conclusão, o bom ajustamento de ambos os modelos para a análise do tema proposto. Considerando a facilidade em termos de análise, este estudo adotou o modelo linear como referência para analisar as relações principais observadas entre as variáveis consideradas.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que os atributos mais relevantes na determinação dos respectivos preços de tomate e cenoura no mercado varejista da região metropolitana de Goiânia dizem respeito à variedade, aparência e fidelização. A variável tamanho se mostrou muito importante na caracterização da disposição a pagar dos consumidores, principalmente, no caso do tomate.

Finalmente, é importante salientar também que outros atributos ou características de ambos os produtos que a priori, eram tidos como relevantes na determinação de preços, não se mostraram significativos estatisticamente e foram, portanto, desconsideradas.

Conforme ressaltado por Lima et. ali. (2009), estudos que utilizam metodologia de preços hedônicos, podem conscientizar os elos da cadeia de comercialização sobre as possibilidades de agregação de valor ao produto sobre características que são valoradas pelos consumidores.

## 5. REFERÊNCIAS:

AGUIRRE, A., FARIA, D.M.C.P. A utilização dos preços hedônicos na avaliação social de projeto. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 1996. 35 p. (Texto para discussão, 103).

COURT, A.T. Hedonic price indexes with automotive examples, in the dynamics of automobile demand, New York, General Motors Corporation, 1939. p. 99-117.

GRILICHES, Z.; Hedonic Price Indexes Revisited. In: GRILICHES, Z.; (Ed.). Price indexes and quality change: studies in new methods of measurement. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

LANCASTER, K.J. A new approach to consumer theory. The Journal of Political Economy, Chicago, v. 74, n. 2, p. 132-157, April 1966.

MONTEIRO, J. M.; SILVA, J.; ARAÚJO, E.; BEZERRA, D. C. Modelo de Preço Hedônico para Automóveis Usados no Estado de Pernambuco. Anais do XLII SBPO. Bento Gonçalves-RS, abril de 2009.

LIMA, L.M.; CAIXETA FILHO, J. V. KASSOUF, A. L.; AMORIN, L. Valoração de atributos de qualidade em pêssegos comercializados no estado de São Paulo. Revista de Economia e Sociologia Rural, vol.47 Nº 2 Brasília, Abril e Junho de 2009.

ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. The Journal of Political Economy. Local, v. 82, n. 1, p. 34-55, Jan./Feb. 1974.

CHOW, G. C. (1967). "Technological Change and the Demand for Computers." American Economic Review, Vol. 57, pp. 1117-30.

# Capítulo 6



10.37423/220105249

## MÉTODOS DE ESTUDOS DE POSSÍVEIS EFEITOS DA DETONAÇÃO DE MINAS NAVAIS SOBRE ALVOS

*Rodrigo Jeremias dos Santos*

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

*Paulo Cesar Miscow Ferreira*

*Instituto Tecnológico de Aeronáutica*

*Gabriel Arruda Evangelista*

*Universidade Federal do Rio de Janeiro*

*Newton José Ferro Júnior*

*Instituto Militar de Engenharia*



**Resumo:** Desde a sua concepção, a mina naval é um dos métodos que mais alia simplicidade, eficácia e baixo custo nas Batalhas Marítimas. Visando contribuir com os projetos citados, este trabalho pretende apresentar alguns métodos de estudo de possíveis efeitos esperados sobre alvos navais causados por detonações de minas, sendo realizados gráficos comparativos entre diferentes cargas, gerando a possibilidade de auxílio para determinação do emprego mais adequado.

**Palavras-chaves:** Minas navais; Explosivos; Química; Engenharia Mecânica.

## 1- INTRODUÇÃO

As minas navais, apesar de sua concepção no século XVIII, mantêm suas qualidades fundamentais: são baratas, causam danos muito maiores que seu custo, são fáceis de lançar e difíceis de varrer (SENNA, 2011). Uma mina naval é um dispositivo explosivo colocado na água para danificar ou destruir navios de superfície ou submarinos. Diferentemente das cargas de profundidade, as minas são depositadas e aguardam até serem acionadas pela aproximação ou contato com qualquer embarcação.

Atualmente, existem esforços no país no sentido de obter meios para Guerra Antissubmarino (ASW – Anti Submarine Warfare), destacando-se entre eles o projeto dos submarinos da Classe Riachuelo, em desenvolvimento e baseado no de origem francesa da Classe Scorpène, e o desenvolvimento de minas e sistemas de detecção de submarinos. Se destacam, neste sentido, os projetos do Sensor Magnético Triaxial, Sistema de Aquisição de Dados Acústicos, Magnéticos e de Pressão (SAAMP) e Mina de Fundo (MF) do Instituto de Pesquisa da Marinha (IPqM).

Entretanto, além da óbvia disponibilidade do artefato bélico, são necessárias formas de se obter, mesmo que aproximadamente, noções dos resultados da utilização do mesmo. Para isto, são necessários os entendimentos do comportamento do fenômeno da explosão na água e os principais métodos desenvolvidos para análise de seus efeitos.

## 2- A EXPLOSÃO NA ÁGUA

### 2.1 O EFEITO DE SOPRO

Quando um artefato detona, sua carga explosiva é convertida quase que instantaneamente em gases a alta temperatura e altíssimas pressões. Sob a pressão dos gases em expansão, o invólucro da carga também se expande até que o limite de ruptura do material é atingido, ocorrendo então a fragmentação. Aproximadamente metade da energia dos gases produtos da detonação é utilizada para expandir o invólucro que contém o explosivo em cerca de uma vez e meia o seu diâmetro imediatamente antes da ruptura do corpo e ejeção dos fragmentos (FERREIRA, 2016). A energia restante é gasta para comprimir o meio circundante e é a responsável pelo efeito de sopro (blast). A destruição é causada pela criação de uma sobrepressão que resulta no colapso estrutural do alvo.

O efeito de sopro é o efeito de sobrepressão em um meio, como o ar ou a água, devido a detonação de um explosivo. Durante uma detonação, há a geração de um grande volume de gases em alta temperatura e pressão, em um período extremamente curto. A sobrepressão gerada provoca uma

onda de sopro que se propaga em todas as direções. Essa onda tem como ponto de origem o centro da detonação e forma várias frentes de choque, conforme figura 1. Ela é caracterizada por um aumento instantâneo da pressão no meio e sua intensidade é inversamente proporcional ao cubo do deslocamento da frente de choque a partir da origem (KINGERY et al., 1984).

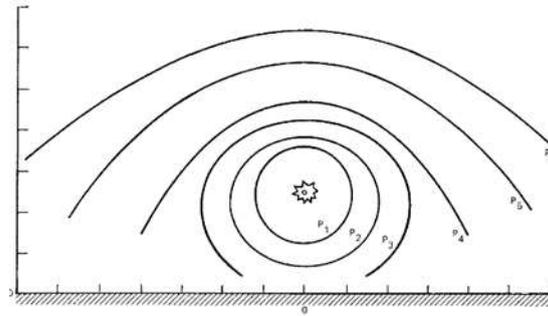


Figura 1 – Frentes de choque de uma onda de sopro (KINGERY et al., 1984).

Para uma detonação do explosivo debaixo d'água, são apresentadas, na figura 2, as principais ondas de choque geradas pelo efeito de sopro.

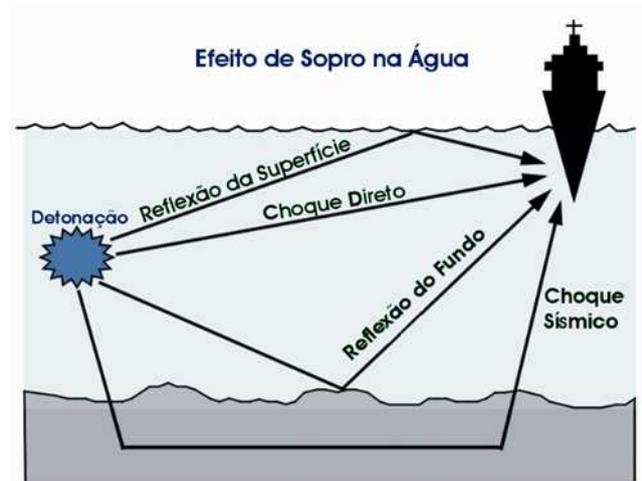


Figura 2 - Principais ondas de pressão geradas por uma explosão subaquática (FERREIRA, 2016)

A onda de choque direto é a que segue o caminho mais curto até o ponto de observação, com apenas o decaimento natural atenuando a amplitude da onda. É a onda considerada para análise dos estudos deste trabalho.

A onda de reflexão de fundo reflete o limite inferior da água, a onda refletida é atenuada parcialmente, dependendo da densidade do material.

A onda de choque sísmico é a transmitida por uma onda refletida no fundo, que viaja através do substrato antes de retornar à água. Sua intensidade depende de que material é constituído o fundo, podendo ser, por exemplo, arenoso ou rochoso.

A onda de reflexão de superfície ocorre devida à impedância acústica introduzida pelo ar, que é muito mais compressível, que faz com que essencialmente toda a energia propagada retorne para a água. A onda de reflexão de superfície é uma onda de rarefação, ou onda de tensão, que efetivamente elimina o componente de compressão da onda direta ou da onda refletida no fundo quando eles se cruzam, sendo também conhecida como corte de superfície (*surface cutoff*) (SMITH, 2016).

## 2.2 EFEITOS DA DETONAÇÃO NA ÁGUA

Há diferenças significativas entre o comportamento entre uma carga explosiva detonada no ar e na água. A densidade do ar, ao nível do mar e a 15 °C e de acordo com a ISA (*International Standard Atmosphere*) é de 1,225 kg/m<sup>3</sup>, ao passo que a da água é aproximadamente 997 kg/m<sup>3</sup>. Em uma detonação na água, a água ao redor da explosão constitui um ambiente mais denso que limita mais severamente a expansão dos gases e por um tempo mais longo do que a mesma explosão no ar. Estes produtos gasosos com altíssima pressão, não dissipados tão facilmente, formam então uma bolha de gás, conforme ilustrado nas figuras 3 e 4.

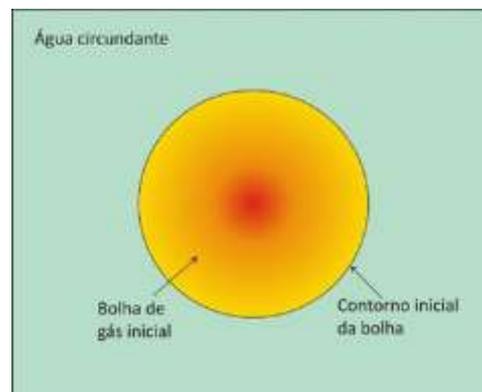


Figura 3: Ilustração da bolha de gás (FERREIRA, 2016).

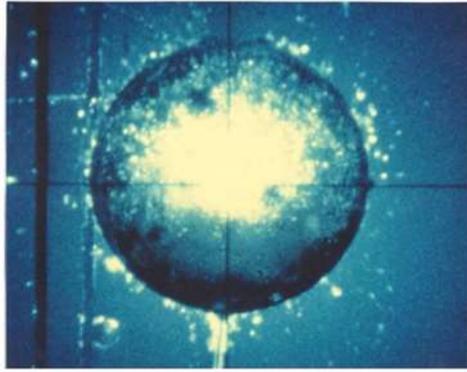


Figura 4: Fotografia de bolha de gás real (FERREIRA, 2016).

O choque produzido pela detonação de um armamento na água é mais violento que a detonação do mesmo armamento no ar. Além disso, a pressão máxima decresce mais vigorosamente que no ar à medida que a distância ao ponto de detonação aumenta. Entretanto, a duração é menor que no ar.

O ambiente mais denso da água confina os produtos gasosos da detonação em uma “bolha” de gás com altíssima pressão. Inicialmente, a bolha de gás tem uma pressão muito maior do que a pressão do ambiente circundante, no caso, a pressão hidrostática (COLE, 1948). Após a formação da onda de pressão, as altas pressões dentro da bolha de gás fazem com que a bolha se expanda, forçando a água circundante “para fora”. O efeito inercial do movimento da água faz a bolha expandir até que a pressão interna do gás seja menor que a pressão hidrostática (SULFREDGE; MORRIS; SANDERS, 2005). Como resultado, a água entra em colapso na bolha, recomprimindo o gás a uma pressão maior que a do ambiente, embora menor que a pressão inicial do gás. Isso inicia uma sequência de oscilações decrescentes da bolha, nas quais a expansão e contração da bolha continuam, diminuindo de intensidade a cada oscilação, até que a bolha atinja a superfície da água ou seja amortecida pelo atrito do fluido viscoso (SULFREDGE; MORRIS; SANDERS, 2005). A duração entre a expansão e contração é longa o suficiente para que a gravidade se torne eficaz. Essa bolha tem grande flutuabilidade e, portanto, migra para cima. No entanto, ela não flutua como um balão, mas “dispara” em saltos (COPPENS; REINHARDT, 1993).

A Figura 5 demonstra o fenômeno relacionado ao pico de pressão e oscilações de bolha (ou pulsos).

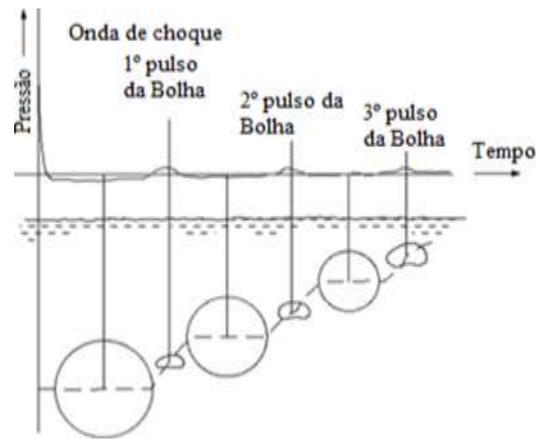


Figura 5 – Ondas de pressão e fenômeno de bolha (SNAY, 1956)

Outro parâmetro de importância relacionado com a oscilação da bolha é o raio máximo atingido na primeira oscilação, expresso por (SZTUROMSKI, 2015):

$$r_{max} = 1,53 \sqrt[3]{\frac{C}{1+0,1H}} \quad (1)$$

onde H é profundidade em metros e C é quantidade de carga explosiva em kg.

O conhecimento do raio da bolha é de grande utilidade quando o alvo atacado é uma estrutura sob a superfície da água, como no caso de navios. Ao término da oscilação, a bolha estoura e um jato d'água será formado com alta velocidade que incidirá sobre a estrutura. Se a distância de detonação for próxima do raio da bolha, o efeito destrutivo sobre a estrutura será maximizado. Desta forma, além da onda de choque inicial, a estrutura será submetida à ação do jato. A figura 6 exhibe como a oscilação e o jato d'água podem atuar em um alvo na superfície.

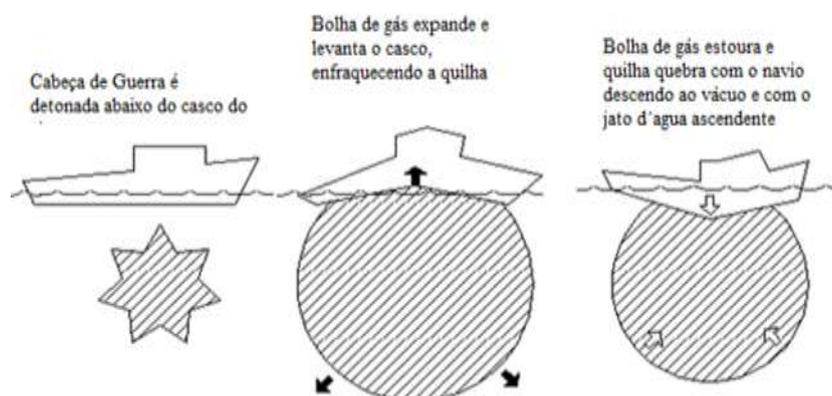


Figura 6 – Efeito da oscilação da bolha de gás próxima a um alvo na superfície d'água (WPNS, 2019)

Para um alvo submerso, a maior pressão ambiente e a flutuabilidade da água circundante impedem o que ocorre com o alvo na superfície. No entanto, a interação do vapor d'água da bolha e o casco submerso pode ser explorada para danificar gravemente ou potencialmente romper o casco do submarino. Com a detonação próxima ao alvo submerso, ocorre a oscilação deste vapor, causando um estresse cíclico no casco submerso, levando ao seu enfraquecimento ou ruptura. Se o casco de um submarino for comprometido, é improvável que ele sobreviva. A figura 7 exhibe o comportamento explicado.

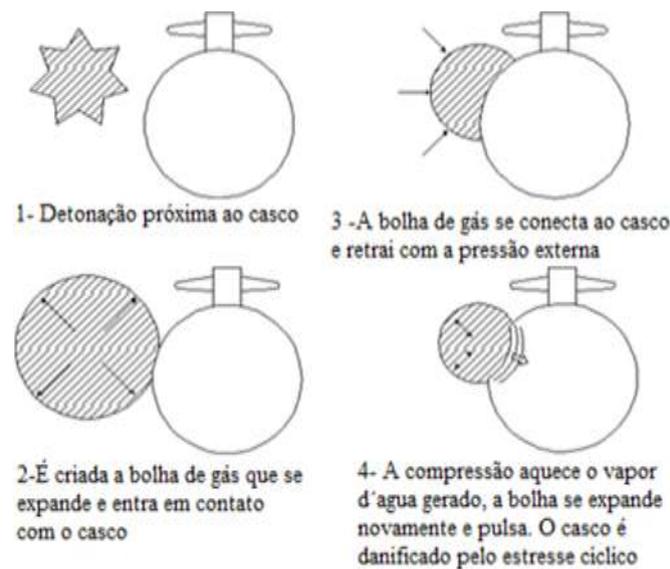


Figura 7 – Efeito da oscilação da bolha de gás próxima a um submerso (WPNS, 2019)

Nem sempre há um modelo teórico para descrever alguns processos físicos. As equações necessárias não estão disponíveis ou são realmente muito complicadas para tornar as soluções factíveis. Para estudos de explosões, devido à dificuldade de modelagem matemática, alguns parâmetros físicos são obtidos diretamente por experimentos (COLE, 1948). A ideia com a utilização das Leis de Escalonamento é se aproximar do entendimento do comportamento de uma determinada explosão por meio de técnicas de análise dimensional, para algum intervalo, sabendo-se certas características geradoras do fenômeno.

As leis de escalonamento para a propagação da onda de sopro na água dependem do explosivo em particular e a literatura (COPPENS; REINHARDT, 1993) apresenta quatro leis de escalonamento, uma para cada um dos seguintes parâmetros da onda de sopro:

- Pico de sobrepressão ( $P_{so}$ );
- Tempo de duração escalonado ( $q_{td}/C^{1/3}$ );

- Impulso por unidade de área escalonado  $((I/A) / C^{1/3})$ ; e
- Densidade de energia de fluxo da onda de sopro escalonada por unidade de área  $((E/A) / C^{1/3})$ .

Essas leis são expressas de uma forma genérica pela seguinte equação:

$$X = K_x \cdot \left[ \frac{C^{1/3}}{r} \right]^{\alpha_x} \quad (2)$$

onde  $K_x$  e  $\alpha_x$  assumem diferentes valores para cada um dos parâmetros da onda de sopro e para cada explosivo. O quadro 1 (COPPENS; REINHARDT, 1993) apresenta os valores de  $K_x$  e  $\alpha_x$  para uma série de explosivos, sendo válidos para  $0,55 \leq r/C^{1/3} \leq 5,5 \text{ m/kg}^{1/3}$ .

Quadro 1– Parâmetros da Lei de Escalonamento para detonações subaquáticas (COPPENS; REINHARDT, 1993).

Parâmetro	Pso (Sobrepessão)		$\theta_{td}/C^{1/3}$ ( $\theta_{td}$ : tempo de duração)		$(I/A) / C^{1/3}$ (I/A: Impulso/Área)		$(E/A) / C^{1/3}$ (E/A: Energia/Área)	
	MPa		$\mu\text{s} / \text{kg}^{1/3}$		$\text{kPa} \cdot \text{s}/\text{kg}^{1/3}$		$\text{kPa} \cdot \text{m}/\text{kg}^{1/3}$	
Explosivo	$K_p$	$a_p$	$K_t$	$a_t$	$K_i$	$a_i$	$K_e$	$a_e$
TNT	52,1	1,18	90	-0,19	5,88	0,98	91,7	2,14
COMP B	57	1,21	82	-0,27	5,87	0,93	101	2,13
Octol	54,5	1,2	90	-0,29	5,84	0,9	99,7	2,11
Destex	46,5	1,16	96	-0,26	6,03	0,89	83,4	2,05
Minol II	46,5	1,23	104	-0,37	7,05	0,87	107	2,09
HBX-3	50,4	1,15	104	-0,23	6,85	0,91	99,8	2,07
HBX-1	48,9	1,14	92	-0,25	6,49	0,87	104	2,04
H-6	53,5	1,21	94	-0,27	7,05	0,91	116	2,1
Comp C-4	56,3	1,35	107	-0,34	6,37	0,89	93,4	2,26

O valor de C deverá ser considerado descontando-se o fator de casco, que é o decréscimo equivalente da carga explosiva considerando a energia consumida para o rompimento do invólucro da carga durante a detonação.

Para tanto, utiliza-se a fórmula de Fano modificada:

$$C_{EB} = C \cdot \left[ 0,6 + 0,4 \times \left( 1 + \frac{2}{\frac{C}{M}} \right) \right]^{-1} \quad (3)$$

Neste caso, o valor de C é a própria massa de explosivo do armamento, M é valor da massa do invólucro metálico e  $C_{EB}$  significa a massa de explosivo equivalente sem o invólucro metálico.

## 2.3 EFEITOS DA EXPLOSÃO SUBAQUÁTICA SOBRE EMBARCAÇÕES

O quadro 2 relaciona os efeitos sobre a embarcação com a intensidade de pressão de incidente gerada pelas chamadas explosões de influência (*underwater influence explosion*), ou seja, as explosões que têm seus efeitos baseados nos valores de pressão gerados. Os efeitos listados do estudo foram realizados com detonações de cargas explosivas de 300 a 1.000 kg de TNT.

Quadro 2 – Efeitos da ação da onda de choque sobre o navio (SZTUROMSKI, 2015).

Pressão (MPa)	Efeitos da ação da onda de choque sobre o navio
0,0 - 0,40	Seguro para todos os navios
0,0 - 2,0	Seguro para navios de guerra
2,0 - 4,0	Quebra de lâmpadas de iluminação, danos a equipamentos eletrônicos sensíveis, ruptura de elementos feitos de materiais frágeis.
4,0 - 6,0	Danos a equipamentos eletrônicos, centrais de comunicação, equipamentos elétricos. Ferimentos leves experimentados pela tripulação, possibilidade de perder parcialmente capacidades de manobrar e combater.
6,0 - 8,0	Danos severos a equipamentos eletrônicos, centrais de comunicação, equipamentos elétricos, falha de geradores, quebras de proteções de máquinas. Numerosos feridos entre a tripulação, diminuição considerável das capacidades de manobrar e combater.
8,0 - 12,0	Deformação e ruptura do casco. Danos severos em máquinas e equipamentos elétricos, quebra de parafusos de fixação. Numerosos feridos entre a tripulação, alguns casos de morte. Perdas das capacidades de manobrar e combater. Necessidade de reparos em docas e estaleiros.
12,0 - 16,0	Deformação considerável e ruptura do casco e divisórias, alagamento de compartimentos. Destruição de máquinas e equipamentos elétricos. Numerosos casos de morte entre a tripulação. Perda total das capacidades de manobrar e combater. Necessidade de muitos meses para reparos em docas e estaleiros.
16,0 - 27,0	Possibilidade de o navio afundar. Ruptura de divisórias e ampla destruição de máquinas e equipamentos elétricos. Grande número de mortes entre os tripulantes. Se o navio não afundar poderá ser reparado.

Um outro método muito utilizado de mensurar os danos em embarcações é fazer uso do chamado fator de choque, em inglês *Shock Factor* (SF). O SF é uma estimativa do grau de dano resultante do carregamento de choque causado por uma explosão subaquática. Geralmente relacionado a navios, é uma medida da energia aplicada sobre uma estrutura pela onda de choque, sendo uma função da massa de explosivo e da distância de separação entre a carga e o alvo (DA, 1987).

Comumente, são utilizadas duas medidas do fator de choque para alvos navais: fator de choque para o casco HSF (*hull shock factor*) e fator de choque para a quilha KSF (*keel shock factor*). O HSF é uma medida da energia da onda de choque que pode contribuir para danificar o revestimento do casco de um navio, sendo aplicado geralmente como um método de previsão de dano para submarinos (DA, 1987). É uma função da massa equivalente em TNT da carga de explosivo,  $W$ , e da menor distância entre o ponto de detonação e o casco do navio,  $R$ , como mostrado na figura 8, sendo dado pela equação 4:

$$HSF = \frac{\sqrt{W_{TNT}}}{R} \quad (4)$$

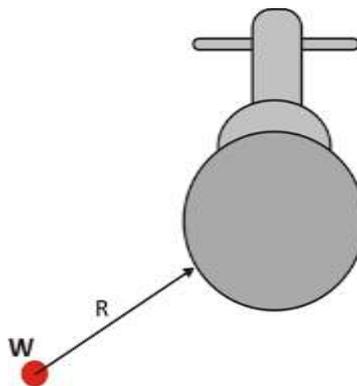


Figura 8 – Posicionamento da carga com relação ao casco de um submarino

Para navios de superfície a posição da carga é geralmente medida em relação à quilha como mostra a figura 9, e o fator de choque KSF (*Keel Shock Factor*) é dado pela equação 5.

$$KSF = \frac{\sqrt{W_{TNT}}}{R} \left( \frac{1 + \cos \theta_{KSF}}{2} \right) \quad (5)$$

A reação do navio ocorre principalmente na vertical, sendo necessário corrigir o ângulo em que a onda de choque impacta o alvo quando a carga não é detonada diretamente sob a quilha. Esta correção é computada pelo ângulo  $\theta_{KSF}$ , que é o ângulo de incidência formado pela vertical abaixo da linha d'água e a distância radial da carga à quilha do navio, como mostrado na figura 9.

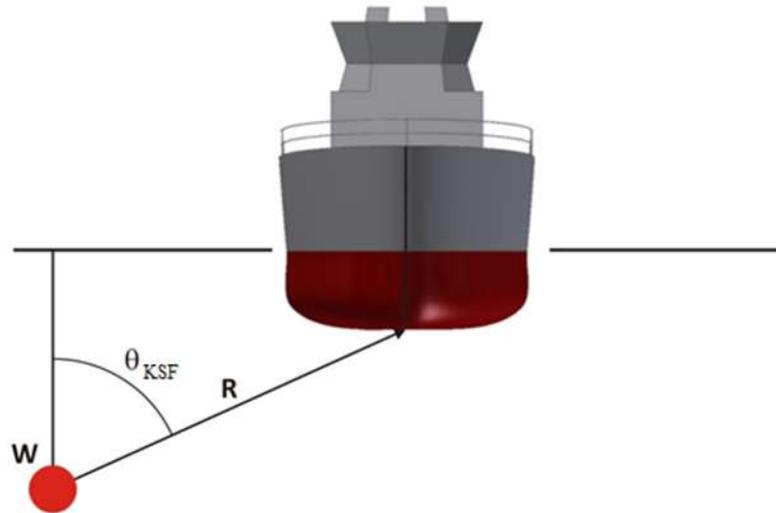


Figura 9 – Esquema para o cálculo do KSF

O quadro 3 mostra os níveis de fatores de choque e o dano associado esperado sobre as embarcações.

Quadro 3 – Dano estimado baseado na magnitude do KSF (DA, 1987)

SF (lb, ft)	SF (kg, m)	Dano Associado
< 0,10	< 0,22	Muito limitado. Geralmente considerado insignificante
0,10 – 0,15	0,22 – 0,33	Falhas elétricas e na iluminação, possível ruptura de tubulações
0,15 - 0,20	0,33 – 0,44	Danos aumentados, provável ruptura de tubulações, falhas no maquinário
0,20 – 0,50	0,44 – 1,11	Falha geral no maquinário
≥ 0,50	≥ 1,11	Geralmente considerado letal para o navio

## 4. GRÁFICOS DOS MÉTODOS DE ESTUDO

### 3.1 SOBREPRESSÃO

Para realização das análises dos efeitos da detonação na água, o valor de  $C_{EB}$  de todas minas será aproximado a metade dos seus valores de carga de explosivo, pois para utilizar a equação 3 seria necessário o conhecimento do peso de seus invólucros. Assim é possível traçar um gráfico, por meio

do programa *Matlab*, de diversas minas com a relação de sobrepressão com a distância do centro da detonação.

Para critérios de comparação, será traçado um gráfico até o limite de 60 m de distância, minas com valores de 50, 100, 300, 500, 750 e 1000 kg e todas com carga de TNT. Será utilizada a relação de sobrepressão e distância com a equação 2 e os parâmetros de lei de escalonamento para TNT do quadro 1.

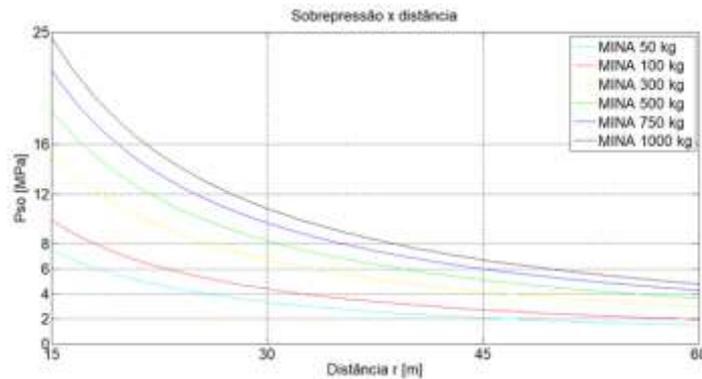


Figura 10 – Gráfico entre Sobrepressão e distância para as minas pressupostas

### 3.2 RAIO MÁXIMO DA BOLHA DE GÁS

A próxima abordagem a ser realizada consiste no gráfico do Raio da Máximo da bolha de gás formada pela detonação na água com relação da profundidade em que ocorre a detonação. É utilizado, então, a equação 1, para até 60 metros de profundidade com as mesmas minas hipotéticas. O estudo destes gráficos está intimamente ligado ao que é detalhado para os efeitos da bolha de gás, conforme descrito anteriormente.

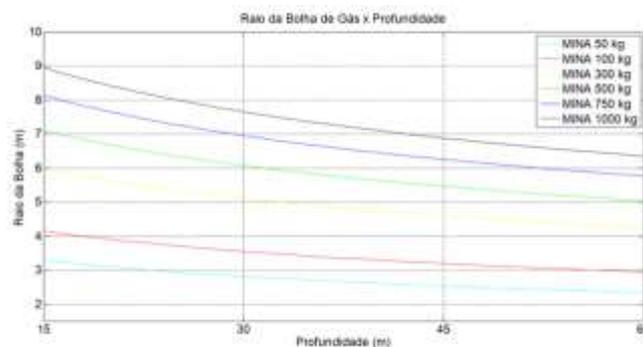


Figura 11 – Gráfico Raio Máxima da Bolha e Profundidade para Minas hipotéticas

## 3.3 FATOR DE CHOQUE

Uma última análise é feita utilizando o fator de choque. Será considerado o efeito para alvos submersos ou os navios de superfície perpendiculares a detonação. A equação 4 é a utilizada para as mesmas minas hipotéticas.

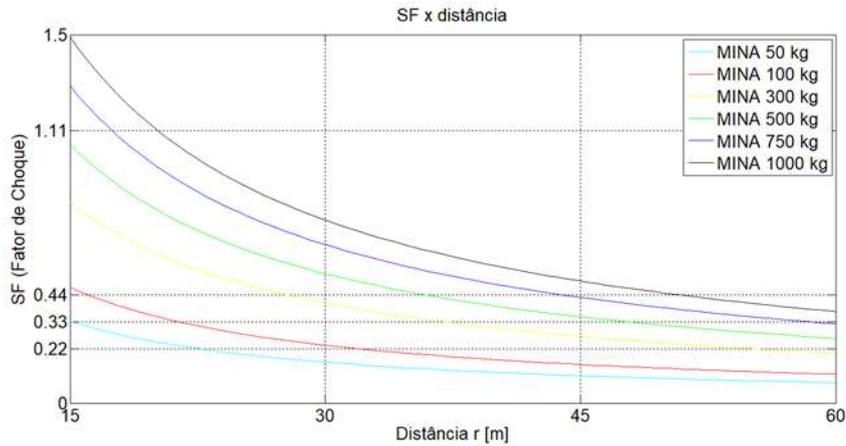


Figura 12 – Gráfico entre Fator de Choque e distâncias para as minas hipotéticas

## 3.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE SOBREPRESSÃO E FATOR DE CHOQUE

De posse dos gráficos, é possível montar um quadro comparativo entre análise de possíveis efeitos esperados das detonações das minas hipotéticas com relação a sobrepressão e fator de choque:

Quadro 4 – Danos prováveis relacionados aos métodos e distâncias para as minas pressupostas

	SP	SF	SP	SF	SP	SF	SP	SF
Mina	15 m de distância da Detonação		30 m de distância da Detonação		45 m de distância da Detonação		60 m de distância da Detonação	
50 kg (TNT)	Danos graves	Danos médios	Danos leves	Danos desprezíveis	Danos leves	Danos desprezíveis	Danos desprezíveis	Danos desprezíveis
100 kg (TNT)	Danos graves	Danos graves	Danos médio	Danos leves	Danos leves	Danos desprezíveis	Danos desprezíveis	Danos desprezíveis
300 kg (TNT)	Danos graves	Danos graves	Danos graves	Danos médios	Danos médios	Danos leves	Danos leves	Danos leves
500 kg (TNT)	Possível Afundamento	Danos graves	Danos graves	Danos graves	Danos médios	Danos médios	Danos leves	Danos leves
750 kg (TNT)	Possível Afundamento	Possível Afundamento	Danos graves	Danos graves	Danos médios	Danos médios	Danos médios	Danos médios
1000 kg (TNT)	Possível Afundamento	Possível Afundamento	Danos graves	Danos graves	Danos graves	Danos graves	Danos médios	Danos médios

Legenda: Sobrepressão (SP) e Fator de Choque (SF)

O quadro 4 demonstra que para as cargas com valores menores que 300 kg de TNT, fica a cargo do decisor optar por uma estimativa mais conservadora com o fator de choque ou otimista com o método de sobrepressão. Os estudos apresentam resultados praticamente idênticos para minas com cargas entre 300 kg e 1000kg de TNT.

## 5. CONCLUSÃO

Este artigo apresenta a importância das minas navais, tendo como destaque os possíveis efeitos de detonação na água com os estudos disponíveis atualmente, que apesar de extraídos de relações diversas empíricas, são extremamente necessários para o entendimento destes fenômenos para direcioná-los em uma atuação bélica. Desta forma, são analisados os resultados prováveis causados em alvos por minas com diferentes valores de cargas. Este estudo possibilita, com os dados apresentados, elaborar gráficos comparativos hipotéticos e se ter um melhor entendimento da aplicação mais adequada para determinadas minas navais.

## 6- REFERÊNCIAS

- COLE, R. H. Underwater Explosions, New Jersey: Princeton University Press, Princeton, 1948. 437 p.
- COPPENS, Alan B.; REINHARDT, Richard A. Explosives and Explosions. Monterey, California: Naval Post Graduate School, 1993.
- FERREIRA, Paulo Cesar Miscow. Curso AA-810 - Letalidade. Notas de aula em apresentação digital. São José dos Campos. ASD, 2016. Curso de Especialização em Engenharia de Armamento Aéreo.
- KINGERY, Charles N. et al. Airblast parameters from TNT spherical air burst and hemispherical surface burst. Maryland, US : Aberdeen Proving Ground, Army Armament and Development Center, Ballistic Research Laboratory, 1984. 124 p.
- SENNA. Cláudio José d'Alberto. O Poder das Minas: Seu Emprego Na Estratégia Naval Contemporânea. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v.17 n. 2 p. 199-211, jul-dez-2011.
- SMITH, Paul R. Underwater Explosion Energy Dissipation Near Waterborne Infrastructure. 2016. Disponível em: [https://uknowledge.uky.edu/ce\\_etds/35](https://uknowledge.uky.edu/ce_etds/35). Acesso em: 18 set. 2019.
- SNAY, H.G. Hydrodynamics of underwater explosions. In: Symposium on Naval Hydrodynamics. 1956. Washington, D.C.: National Academy of Sciences. Proceedings [...]. SNHH, 1956.
- SULFREDGE, D. C.; MORRIS, R. H.; SANDERS, R. L. Calculating the Effect of Surface or Underwater Explosions on Submerged Equipment and Structures. Oak Ridge, Tennessee: Oak Ridge National Laboratory, 2005. 14 p.
- SZTUROMSKI, Bogdan. The Effect of an Underwater Explosion on a Ship. Scientific Journal of Polish Naval Academy, n. 201, p. 57-73, 2015.
- UNITED STATES. Department of the Army. TM5-855-1: fundamentals of protective design for conventional weapons, Washington DC: DA, 1987.
- WESTERN PACIFIC NAVAL SYMPOSIUM. Introduction to Naval Weapons Engineering. Disponível em: [https://fas.org/man/dod101/navy/docs/es310/uw\\_wpns/uw\\_wpns.htm](https://fas.org/man/dod101/navy/docs/es310/uw_wpns/uw_wpns.htm). Acesso em: 15 set. 2019.

# Capítulo 7



10.37423/220105276

## QUALIDADE DA ÁGUA E AS COMPLICAÇÕES EM HEMODIÁLISE

*Asael Abner Naves Araújo*

*Centro de Estudo de Enfermagem e Nutrição  
- Pontifícia Universidade Católica de Goiás*

*Marislei Espíndula Brasileiro*

*Centro de Estudo de Enfermagem e Nutrição  
- Pontifícia Universidade Católica de Goiás*

*Raquel Quintanilha Nagamori*

*Centro de Estudo de Enfermagem e Nutrição  
- Pontifícia Universidade Católica de Goiás*



**Resumo:** Objetivo: identificar as principais complicações em Hemodiálise e analisar sua relação com a qualidade da água. Materiais e Método: estudo do tipo descritivo, exploratório, com análise integrativa da literatura disponível em bibliotecas convencionais e virtuais. Resultados: identificou-se que existe um grupo de principais complicações relacionadas com a Hemodiálise, que são: hipotensão, hipertensão, câibras musculares, náusea e vômito, cefaleia, dor torácica e lombar, prurido, febre e calafrios e que, de estudo para estudo, apenas há uma variação da ordem ou percentagem das complicações mais frequentes entre elas. Quando a água utilizada durante a hemodiálise não corresponde ao padrão estabelecido de qualidade e controle, algumas das principais complicações são constatadas como: náuseas, vômitos, cefaleias, hipertensão, febre, hipotensão, dor lombar, dor abdominal e calafrios mas , além da qualidade da água, inúmeros fatores podem contribuir para as complicações durante a sessão de hemodiálise, tais como: quadro geral do paciente, reuso de dispositivos, calibração dos valores da máquina de hemodiálise ou mesmo uso de medicamentos concomitantes ao tratamento. Conclusão: após a análise dos estudos foi possível concluir que a hipotensão, hipertensão, câibras musculares, náusea e vômito, cefaleia, dor torácica e lombar, prurido, febre e calafrios são comuns quando a qualidade da água está comprometida, embora outros fatores também contribuam para essas complicações. Este estudo possibilitou compreender a responsabilidade do enfermeiro em hemodiálise. A qualidade em assistência exige conhecimentos, não somente da assistência ao paciente, mas também a fatores externos que influenciam o bom funcionamento do tratamento dialítico.

**Descritores:** Enfermagem, Nefrologia, Hemodiálise, Complicações, Água.

## 1 INTRODUÇÃO

O interesse em pesquisar sobre as complicações em Hemodiálise e a qualidade da água utilizada surgiu ao observar, em pesquisas bibliográficas, uma direta relação entre a ocorrência de complicações e o déficit de controle da qualidade da água utilizada durante o tratamento dialítico. Isso ocorre, provavelmente, devido ao fato de existir um maior interesse, por parte dos enfermeiros, na prevenção ou intervenção direta com o paciente propriamente dito do que, também, com a qualidade do tratamento.

A Insuficiência Renal Crônica (IRC) refere-se à lesão renal e à perda progressiva e irreversível da função dos rins. Em sua fase mais avançada, os rins não conseguem mais manter a normalidade do meio interno fator que, caso não seja acompanhado com tratamento, levará à morte do paciente<sup>1 2</sup>.

A IRC pode ser tratada por meio da hemodiálise cujo principal critério é a estabilidade da função cardíaca. A hemodiálise é um procedimento que manipula o sangue três vezes por semana, durante cerca de 4h e num fluxo que varia entre 350 e 400mL/min, sendo que apenas uma membrana semi-permeável artificial (capilar ou filtro) separa o sangue do paciente do sangue dialisado. Ela consiste num processo de filtração e depuração do sangue de substâncias indesejáveis como a creatinina e a ureia, entre outras, que necessitam ser eliminadas da corrente sanguínea devido à deficiência no mecanismo de filtração nos pacientes portadores de IRC. A transferência de solutos entre o sangue e a solução de diálise através da membrana semi-permeável ocorre por três mecanismos: a difusão, que é o fluxo de soluto de acordo com o gradiente de concentração; a ultrafiltração, que é a remoção de líquidos através de um gradiente de pressão hidrostática e a convecção, que é a perda de solutos durante a ultrafiltração, quando ocorre o arraste de solutos na mesma direção do fluxo de líquidos através da membrana<sup>2 3</sup>.

É importante lembrar que a água é o composto da solução utilizada durante a hemodiálise e deve, portanto, sofrer frequentes vigilâncias e ser apresentada com qualidade segundo as diretrizes da legislação federal vigente, de forma a manter os níveis máximos de contaminantes para, assim, garantir a saúde do paciente. A água inerente ao tratamento dialítico deve ser, no mínimo, potável; as técnicas de osmose reversa e/ou deionização são as mais utilizadas para atingir a qualidade recomendada. Da mesma forma, as práticas de desinfecção e manutenção dos circuitos de água, assim como medição das concentrações físico-químicas e bacteriológicas periódicas, devendo ser cloro e pH controlados diariamente<sup>3 4</sup>. (ARTIGO 3)

As complicações que podem surgir durante a sessão de hemodiálise são, entre outras: hipotensão arterial, câibras musculares, náuseas e vômitos, dor torácica e lombar, prurido, febre e calafrios, edema agudo de pulmão e síndrome do desequilíbrio<sup>1 5</sup>. Essas complicações podem ocorrer durante ou após a sessão e podem ser eventuais, mas algumas são extremamente graves, podendo mesmo até ser fatais. A equipe de Enfermagem tem importância muito grande na observação contínua dos pacientes durante a sessão e na manutenção da qualidade da água, podendo ajudar a salvar muitas vidas e evitar muitas complicações ao fazer o diagnóstico de tais intercorrências e ao detectar falhas na qualidade da água, de forma precoce<sup>1 2</sup>.

No Brasil, são estimados 50.000 pacientes portadores de IRC distribuídos por 658 clínicas, sendo cerca de 45.000 em hemodiálise e 5.000 em diálise peritoneal<sup>3 6</sup>. Estima-se que na região Centro-Oeste há um total de 8.000 pacientes dialisados atendidos nas suas 64 clínicas cadastradas.

Anualmente, é estimado no Brasil o surgimento de cerca de 34.000 novos pacientes em contraste com os cerca de 18.000 óbitos em pacientes dialisados, sendo que na região Centro-Oeste seja de, aproximadamente, 3.600 novos casos para 1.800 óbitos anuais. É relatado que, embora a taxa de mortalidade anual venha diminuindo nos últimos anos, continuamos com uma grande incidência mortal entre os pacientes insuficientes renais crônicos<sup>6</sup>. (CENSO SBN)

Atualmente, obtém-se um grande progresso em relação à segurança e à eficácia das máquinas de hemodiálise, tornando o tratamento mais seguro e cada adequado, pois vem sofrendo mudanças ao longo dos anos. Se nos primórdios da diálise poderia ser razoável ter como objetivo evitar a morte por hipovolemia ou hipervolemia, hoje o tratamento dialítico busca a reversão dos sintomas urêmicos e a diminuição do risco de mortalidade, a melhoria da qualidade de vida e, também, a reintegração social dos pacientes<sup>7</sup>.

A Enfermagem é o grupo profissional que mais participa diretamente no processo que envolve a hemodiálise, incluindo a atuação na resolução das possíveis complicações decorrentes da manutenção inadequada dos sistemas de água, algo que é fortemente descrito pela literatura científica. Várias investigações sobre a possibilidade da contaminação dos suprimentos de água de hemodiálise relatam os diversos efeitos indesejáveis em pacientes quando concentrações dos contaminantes se encontram elevadas, sobretudo por falha humana. Diante disso, surge o questionamento: há um relacionamento direto entre a qualidade da água, utilizada durante a hemodiálise, e as principais complicações que surgem durante ou após o tratamento?

Por esse motivo, como é relatado no Código de Ética de Enfermagem os profissionais de Enfermagem devem sempre atualizar os seus conhecimentos técnicos, científicos e culturais em benefício de um tratamento com segurança e qualidade ao paciente renal crônico<sup>8</sup>. Desta forma espero que este estudo alcance um parâmetro extremamente indicativo para mudanças, melhoria e parametrização dos cuidados inerentes à utilização da água durante o tratamento dialítico.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar as principais complicações em hemodiálise e analisar a sua relação com a qualidade da água.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar a concordância dos autores sobre a relação entre a qualidade da água e as principais complicações em hemodiálise.

Analisar a importância do cuidar por parte dos enfermeiros, e o controle da qualidade da água utilizada.

## 3 MATERIAIS E MÉTODO

O presente artigo científico segue os moldes de uma pesquisa descritiva, bibliográfica, com análise integrativa, visando fazer uma ilustração geral sobre a relação da qualidade da água utilizada durante o tratamento dialítico e as principais complicações desse tratamento.

Trata-se de uma pesquisa descritiva, uma vez que há uma busca para especificar as propriedades, características e traços importantes de um processo, ou seja, há a pretensão de coletar informações através de estudos anteriores o que permitirá descrever minuciosamente as peculiaridades do tema discutido<sup>9</sup>. É também uma pesquisa bibliográfica porque abrange a leitura, análise e interpretação de um conjunto de conhecimentos reunidos por um levantamento de literaturas de diversas qualificações, assuntos, formas e natureza<sup>10</sup>.

A análise integrativa envolve a sistematização e publicação dos resultados de uma pesquisa bibliográfica em saúde, possibilitando a síntese do estado do conhecimento de um determinado assunto, além de apontar lacunas do conhecimento que precisam ser preenchidas com a realização

de novos estudos, para que possam ser úteis na assistência à saúde, tomando decisões focadas na sua melhoria e acentuando a importância da pesquisa acadêmica na prática clínica<sup>11</sup>.

Após a definição do tema foi feita uma busca em bases de dados virtuais em saúde, especificamente na Biblioteca Virtual de Saúde - Bireme. Foram utilizados os descritores: Enfermagem, Nefrologia, hemodiálise, complicações, água. O passo seguinte foi uma leitura exploratória das publicações apresentadas no Sistema Latino-Americano e do Caribe de informação em Ciências da Saúde - LILACS, National Library of Medicine – MEDLINE e Bancos de Dados em Enfermagem – BDENF, Scientific Electronic Library Online – Scielo, banco de teses USP. Os critérios de inclusão foram: serem publicados nos últimos dez anos e responderem aos objetivos do estudo. Foram excluídos os anteriores a 2005 ou que não respondiam aos objetivos.

Realizada a leitura exploratória e seleção do material, principiou a leitura analítica, por meio da leitura das obras selecionadas, que possibilitou a organização das ideias por ordem de importância e a sintetização destas que visou a fixação das ideias essenciais para a solução do problema da pesquisa.

Após a leitura analítica, iniciou-se a leitura interpretativa que tratou do comentário feito pela ligação dos dados obtidos nas fontes ao problema da pesquisa e conhecimentos prévios. Na leitura interpretativa houve uma busca mais ampla de resultados, pois ajustaram o problema da pesquisa a possíveis soluções. Feita a leitura interpretativa se iniciou a tomada de apontamentos que se referiram a anotações que consideravam o problema da pesquisa, ressaltando as ideias principais e dados mais importantes.

A partir das anotações da tomada de apontamentos, foram confeccionados fichamentos, em fichas estruturadas em um documento do Microsoft Word, que objetivaram a identificação das obras consultadas, o registro do conteúdo das obras, o registro dos comentários acerca das obras e ordenação dos registros. Os fichamentos propiciaram a construção lógica do trabalho, que consistiram na coordenação das ideias que acataram os objetivos da pesquisa.

As ideias mais importantes dos estudos foram inseridas em um quadro sinóptico, que consistiu na desconstrução dos estudos, dividido em quatro colunas: 1) numeração dos estudos, 2) resultados das pesquisas e suas referências. A leitura repetida dos resultados, em busca dos pontos comuns entre eles resultou em uma terceira coluna: 3) pontos comuns entre os resultados das pesquisas, onde se descreveu em que os autores concordaram. O último passo foi a construção das categorias, que consistiu na síntese de cada ponto comum.

Para a discussão dos resultados encontrados, iniciou-se a reconstrução do conjunto dos estudos em sete etapas: 1) uso da categoria como subtítulo de resultados e discussão; 2) introdução e quantificação dos pontos comuns; 3) exposição dos resultados dos estudos comuns, com argumentação lógica e defesa do tema; 4) interpretação e discussão da síntese dos resultados dos estudos; 5) conclusão da categoria, respondendo aos objetivos; 6) construção do paradoxo, demonstrando que toda tese tem sua antítese; 7) fundamentação da antítese; 8) conclusão geral da categoria.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos dez anos, ao se buscar as Bases de Dados Virtuais em Saúde, tais como a LILACS, MEDLINE e SCIELO, utilizando-se as palavras-chave: hemodiálise, água e complicações encontrou-se 72 artigos publicados entre 2005 e 2015. Foram excluídos 59, por não responderem ao objetivo do presente trabalho e por apresentarem conteúdos completamente alheios sendo, portanto, incluídos neste estudo 13 publicações. Após a leitura exploratória dos mesmos, foi possível identificar a visão de diversos autores a respeito da qualidade necessárias da água para a realização da Hemodiálise e das principais complicações relatadas neste tratamento dialítico.

Pesquisar a respeito da relação das principais complicações em Hemodiálise e a qualidade da água se demonstrou ser um desafio já que, de entre todos os artigos analisados, nenhum dos artigos publicados cruzam os dois subtemas deste trabalho, o que demonstra que esta relação não é uma prática de interesse recente.

### 4.1 AS PRINCIPAIS COMPLICAÇÕES DA HEMODIÁLISE

Dos treze artigos, todos estão em consenso quanto ao fato de que a Hemodiálise é um tratamento dialítico de excelência mas que pode apresentar intrínsecas complicações, conforme é possível verificar:

Mesmo com a crescente sofisticação dos equipamentos de hemodiálise nas últimas décadas que tornaram esse procedimento seguro e capaz de manter a vida dos pacientes por longos períodos “em 30% das sessões de hemodiálise pode ocorrer algum tipo de complicação decorrente desta modalidade terapêutica”<sup>12</sup>.

Além das complicações pertinentes ao quadro patológico da IRC, os pacientes submetidos à hemodiálise sofrem consequências danosas decorrentes deste tratamento dialítico e ficam mais suscetíveis a ocorrência de complicações agudas.

Entre os seis artigos que desenvolveram sobre as complicações apresentadas na Hemodiálise, cinco estão em consenso de que as principais complicações incluiriam a hipertensão conforme é possível verificar na fala abaixo:

Entre as complicações que ocorrem com maior frequência estão presentes a hipotensão, hipertensão, câibras musculares, náusea e vômito, cefaleia, dor torácica e lombar, prurido, febre e calafrios<sup>2 13 14 16</sup>.

Percebe-se, nos estudos supracitados, que existe um grupo de principais complicações relacionadas com a Hemodiálise, que são: hipotensão, hipertensão, câibras musculares, náusea e vômito, cefaleia, dor torácica e lombar, prurido, febre e calafrios e que, de estudo para estudo, apenas há uma variação da ordem ou percentagem das complicações mais frequentes entre elas.

Paradoxalmente, existe um autor que não refere a hipertensão como uma das complicações da Hemodiálise, o qual afirma que “incluem: hipotensão arterial (como uma das principais), câimbras, náuseas e vômitos, cefaleia, dor no peito, dor lombar, prurido, febre e calafrios”<sup>17</sup>.

Desta forma, conclui-se que as principais complicações que se fazem apresentar na Hemodiálise são: hipotensão, hipertensão, câimbras, náuseas e vômitos, cefaleias, dor torácica, dor lombar, prurido e febre e calafrios, independentemente da sua confirmação ou frequência/ordem de importância.

Seja no serviço público ou como enfermeiro particular, o enfermeiro ainda é o profissional essencial a este cuidado, sendo ele responsável pelo fornecimento de um tratamento com segurança e qualidade ao paciente renal crônico, mitigando as complicações da Hemodiálise através da contínua atualização dos seus conhecimentos sobre diversos assuntos, incluindo a qualidade da água utilizada para o tratamento.

## 4.2 PARÂMETROS MÍNIMOS PARA UMA ÁGUA COM QUALIDADE PARA HEMODIÁLISE

Relata-se que a água é essencial para todos os seres vivos, pois a mesma é principal na responsabilidade das reações metabólicas nos organismos e devido ao seu grande poder de dissolução, a água é considerada um solvente universal. Mas é de extrema importância ressaltar a necessidade de um controle do teor salino que varia durante o seu ciclo hidrológico, uma vez que uma alta quantidade desses sais pode causar danos aos organismos humanos.

Para controlar essa situação foram criados padrões de potabilidade regido por normativas governamentais. Contudo, estes padrões não podem ser utilizados por pessoas que são submetidas ao tratamento dialítico, pois essas pessoas necessitam que a água esteja no seu grau mais absoluto de pureza e por isso há um tratamento específico para a retirada de substâncias malélicas à saúde desses pacientes<sup>18</sup>.

Para o tratamento adequado da água dialítica, é preciso seguir normas governamentais cuja Resolução mais recente é a RDC N° 11, de 13 de Março de 2014 e utilizar processos adequados que podem ser conseguidos através de: deionizadores, filtros mecânicos, abrandadores, filtros de carvão ativado e Osmose Reversa que, do posto de vista físico, químico e bacteriológico, estes processos proporcionam uma água extremamente pura, retendo “95 a 99% dos contaminantes químicos, 99,9% das bactérias, fungos, algas, vírus e colóides”<sup>18</sup>.

A RDC N°11, de 13 de Março de 2014 estabelece padrões de pureza da água destinada à Hemodiálise, que seguem os parâmetros listados nas tabelas 1 e 2 e, para chegar a esses valores demonstrados, é necessário que a água passe então por diversas análises sejam elas de condutividade, pH, matérias orgânica, entre outras<sup>19</sup>.

**Tabela 1** – Características físicas e organolépticas da água potável

<b>Características</b>	<b>Parâmetro aceitável</b>
<b>Cor aparente</b>	Incolor
<b>Turvação</b>	Ausente
<b>Sabor</b>	Insípido
<b>Odor</b>	Inodoro
<b>Cloro residual livre</b>	Água de rede pública >0,2mg/L; Água de fonte alternativa >0,5mg/L
<b>pH</b>	6,0 a 9,5

Fonte: RDC N°11, de 13 de Março de 2014

**Tabela 2** – Padrão de qualidade da água para hemodiálise

<b>Componentes</b>	<b>Valor Máximo Permitido</b>
<b>Coliforme total</b>	Ausência em 100ml
<b>Contagem de bactérias heterotróficas</b>	100 UFC/mL
<b>Endotoxinas</b>	0,25 EU/mL
<b>Alumínio</b>	0,01mg/L
<b>Antimônio</b>	0,006mg/L
<b>Arsênio</b>	0,005mg/L
<b>Bário</b>	0,1mg/L
<b>Berílio</b>	0,0004mg/L
<b>Cádmio</b>	0,001mg/L

<b>Cálcio</b>	2mg/L
<b>Chumbo</b>	0,005mg/L
<b>Cloro total</b>	0,1mg/L
<b>Cobre</b>	0,1mg/L
<b>Cromo</b>	0,014mg/L
<b>Fluoreto</b>	0,2mg/L
<b>Magnésio</b>	4mg/L
<b>Mercúrio</b>	0,0002mg/L
<b>Nitrato</b>	2mg/L
<b>Potássio</b>	8 mg/L
<b>Prata</b>	0,005mg/L
<b>Selênio</b>	0,09mg/L
<b>Sódio</b>	70mg/L
<b>Sulfato</b>	100mg/L
<b>Tálio</b>	0,002mg/L
<b>Zinco</b>	0,1mg/L

Fonte: RDC N°11, de 13 de Março de 2014

Percebe-se que a RDC N°11, de 13 de Março de 2014 enumera extensamente cada característica mínima a ser seguida para que um tratamento dialítico seja realizado com qualidade, prevenindo assim a apresentação de complicações durante o tratamento.

Conclui-se então que o enfermeiro tem um papel importante nessa prevenção uma vez que o mesmo é capacitado e responsável pelos cuidados de enfermagem intrínsecos à Hemodiálise.

Paradoxalmente, a RDC nº 154 de 15 de junho de 2004 refere que o dimensionamento deve atender a um enfermeiro para cada 35 pacientes por turno de diálise o que demonstra uma disparidade no tempo necessário para uma continuidade nos cuidados de enfermagem que deve ocorrer concomitantemente ao controle da qualidade da água<sup>20</sup>.

#### 4.3 PRINCIPAIS REAÇÕES FRENTE À MÁ QUALIDADE DA ÁGUA

Os problemas pelo uso direto de água potável, sem os devidos processos adequados, no tratamento dialítico podem ser causados pela presença do sulfato de alumínio, usado nas estações de tratamento de água potável para o processo de floculação, “provocando no paciente anemia, encefalopatia e osteomalácia”. Subprodutos do processo de desinfecção da água como as cloraminas, causando hemólise. O flúor, usado na água potável na prevenção de cáries dentárias, “pode provocar também osteomalácia e fluorose”. Além dos componentes naturais da água, “como uma água rica em cálcio e magnésio que pode causar a síndrome da água dura”, caracterizada por náuseas, vômitos, cefaleias e hipertensão, e altas concentrações de sódio que podem causar distúrbios osmolares. Além disso, a presença de contaminantes eventuais, como os microrganismos e seus produtos, “pode causar febre,

mal-estar, hipotensão e, mais raramente, complicações mais graves, como choque, insuficiência hepática e óbito”<sup>21</sup>.

Vários estudos encontrados apontam também à possibilidade de diversos efeitos indesejáveis relacionados com a qualidade da água. Efeitos esses que foram apresentados por pacientes em tratamento dialítico devido à contaminação dos suprimentos de água de hemodiálise por concentrações elevadas de determinados contaminantes, devido maioritariamente à falha humana.

Por exemplo, em setembro de 2000, 16 pacientes sob Hemodiálise de um hospital em Minas Gerais reações hemolíticas compatíveis a sintomas de intoxicação por cloro em água. Os sintomas apresentados foram “dor torácica, dor lombar, dor abdominal, diarreia, hemólise, coagulação no capilar, calor e rubor”, alguns destes ocorrendo simultaneamente em alguns pacientes<sup>22</sup>.

Outro exemplo foi o estudo de coorte, em pacientes sob hemodiálise, realizado entre o ano de 2000 e 2001, que refere que após tratamento a água apresenta exames culturais negativos e quantidade de endotoxinas na amostra abaixo dos valores aceitáveis o que traduziu, por sua vez, na diminuição da implicação da “gênese de febre e calafrios”<sup>4</sup>.

Percebe-se, com esses exemplos, que quando a água utilizada durante a hemodiálise não corresponde ao padrão estabelecido de qualidade e controle, algumas das principais complicações são constatadas como: náuseas, vômitos, cefaleias, hipertensão, febre, hipotensão, dor lombar, dor abdominal e calafrios.

Por outro lado, além da qualidade da água, inúmeros fatores podem contribuir para as complicações durante a sessão de hemodiálise, tais como: quadro geral do paciente, reuso de dispositivos, calibração dos valores da máquina de hemodiálise ou mesmo uso de medicamentos concomitantes ao tratamento.

Desta forma faz-se necessário maior aprofundamento do tema para que tanto os profissionais quanto a população estejam cientes da importância da qualidade da água utilizada em hemodiálise, exigindo a presença constante do enfermeiro nefrologista.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi alcançado, pois se identificou as principais complicações em Hemodiálise e se encontrou sua relação com a qualidade da água.

Após a análise dos estudos foi possível concluir que a hipotensão, hipertensão, cãibras musculares, náusea e vômito, cefaleia, dor torácica e lombar, prurido, febre e calafrios são comuns quando a qualidade da água está comprometida, embora outros fatores também contribuam para essas complicações.

Este estudo possibilitou ao pesquisador compreender a responsabilidade do enfermeiro em hemodiálise, bem como saber que, qualidade em assistência exige conhecimentos, não somente da assistência ao paciente, mas também a fatores externos que influenciam o bom funcionamento do tratamento dialítico, tais como a água.

Percebe-se, portanto, a necessidade de se aprofundar os conhecimentos sobre a importância da água no processo de tratamento da pessoa com insuficiência renal crônica.

## 6 REFERÊNCIAS

1. Riella MC. Princípios de Nefrologia e Distúrbios Hidroeletrólitos. 5° ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2012.
2. Nascimento CD, Marque IR. Intervenções de Enfermagem nas Complicações Mais Frequentes Durante a Sessão de Hemodiálise: Revisão da Literatura. Revista Brasileira de Enfermagem 2005; 58(6): 719-722. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-1672005000600017&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-1672005000600017&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 10 de janeiro de 2015.
3. Varo SD, Martins CHG, Cardoso MJO, Sartori FG, Montanari LB, Pires-Gonçalves RHP. Isolamento de fungos filamentosos em água utilizada em uma unidade de hemodiálise. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2007; 40(3): 326-331. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0037-86822007000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822007000300015). Acesso em: 10 de janeiro de 2015.
4. Calderaro RVV, Heller L. Surto de Reações Hemolíticas Associado a Residuais de Cloro e Cloraminas na Água de Hemodiálise. Revista de Saúde Pública 2001; 35(5):481-486. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102001000500012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102001000500012). Acesso em: 10 de janeiro de 2015.
5. Valente MR. Diálise para Enfermagem: Guia Prático. 2°ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010.
6. BRASIL. Sociedade Brasileira de Nefrologia. SENSO de 2014. Disponível em: <http://www.sbn.org.br/publico/noticias?id=2557>. Acesso em: 10 de janeiro de 2015.
7. Araújo ACS, Santo EE. A Importância das Intervenções do Enfermeiro nas Intercorrências Durante a Sessão de Hemodiálise. Caderno Saúde e Desenvolvimento 2012; 1(1): 44-58. Disponível em: <http://grupouninter.com.br/revistasauade/index.php/cadernosaudedesenvolvimento/article/viewFile/137/72>. Acesso em: 10 de janeiro de 2015.
8. BRASIL. Conselho Regional de Enfermagem. Resolução COFEN nº 311/2007. Disponível em: <http://se.corens.portalcofen.gov.br/codigo-de-etica-resolucao-cofen-3112007>. Acesso em: 7 de fevereiro de 2015.
9. Conselho Federal de Enfermagem. Resolução nº 311, de 8 de fevereiro de 2007. Código de Ética dos Profissionais de Enfermagem. Rio de Janeiro: COFEN, 2007. Disponível em: [http://www.cofen.gov.br/resoluo-cofen-3112007\\_4345.html](http://www.cofen.gov.br/resoluo-cofen-3112007_4345.html). Acesso em: 7 de fevereiro de 2015.
10. Sampieri RH, Collado CF, Lucio MPB. Metodologia de Pesquisa. 5° ed. Porto Alegre: Penso; 2013.
11. Marconi MA, Lakatos EM. Fundamentos de Metodologia Científica. 7° ed. São Paulo: Editora Atlas S.A.; 2010.
12. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão Integrativa: Método de Pesquisa para a Incorporação de Evidências na Saúde na Enfermagem. Texto & Contexto Enfermagem 2008;

- 17(4): 758-764. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v17n4/18.pdf>. Acesso em: 7 de fevereiro de 2015.
13. Terra FS, Costa AMDD, Figueiredo ET, Morais AM, Costa MD, Costa RD. As Principais Complicações Apresentadas Pelos Pacientes Renais Crônicos Durante as Sessões de Hemodiálise. *Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica* 2010; 8(3): 187-192. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2010/v8n3/a001.pdf>. Acesso em: 7 de fevereiro de 2015.
14. Silva ALO, Moreira JC. Efeitos Tóxicos de Alguns Contaminantes Inorgânicos à Saúde de Pacientes Submetidos à Hemodiálise. *Cadernos Saúde Coletiva* 2009; 17(3): 691-730. Disponível em: [http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2009\\_3/artigos/Artigo\\_8.pdf](http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2009_3/artigos/Artigo_8.pdf). Acesso em: 7 de fevereiro de 2015.
15. Ribeiro RCHM, Ferrari RR, Bertolin DC, Canova JCM, Lima LCEQ, Ribeiro DF. O Perfil Sócio-demográfico e as Principais Complicações Intradialíticas Entre Pacientes com Insuficiência Renal Crônica em Hemodiálise. *Arquivos de Ciências da Saúde* 2009; 16(4): 175-180. Disponível em: [http://repositorio-racs.famerp.br/racs\\_ol/vol-16-4/IDK6\\_out-dez\\_2010.pdf](http://repositorio-racs.famerp.br/racs_ol/vol-16-4/IDK6_out-dez_2010.pdf). Acesso em: 7 de fevereiro de 2015.
16. Nascimento MJSS. Assistência de Enfermagem nas complicações durante as sessões de Hemodiálise. Recife (PE): Faculdade de Boa Viagem, Programa de Pós Graduação em Enfermagem; 2013. Disponível em: <http://www.cceursos.com.br/img/resumos/enfermagem/06.pdf>. Acesso em: 12 de setembro de 2015.
17. Bregman H, Daugirdas JT, Ing TS. Complicações durante a hemodiálise. In: Daugirdas JT, Ing TS. *Manual de diálise*. 2ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 1996
18. Silva AMM, Martins CTB, Ferraboli R, Jorgetti V, Junior JER. Revisão/Atualização em Diálise: Água para Hemodiálise 1996; 18(2): 180-188. Disponível em: [http://www.jbn.org.br/audiencia\\_pdf.asp?aid2=955&nomeArquivo=18-02-17.pdf](http://www.jbn.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=955&nomeArquivo=18-02-17.pdf). Acesso em: 12 de setembro de 2015.
19. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N°11 de 13 de março de 2014. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/32cb310043da93a4969197937783f3a1/rdc001\\_1\\_13\\_03\\_2014.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/32cb310043da93a4969197937783f3a1/rdc001_1_13_03_2014.pdf?MOD=AJPERES). Acesso em: 12 de setembro de 2015.
20. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N°154 de 15 de junho de 2004. Disponível em: [http://www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com\\_gmg&controller=document&id=428](http://www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=428). Acesso em: 12 de setembro de 2015.
21. Neto HFC. A “Tragédia da Hemodiálise” 12 Anos Depois Poderia ela Ser Evitada?. [tese]. Recife (PE): Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães; 2011.

22. Santos CA, Antonello ICF, Figueiredo CEP. Evidência Adicional de que Uso de Água Ultrapura Diminui Inflamação em Hemodiálise. *Jornal Brasileiro de Nefrologia* 2006; 28(3):134-138. Disponível em: [http://www.jbn.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=220](http://www.jbn.org.br/detalhe_artigo.asp?id=220). Acesso em: 12 de setembro de 2015.

# Capítulo 8



10.37423/220105278

## REDE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM EM GESTÃO PÚBLICA

*Juliano Schimiguel*

*Universidade Cruzeiro do Sul*

*Fernanda Silva Brandão Raposo*

*Universidade Cruzeiro do Sul*

*Carlos Adriano Martins*

*Universidade Cruzeiro do Sul*



**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi captar e analisar a percepção dos alunos que formaram uma rede de comunidade virtual de aprendizagem, nativos e imigrantes digitais, participantes de um curso ofertado na modalidade de EaD, em Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão Pública Municipal de uma universidade pública no Estado do Maranhão, que atende a 22 polos, em municípios com diferentes realidades sociais. O processo metodológico se deu pela realização de uma pesquisa (questionários abertos e fechados), coletando, elaborando e analisando os dados e os apresentando por meio de gráficos e tabelas. Analisou-se o cumprimento dos objetivos, no sentido de identificar as práticas de gestão de EaD utilizadas pela IES, a fim de apontar as dificuldades atuais de implementação do modelo de educação a distância; as características e a experiência da instituição, identificando as diferentes etapas de implementação, no que se refere à infraestrutura, formação do corpo docente e resposta do corpo discente. Pelos resultados, observou-se que esta modalidade representa um dos principais argumentos utilizados para justificar o emprego da modalidade de aprendizagem a distância enquanto um meio de atender ao público que busca acesso ao ensino e, também, na adequação dos documentos e métodos do curso, o que garantiu a qualidade e o bom desempenho do processo ensino-aprendizagem, pois a IES investiu em tecnologias apropriadas e treinamento do corpo docente e técnico de forma que todas as ações de educação a distância fossem planejadas e executadas por uma equipe ciente das peculiaridades da modalidade, das ferramentas apropriadas e metodologias específicas. A universidade adquiriu a estrutura tecnológica necessária, a fim de democratizar o ensino, alcançando estrutura para o desenvolvimento de cursos a distância. Quanto à melhor forma de utilização das ferramentas de comunicação disponíveis em seu ambiente de aprendizagem, a IES contou com uma infraestrutura para videoconferência, atendendo aos polos em todo Estado e tendo, portanto, o entendimento por parte da administração da IES de que o acesso à educação é direito de toda a sua comunidade.

**Palavras-chave:** Educação a distância; Tecnologia da informação e comunicação; Pós graduação.

## INTRODUÇÃO

No século XXI, a importância crescente das ciências e das tecnologias e a inserção de outros meios de aquisição de conhecimento, utilizando-se de novos recursos tecnológicos, com ênfase nas esferas das mídias eletrônicas com informações digitalizadas, as imagens e os sons, e a própria informática, associados com as consequências da revolução da informação, promovem uma evolução nos processos educacionais e nas teorias pedagógicas. E a educação a distância está inserida neste importante contexto da educação contemporânea, mesmo que suas raízes estejam num passado muito remoto (MAIA e MATTAR, 2007).

Desse modo, democratização das mídias facilitou às camadas mais desfavorecidas da população o acesso aos meios computacionais, outrora pertencentes a um grupo seletivo da sociedade (BENAKOUCHE, 2000). Tal democratização contempla a estrutura física (*hardware*), agregada ao desenvolvimento das linguagens de computador (*software*) e os serviços disponibilizados como a internet, que já dispõe da alternativa de acesso gratuito ampliando as possibilidades postas ao alcance da população como o correio eletrônico, *chats* de bate-papos, *sites* sociais de relacionamento (BENAKOUCHE, 2000).

O advento da telefonia móvel com os celulares, *tablets*, *laptops*, os quais possibilitam o acesso à Internet de qualquer ambiente e em qualquer situação, da televisão com a multiplicidade de alternativas oferecidas pelos canais a cabo ou por satélites, das teleconferências ou videoconferência que permitem uma comunicação síncrona, ou seja, em tempo real, tanto de sons, como de imagens, agrega valores imprescindíveis aos avanços registrados nos campos da telefonia (BENAKOUCHE, 2000).

É o que Lévy (1999, p.17) define como cibercultura, "um conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores, que se desenvolvem paralelamente ao crescimento do ciberespaço", sendo ciberespaço por sua vez definido por Lévy (1999, p.107) "o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial de computadores e memórias informáticas".

É a manifestação dessa cultura virtual que vai dar à EaD uma nova acepção. Certamente não foram as novas mídias que criaram a EaD, haja vista, que ela já conta com uma longa história: do ensino por correspondência, passando pelo uso do rádio e da televisão e evoluindo com as diferentes gerações de tecnologias que têm sido colocadas a disposição da educação (BENAKOUCHE, 2000).

Esta pesquisa foi desenvolvida com base em referências bibliográficas destacadas de alguns autores, nos quais fundamentamos nossa metodologia, como: Marina de Andrade Marconi e Eva Maria Lakatos (2007), Roberto Jerry Richardson (2008) dentre outros. Para dissertar sobre Ensino a Distância usaram-se as ideias de renomados autores como Maria Luiza Belloni (2006), Frederic M. Litto, Marcos Formiga (2009), Carmem Maia e João Mattar (2007), John E. Freund & Gary A. Simon (2000) e outros. Cita-se também Rosilene Aparecida Dias e Lígia Silva Leite (2010), que tratam do crescimento dessa modalidade de ensino no nosso país.

Nessa mesma literatura, encontram-se artigos de vários autores que deram suporte a esta pesquisa. Dentre esses autores, chamou a atenção o posicionamento de Ivônio Barros Nunes (2009), com seu artigo a história da EaD no Mundo, Vani Moreira Kenski, Michel Moore, Arnaldo Niskier (1999), e Reginaldo Carmello Moraes (2010). Dentre outros artigos de diversos autores disponíveis em sites da Rede Mundial de Computadores.

Podem-se mencionar, ainda, as redes de comunidade virtual de aprendizagem e as relações constituídas. Foram também pesquisados outros documentos como: revista Interativa da UFMA/NEaD. Esses documentos foram estudados individualmente, sendo depois reunidos por similaridade de categorias, a partir dos temas abordados, dando destaque para Pierre Lévy (1993), as tecnologias da inteligência e Cibercultura.

Entre os diversos aspectos positivos possíveis de se destacar como: ambiente virtual de aprendizagem Moodle, que é um software que mais cresce na qualidade de adesão social, também no cenário da educação on-line, defendido por Rodolfo Nakamura (2008), e Edna Lucia da Silva (2010).

O objetivo geral deste trabalho foi captar e analisar a percepção dos alunos, participantes da EaD, em um curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em (Gestão Pública Municipal) da Universidade Federal do Maranhão, mediada pelas Novas Tecnologias de Informação (TICs), observando as barreiras das desigualdades sociais e regionais.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE EAD

Vários são os significados de educação a distância. No Decreto nº 2.494, de 10/02/98, que regulamenta o art. 80 da LDB, lê-se:

Educação a distância é uma forma de ensino que possibilita a autoaprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação.

Vale mencionar que alguns pontos são comuns a praticamente todos eles. Para Maia e Mattar (2007, p. 6), “A EaD é uma modalidade de educação em que professores e alunos estão separados, planejada por instituições e que utiliza diversas tecnologias de comunicação”.

Para Chaves (1999, p. 2), “EaD é o ensino que acontece quando o ensinante e o aprendente estão separados”. De modo óbvio, para existir EaD, mesmo nesse sentido, é essencial, é necessário que ocorra a interferência de determinada tecnologia.

Na opinião de Niskier (1999, p. 49), “a modalidade modifica aquela velha ideia de que, para existir ensino, seria sempre necessário contar com a figura do professor em sala de aula e de um grupo de estudantes”.

Moore e Kearsley (2007, p. 1) garantem que o conceito essencial da educação a distância é simples: “alunos e professores estão separados pela distância, e algumas vezes, também pelo tempo. Partindo desta premissa, pode-se afirmar que a EAD está vinculada à mídia, ao meio de comunicação”.

Ainda de acordo com Niskier (1999, p. 72):

Educação a distância é a aprendizagem planejada que geralmente ocorre num local diferente do ensino e, por causa disso, requer técnicas especiais de desenho de curso, técnicas especiais de instrução, métodos especiais de comunicação através da eletrônica e outras tecnologias, bem como arranjos essenciais organizacionais e administrativos.

A educação a distância implica, portanto, não apenas a distância física, mas também a possibilidade da comunicação diferida, na qual o aprendizado se dá sem que, no mesmo minuto, as figuras envolvidas estejam participando das atividades, ao contrário do que ocorre normalmente no ensino tradicional e presencial.

Neste sentido, Nunes (2009, p. 1) considera:

A EAD é um recurso de incalculável importância como modo apropriado para atender a grandes contingentes de alunos de forma mais efetiva que outras modalidades e sem riscos de reduzir a qualidade dos serviços oferecidos em decorrência da ampliação da clientela atendida

Confirmando o que expõe o autor acima, constatou-se que ainda hoje existe certo preconceito em relação à educação a distância, embora seja inegável que atualmente a marginalização para com

aqueles que recorrem a esse tipo de ensino, se comparada à época do seu surgimento, já é bem menor.

De acordo com Arétio (1996, p. 80)

A educação a distancia é um sistema tecnológico de comunicação bidirecional, que substitui o contato pessoal professor/aluno, como meio preferencial de ensino, pela ação sistemática e conjunta de diversos recursos didáticos e pelo apoio de uma organização e tutoria, que possibilitam a aprendizagem independente e flexível dos alunos.

Todavia, como no Brasil, a procura pelo conhecimento sempre foi muito dispendiosa e, por isso, privilégio dos poucos que de alguma maneira podiam arcar com os gastos de uma escola tradicional, abdicando de um trabalho que lhes assegurasse o sustento, para muitos só restava o ensino das instituições públicas. Estas, até no início dos anos sessenta garantiam uma educação capaz de satisfazer as necessidades do povo, mas, nos últimos quarenta anos, especialmente as de ensino básico, tornaram-se totalmente deficientes.

Preti (1996, p. 27), em sua dissertação, afirma que a EaD deve ser entendida como “uma prática educativa situada e mediatizada, uma modalidade de se fazer educação, de se democratizar o conhecimento”.

Analisando a definição de educação a distância de Michel Moore (1996, p.2).

A educação a distância é um aprendizado planejado, que normalmente ocorre em local diferente do ensino, por isso requer técnicas especiais na elaboração do curso, técnicas instrucionais especiais, métodos especiais de comunicação eletrônica e outras tecnologias, assim como uma organização especial e estratégias administrativas.

Assim, o acesso ao conhecimento e à capacitação profissional continuou sendo um privilégio dos já privilegiados economicamente. A proliferação de instituições de ensino básico e superior da rede privada, por mais críticas que possam merecer, tornou-se a única opção para aqueles que, mesmo com uma educação básica e nível socioeconômico frágil, não desistem de buscar obter conhecimento e qualificação profissional (NISKIER,1999).

## VANTAGEM E DESVANTAGEM DA EAD

A principal vantagem do ensino a distância realizado via internet é que diversas pessoas podem utilizar simultaneamente, se dele necessitar, alunos, estudantes universitários, trabalhadores, bem como por

aqueles que anseiam retornar ao trabalho depois de um período de ausência (LITTO e FORMIGA, 2009).

Destarte, os trabalhadores podem crescer e atualizar os seus conhecimentos específicos no seu local de trabalho. Quem sabe tenham a chance de obter uma licenciatura sem serem prejudicados pelos horários.

Para Litto e Formiga, (2009, p. 9):

Uma das vantagens do EAD por meio da internet é que pode ser usada por várias pessoas que dela precisam: alunos, estudantes universitários, trabalhadores, bem como por aqueles que voltarem ao trabalho depois um período de ausência.

Nessa perspectiva, um estudante que não pode frequentar a escola, por motivos de doença, tem a oportunidade de acompanhar as aulas em casa e, portanto, não se vê em desvantagem em relação aos seus colegas. O mesmo sucede com um estudante universitário que passa um semestre ou um ano no exterior: o ensino a distância permite-lhe "assistir" às aulas da sua universidade (LITTO e FORMIGA, 2009).

As mães que desejem trabalhar no seu antigo emprego, posteriormente à licença de parto, visto que o mercado de trabalho às vezes sofre alterações drásticas, num curto espaço de tempo têm a oportunidade de aprofundar as suas aptidões profissionais, enquanto os seus filhos estão no infantário, na escola, ou na cama (LITTO e FORMIGA, 2009).

Além do mais, pessoas de diversos escalões sociais, culturais e econômicos têm a oportunidade de interagir. Alunos que estão longe de uma universidade ou pessoas não capacitadas, têm hoje a possibilidade de estudar. Desse modo, o simples fato de os cursos estarem disponíveis em qualquer lugar e durante um período denota que cada vez mais pessoas os podem frequentar.

A desvantagem da EaD são as dificuldades assinaladas, especialmente, pela falta de socialização, da obrigação de conhecimento antecedente e da evasão.

Para Litto e Formiga (2009, p. 10)

A ausência de socialização no que se refere à falta de comunidades dinâmicas de aprendizagem na Internet, pois na maioria das vezes não têm atividades comunitárias e culturais. Mas, o modelo de ensino à distância, a separação física entre alunos e professores é uma característica essencial. Não se tem a riqueza da relação educativa, pessoal entre alunos e professor, dificultando alcançar os objetivos no campo afetivo e moral, por exemplo.

É preciso ainda analisar a reivindicação do indivíduo, no sentido de ser letrado o suficiente para que possa compreender os textos e usar a rede. Quanto à evasão, é difícil ainda estabelecer parâmetros, pois muitos alunos tendem a abandonar seus estudos, mesmo antes de terem começado.

Os autores Litto e Formiga, (2009) deixam algumas reflexões para que todos possam pensar em como adotar práticas pedagógicas na rede mundial de computadores e fundar comunidades decididas a aprender. Finalmente, como abrigar uma nova metodologia nos ambientes de trabalho no sentido de que sejam mais humanizados ou mesmo usar as novas tecnologias.

## METODOLOGIA E ESTUDO DE CASO

O processo percorrido para realização desta pesquisa abrange uma série de passos distintos, que vão desde a preparação da pesquisa com a especificação dos objetivos e suas fases que englobam a escolha do tema, o levantamento dos dados, a delimitação da pesquisa, um plano de amostragem e a seleção de métodos e técnicas. Posteriormente, numa outra etapa, tratar-se-á da execução da pesquisa na qual foi coletado, elaborado e analisado para posteriormente representá-los por meio de gráficos ou tabelas. E finalmente obter-se o relatório da pesquisa em destaque com a análise final dos resultados, conforme pode ser visto na figura 1:

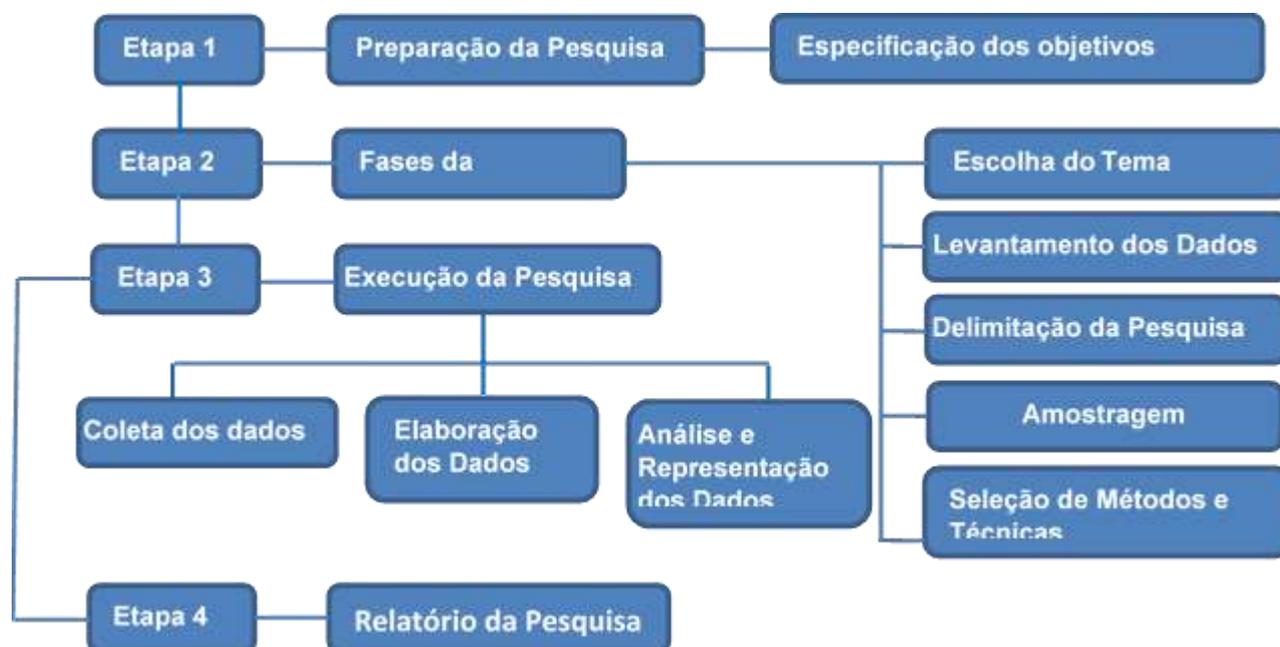


Figura 1: Planejamento desta pesquisa

Após o recebimento dos e-mails com os questionários respondidos, utilizou-se o Programa Estatística, V.8.0 e a planilha eletrônica Microsoft Excel para a tabulação dos dados.

O primeiro grupo de perguntas para os gestores de EaD tiveram como escopo delinear o perfil dos respondentes, a fim de se obter informações sobre essa população, identificando a experiência de relação entre as seguintes características: identificação da instituição à qual o gestor pertence, sexo, cargo, participação nas etapas da implantação de EaD em sua Instituição de Ensino Superior, ações que desenvolveu nessas fases, identificação mais problemáticas das fases, identificação das fases que transcorreram com mais facilidade e informação se tudo deu-se dentro do planejado.

Analisou-se o cumprimento dos objetivos específicos: identificar as práticas de gestão de EaD utilizadas pelas IES, a fim de apontar as dificuldades atuais de implementação do modelo de EaD; as características e a experiência da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), identificando as diferentes etapas de implementação, no que se refere à infraestrutura, formação do corpo docente e resposta do corpo discente.

Sendo esta pesquisa uma investigação da percepção dos alunos sobre a EaD em um Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Pública Municipal, curso este, ministrado pela Universidade federal do Maranhão – UFMA, que através do seu NEAD tem se inserido nesta nova realidade e constatou-se algumas afirmações significativas não somente para conhecer o perfil dos alunos, mas também suas expectativas e percepções dentro da realidade de cada um, desta forma é importante enfatizar as resposta de maior relevância, ou seja, respostas que prevaleceram entre os alunos respondentes do questionário de pesquisa:

Tabela 1 – Sintetização de algumas informações e padrões observados na pesquisa

QUESTÕES DO QUESTIONÁRIO 2	CRITÉRIO AVALIADO PERFIL DO ALUNO	AFIRMAÇÕES RELEVANTES DOS ALUNOS	PERCEPÇÃO DA AUTORA
Questões 1.1, 1.2 e 1.3	Faixa etária; Prevalência do sexo; Tipo de Universidade que frequentou durante a graduação.	Grande maioria oriunda de universidade pública (federal ou estadual), não há predominância de sexo, sendo que a maior parte está na faixa etária de 25 a 45 anos.	A Educação a Distância se institui como uma tática hábil variável para atender à crescente ação social, em especial para capacitar profissionais para um mercado de trabalho cada vez mais exigente.
Questão 1.4	Realização de cursos com modalidade a distância	A maioria é veterana em curso na modalidade EaD, contudo uma parte iniciou um outro curso na mesma modalidade não chegando à conclusão.	A maioria dos alunos trabalha e estuda em tempo parcial, iniciam o curso e o concluem, desistindo logo no início, recomeçando anos depois.
Questões 1.5 e 1.6	Motivação da escolha e expectativa para o final do curso.	Houve motivações diversas na escolha da modalidade Ead, a expectativa final do curso foi voltada ao mercado de trabalho.	Mesmo não havendo motivação específica para a escolha desta modalidade de ensino, existiam expectativas com a sua conclusão, nos dias atuais.
Questões 1.7, 1.8, 1.9 e 1.10	Eletrônicos multimídia, local de acesso, tempo de utilização da internet e participação em rede de relacionamentos sociais.	A maioria dos alunos possuem PCs e notebook. Acessam a internet do trabalho ou da casa de terceiros, Prevalecendo o Facebook como a rede de relacionamento predominante.	A rede de computadores apresenta-se hoje como item que pode transformar expressivamente a educação presencial, as tecnologias da comunicação com a Ead permitiram autonomia no estudo e no aprendizado.
2ª PARTE DO QUESTIONÁRIO 2	CRITÉRIO AVALIADO OPINIÃO DO ALUNO	AFIRMAÇÕES RELEVANTES DOS ALUNOS	PERCEPÇÃO DA AUTORA
Gráficos n. 9 e 10	Informação sobre educação a distância e informações necessárias sobre o papel do professor e do aluno	Receberam suficientes informações sobre EaD e iniciaram o curso informados do seu papel e do papel do tutor.	O esclarecimento da forma de ensino da EaD tem contribuído para a construção da cidadania de muitos brasileiros que por motivos diversos não alcançaram a educação necessária.
Gráficos n. 14 e 15	Quanto ao desafio enfrentado e à administração do tempo	A maioria encontrou dificuldade na administração do tempo e cômicos dos desafios que viriam.	Quando planejada de forma a atender a formação continuada, a EaD, exige articulação concreta com uma política educacional que lhe dê suporte e sustentação, para que se corrijam as dificuldades enfrentadas, principalmente pelos imigrantes digitais.
Gráficos n. 16 E 17	Quanto às habilidades em trabalhar com a informática, mudança na metodologia e diferença no método de aprendizagem.	Não tiveram dificuldades significativas com a informática. Afirmaram que aprenderam uma nova modalidade de estudo.	A tecnologia de informação e comunicação contribui ainda mais, com a expansão da EaD, pois a interatividade proporcionada pela hipermídia, TV e internet são mediadores que possibilitam o rompimento com as dificuldades da distância espacial.
	Quanto ao auxílio dos professores-tutores	A atuação dos professores-tutores foi	Com o surgimento da EaD, o função do professor se

Gráficos n. 18		positiva para o processo de aprendizagem.	diversificou, determinando uma grande competência de adaptação e de criatividade diante de novas atividades, situações e propostas.
Gráfico n. 26	Realizar este curso a distância requer maior iniciativa e dedicação por parte do aluno	Acreditam que o curso lhes requer mais iniciativa e dedicação	O estudo das abordagens individualistas torna-se importante por significarem pensamentos instituidores de diversas práticas pedagógicas da EaD, que na maioria das vezes entendem que o indivíduo aprende sozinho.
Gráfico n. 37 e 38	Recomendaria para meus amigos esta modalidade de ensino e voltaria a matricular-se em outro na mesma instituição	A grande maioria recomendaria a mesma modalidade e instituição. E voltariam estudar na modalidade EaD nesta mesma instituição de ensino	Houve investimento desde a infraestrutura até a capacitação de professores e pessoal técnico e a IES estão cada vez mais comprometidas em ofertar cursos nesta modalidade com qualidade.

## CONCLUSÃO

A educação a distância é uma forma de ensino com regulamentação, por meio da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que institui as diretrizes e bases da educação nacional em nosso país. Sua fundamental característica é a condição de isolamento, no tempo e no espaço, de professores e alunos, avaliados hoje como uma das opções para se atender às diferentes necessidades de formação superior, uma vez que ambos podem interagir síncrona e assincronamente.

Em decorrência do desenvolvimento deste trabalho cumpre ainda apresentar as considerações finais: quanto aos objetivos: geral, captar e analisar a percepção dos alunos, participantes da EaD, em um curso de Pós-Graduação Lato Sensu em (Gestão Pública Municipal) da Universidade Federal do Maranhão, mediado pelas Novas Tecnologias de Informação (TICs), foram observadas as barreiras das desigualdades sociais e regionais. Para concluir a análise, torna-se necessário alcançar a resposta dos objetivos específicos, haja vista a análise dos gráficos que representaram as respostas do questionário 2, respondido pela população-alvo da pesquisa, os alunos. Nesse sentido acreditamos ter alcançado um resultado satisfatório no que concerne aos seguintes resultados:

Pela pesquisa aplicada aos estudantes e gestores participantes da EaD da UFMA, conclui-se que esta modalidade representa um dos principais argumentos utilizados para justificar o emprego da modalidade de aprendizagem a distância enquanto um meio de atender ao público que busca acesso ao ensino.

Ao verificar se as diretrizes da instituição pesquisada estão adequadas para que as mesmas garantam a qualidade e o bom desempenho do processo ensino-aprendizagem, concluímos que sim, pois a mesma investiu em tecnologias apropriadas e treinamento do corpo docente e técnico de forma que hoje todas as ações de educação a distância são planejadas e executadas por uma equipe sabedora das peculiaridades da modalidade, das ferramentas apropriadas e metodologias específicas, trazendo benefícios à população que terá maior oportunidade de qualificação.

Conforme se pode observar na análise das questões respondidas no questionário 01, que tratou da pesquisa qualitativa em que os entrevistados eram os gestores do processo, e que, apesar das dificuldades iniciais de implementação, conseguiram superá-las; da análise do histórico do NEaD na UFMA que juntamente com o Núcleo de Tecnologia da Informação (NIT) está cada vez mais empenhado a ofertar curso nesta modalidade com qualidade, ampliando a oferta, com a inclusão de novas cidades do Maranhão. A universidade adquiriu a estrutura tecnológica necessária, a fim de democratizar o ensino, alcançando estrutura para o desenvolvimento de cursos a distância.

Ao levantar o perfil dos alunos que participam do processo de educação a distância, verificou-se que, na sua maioria, estão acima dos 25 anos de idade; com graduação predominantemente concluída em universidades públicas, tanto estadual quanto federal, sendo que a maioria dos alunos são veteranos em ensino a distância, mesmo que alguns não o tenham concluído. Não houve um consenso ao afirmar a motivação principal em cursar esta modalidade de ensino, sendo as motivações diversas, contudo possuíam como expectativa principal a formação profissional voltada ao mercado de trabalho. A maioria possui seu próprio computador e acessa a internet de suas próprias residências ficando conectados entre 2 a 6 horas por dia.

Para identificar as práticas de gestão de EaD utilizadas pela IES a fim de apontar as dificuldades de implementação, com suas diferentes etapas no que tange à infraestrutura, suas características e experiências, utilizamos, além do levantamento bibliográfico fornecido pela instituição pesquisada, os questionários 01 e 02 respondidos, o que nos levou à conclusão de que é prática da gestão institucional informar aos alunos, no início do curso sobre EaD, o papel do professor-tutor e do aluno no que diz respeito à modalidade de ensino.

Os professores-tutores efetivamente auxiliaram os alunos no desafio de aprender com o ensino a distância, promovendo um ambiente virtual agradável para os alunos, além de estimularem a aprendizagem por meio de questionamentos, desafios e críticas. Os respondentes concordam ainda

que o formato do curso tem facilitado a interação do aluno com o professor-tutor, apesar de haver uma demora nas respostas postadas pelos alunos no site.

O ambiente de aprendizagem (AVA) é estável e de fácil utilização, podendo ser acessado de qualquer lugar onde tenha um computador com acesso à internet. A maioria concorda que os chats auxiliam a aprendizagem havendo pontualidade por parte dos mesmo, afirmam ainda os pesquisados, estarem preparados para as discussões.

Quanto à melhor forma de utilização das ferramentas de comunicação disponíveis em seu ambiente de aprendizagem, que promovam suporte ao EaD/TIC, sabendo das diferenças espaciais em que se encontram, a UFMA conta com uma infraestrutura para videoconferência composta por dois ambientes em São Luís, um auditório virtual, equipamentos de projeção e videoconferência, sonorização ambiente, TV LCD, filmadoras, luminárias, lousa interativa, ilha de edição, notebook, miniauditório com os mesmos equipamentos já citados e duas câmeras (front e back), lousa eletrônica, e conexão de rede, sala de produção de conteúdos, projeção de vídeos e similares, com 23 polos e 5 campi em todo estado, permitindo atender a mais de 140 municípios, com cursos de pós-graduação lato sensu, extensão universitária e graduação, tendo o entendimento por parte da administração superior da UFMA de que o acesso à educação é direito de todos os maranhenses. Desta forma, a instituição estruturada continua investindo nesta modalidade de ensino, EaD.

## REFERÊNCIAS

- ABED, Associação Brasileira de Educação a Distância 2006, p.1.
- BENAKOUCHE, T. Educação a distância (EAD): uma solução ou um problema. XXXIV Encontro Anual da ANPOCS. Petrópolis, RJ. 2000. Disponível em:  
<168.96.200.17/ar/libros/anpocs00/gt02/00gt0232.doc>. Acesso em 25.10.2011.
- BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica. 2. ed. ampliada. São Paulo : MAKRON, 2000.
- BELLONI, M. L. Educação da Distancia. Campinas. Autores Associados, 2006.
- CHAVES, E. Conceitos Básicos: Educação a Distância. EdutecNet: Rede de Tecnologia na Educação, 1999.
- DIAS, Rosilâna Aparecida; LEITE, Lígia Silva. Educação a distância: da legislação ao pedagógico. Petrópolis, RJ: VOZES, 2010.
- FREUND Jonh E. & SIMON, Gary A. Estatística Aplicada. 9ª edição Ed. Bookman, 2000.
- KENSKI, Vani Moreira. Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação. Campinas, SP: Papirus, 2007.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de Metodologia Científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- LÉVY, P. Cibercultura. São Paulo: Ed. 34, 1999.
- LÉVY, Pierre. As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- LITTO, M. Fred Eric; FORMIGA, Marcos. Educação a Distancia (orgs). Pearson Education do Brasil. São Paulo:2009
- MAIA, Carmem; MATTAR, João. ABC da EaD. 1. ed, Pearson Prentice Hall, São Paulo: 2007.
- MARANHÃO, Universidade Federal do Maranhão/NEAD, São Luís, MA. 2010
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. Técnicas de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MOORE, Michael; KEARSLEY, Greg. Educação a distância: uma visão integrada. São Paulo: Thompson Learning, 2007.
- Moore, Michel G., Kearsley, Greg. Distance education: a systems view. Belmont (USA): Wadsworth Publishing Company, 1996.
- MORAES, R. C. C. Educação a distância e ensino superior: introdução didática a um tema polêmico. São Paulo: Senac, 2010.

NAKAMURA, Rodolfo. Moodle: como criar um curso usando a plataforma de Ensino à Distância. São Paulo: Farol do Forte, 2008. 160 p.

NISKIER, A. Educação à distância: a tecnologia da esperança. São Paulo: Loyola, 1999.

NUNES, Ivônio Barros. A história da EAD no Mundo. In: LITTO, M. Frederic; FORMIGA, Marcos Maciel. Educação a Distancia: o estado da arte. Pearson Education do Brasil. São Paulo: 2009

PRETI, Oreste. Educação a Distância: Uma Prática Educativa Mediadora e Mediatizada. Cuiabá: NEAD/IE-UFMG, 1996.

RICHARDSON, R. J. et al. Pesquisa Social: métodos e técnicas. 3. ed. revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2008.

ROSINI, Alessandro Marco. As novas tecnologias da informação e a educação a distância. São Paulo: Thomson, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. A Revitalização da Educação a Distância na UFMA. Revista Interativa. Núcleo de Educação a Distância – NEAD. São Luís, MA. 2010.

# Capítulo 9



10.37423/220205307

## FLUXO DE FLUIDO BIFÁSICO APLICANDO FORMULAÇÃO IMPES MODIFICADA EM MEIOS POROSOS NATURALMENTE FRATURADOS

*Jonathan da Cunha Teixeira*

*Universidade Federal de Pernambuco*

*Julliana de Paiva Valadares Fernandes*

*Universidade Federal de Pernambuco*

*Igor Fernandes Gomes*

*Universidade Federal de Pernambuco*

*Leonardo José do Nascimento Guimarães*

*Universidade Federal de Pernambuco*

*Lícia Mouta da Costa*

*Universidade Federal de Pernambuco*



**Resumo:** Neste trabalho apresentamos a combinação de um novo esquema *upwind* baseado no campo de velocidade para o método dos volumes finitos centrados no nó e o algoritmo do IMPES modificado. O método resolve a equação da pressão nos vértices dos elementos utilizando a discretização dos elementos finitos de Galerkin e na malha de volumes de controle, construída em torno dos nós do elemento, a equação da saturação é resolvida. Na resolução do problema de fluxo de fluido bifásico óleo-água, utilizamos o vetor de velocidade para computar a direção a montante do fluxo em cada elemento para obter a saturação de fluido a montante, este é usado para o cálculo da mobilidade necessária para a equação da pressão e saturação. Empregamos o algoritmo do IMPES modificado para ganho de eficiência computacional na análise de problemas de escoamento de óleo em reservatório naturalmente fraturados submetidos a injeção de água, onde verificou-se que a presença da rede de fraturas, como canais e como barreira, influencia diretamente na produção e na área de varrido da água injetada. A metodologia proposta pode ser facilmente implementada em simuladores baseados em volumes finitos centrados no nó e demonstra produzir perfis de saturação de fluido precisos.

## 1. INTRODUÇÃO

A significativa ocorrência e produção de óleo em reservatórios naturalmente fraturados ao redor do mundo, além de suas características particulares fazem com que seja necessária uma abordagem diferenciada da frequentemente usada na caracterização e modelagem de reservatórios mais homogêneos. As zonas da rocha naturalmente fraturada são de muita importância devido à sua alta condutibilidade em função do aumento na permeabilidade que se evidencia nessas zonas nos casos em que estas fraturas não estão preenchidas por algum material de características selantes.

A modelagem de reservatórios naturalmente fraturados é uma tarefa desafiadora, desde a caracterização do meio fraturado na modelagem geológica à complexidade imposta à simulação numérica (BURCHETTE, 2012; MARCH, DOSTER e GEIGER, 2018). Vários trabalhos em reservatórios fraturados envolvendo modelagem numérica e ensaios laboratoriais vêm sendo desenvolvidos tais como os apresentados por Firoozabadi (2000); Hægland et. al (2009); Nick e Matthäi (2011); Sandve, Berre e Nordbotten (2012); Brenner et. al (2015); e Cavalcante et al. (2020); Manzoor, Edwards e Dogru, (2021), entre outros não citados. De acordo com Tatomir (2012) existem três principais modelos para simulação numérica de meios fraturados: os modelos discretos, os multi-contínuos e os híbridos. Diferentes modelos conceituais têm sido propostos na literatura para escoamento e transporte em meios fraturados tal como descreve o trabalho de Berre, Doster e Keilegavlen (2018)

Nos modelos discretos as fraturas são consideradas como estruturas discretas. Com esse modelo, existe a possibilidade de simular o fluxo de fluidos e processos de transporte de forma bastante aproximada (HÆGLAND et al., 2009). Porém, como a abertura da fratura é muito pequena comparada com seu comprimento e com a extensão do reservatório e como as velocidades de fluxo nas fraturas são muito mais elevadas do que na rocha matriz devido à alta permeabilidade, a modelagem de fluxo em meios porosos fraturados empregando uma abordagem discreta pode se tornar muito difícil. Isto se deve ao elevado custo computacional exigido na solução do sistema de equações governantes em virtude da alta densidade das malhas de elementos finitos empregada.

Neste trabalho, considera-se uma abordagem discreta para o meio fraturado, onde tanto a rocha matriz como as fraturas são tratados como um meio contínuo discretizado e para contornar o elevado custo computacional foi utilizado uma estratégia que utiliza passos de tempo adaptativo maiores baseado nas alterações do campo de velocidade como forma de acelerar o desempenho baseado nos trabalhos de Hurtado, Maliska e Silva (2006), da Silva, et al. (2016) e Teixeira, Guimarães e Carvalho

(2021). Embora, nos desenvolvimentos apresentados busca-se verificar, a partir de um problema sintético de um reservatório com a presença de uma rede de fraturas naturais localizada entre um poço injetor e o produtor, a influência deste fraturamento sobre o regime de fluxo bifásico, quanto à eficiência do varrido de óleo pela água de injeção.

Para isto foram simulados, para a mesma configuração, três cenários sendo o primeiro considerando uma rede de fraturas parcialmente abertas (com permeabilidade maior que a do meio), funcionando como uma rede de canais. Para o segundo adotou-se para a mesma rede de fraturas mas em uma condição de barreira empregando-se uma permeabilidade muito mais baixa que a da rocha reservatório, e para o terceiro cenário não se considerou a rede de fraturas, mantendo-se apenas as propriedades do reservatório e as condições iniciais e de contorno. Trata-se, portanto, de um problema de fluxo bifásico em reservatórios naturalmente fraturados, porém aqui considerando apenas fraturas de grande porte, sendo as fraturas tratadas com uma abordagem de contínuo, onde tanto a matriz da rocha reservatório quanto as fraturas são considerados como meios de porosidade e permeabilidade simples.

## 2. FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

Nesta seção, serão descritas brevemente as equações governantes para o escoamento bifásico, óleo e água, em reservatórios de petróleo. Usaremos uma formulação segregada em que as equações básicas são obtidas a partir da combinação adequada da conservação da massa e da Lei de Darcy, que pode ser escrita para as fases  $\alpha = o$  (óleo),  $w$  (água), respectivamente, dados por:

$$\partial_t \phi \rho_\alpha s_\alpha = -\nabla \cdot (\rho_\alpha \vec{v}_\alpha) + q_\alpha \quad (1)$$

$$\vec{v}_\alpha = -\lambda_\alpha \mathbb{K}(\nabla p_\alpha - \rho_\alpha \vec{g}) \quad \alpha = o, w \quad (2)$$

onde  $\phi$  é a porosidade do meio poroso (fratura ou matriz),  $\rho_\alpha$  e  $s_\alpha$  são a densidade e saturação da fase  $\alpha$ ,  $\vec{v}_\alpha$  é a velocidade do fluido de Darcy da fase  $\alpha$ ,  $q_\alpha$  denota a fonte/sumidouro de massa (por exemplo, poços de injeção ou produção), a razão entre a permeabilidade relativa,  $k_{r\alpha}(s_\alpha)$ , da fase  $\alpha$  e sua viscosidade,  $\mu_\alpha$ , é a mobilidade do fluido  $\lambda_\alpha$ .  $\mathbb{K}$  é o tensor de permeabilidade intrínseca do meio poroso,

$$\mathbb{K}(\vec{x}) = \begin{bmatrix} k_{xx} & k_{xy} & k_{xz} \\ k_{yx} & k_{yy} & k_{yz} \\ k_{zx} & k_{zy} & k_{zz} \end{bmatrix} \quad (3)$$

A pressão do fluido da fase  $p_\alpha$  e  $\vec{g} = [0,0,g]^T$  é a aceleração da gravidade. Para derivar a formulação matemática, assumimos que: (i) o meio poroso é incompressível e totalmente saturado por óleo e água; (ii) uma abordagem contínua é aplicada tanto às fraturas quanto à matriz; (iii) o escoamento isotérmico de dois fluidos incompressíveis e imiscíveis através das estruturas geológicas contínuas; (iv) desprezamos as forças gravitacionais e capilares. Devido à suposição (i), podemos escrever a restrição volumétrica:

$$s_o + s_w = 1 \quad (4)$$

Somando a eq. (1) para a fase óleo e água e usando as eq. (2) e as hipóteses (i)-(iv), após alguma manipulação algébrica produzindo a equação de pressão:

$$-\nabla \cdot [\lambda \mathbb{K} \nabla p] = q \quad (5)$$

onde  $q = q_w + q_o$  é a fonte/sumidouro total. Definindo a velocidade total do fluido  $\vec{v} = \vec{v}_o + \vec{v}_w$ , após alguns rearranjos (AZIZ e SETTARI, 1979; HELMIG, 1997) podemos escrever a equação de saturação hiperbólica, como:

$$\phi \partial_t s_w = -\nabla \cdot [f_w \vec{v}] + q_w \quad (6)$$

onde  $f_w = \frac{\lambda_w}{\lambda}$  é a função de fluxo fracionário da água, que é uma função não linear da saturação da fase aquosa e  $\lambda = \lambda_o + \lambda_w$  é a mobilidade total.

## 2.1 CONDIÇÕES DE CONTORNO E INICIAIS

Para completar a determinação da formulação segregada, definido pelas eq. (5) e (6), são necessárias as condições de contorno e iniciais. Seja a fronteira  $\Gamma$  do domínio computacional  $\Omega$  decomposta na parte de Dirichelt  $\Gamma_D$  e parte de Neumann  $\Gamma_N$  onde  $\Gamma = \Gamma_D \cup \Gamma_N$  e  $\Gamma_D \cap \Gamma_N = \emptyset$ . Usamos as seguintes condições de contorno:

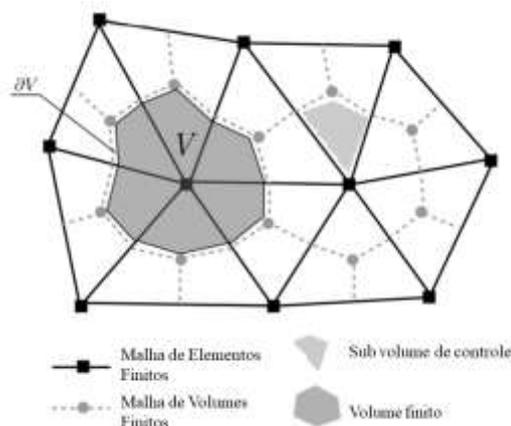
$$\begin{aligned} p(\vec{x}, t) &= \bar{p} \quad \text{on } \Gamma_D^p \times [0, t], \\ \vec{v} \cdot \vec{n} &= \bar{q} \quad \text{on } \Gamma_N^p \times [0, t], \\ s_w(\vec{x}, 0) &= s_0 \quad \text{in } \Omega \\ s_w(\vec{x}, t) &= \bar{s}_w \quad \text{on } \Gamma_D^s \times [0, t], \end{aligned} \quad (7)$$

onde  $\Gamma_D^p \cup \Gamma_N^p = \Gamma$ ,  $\Gamma_D^p \cap \Gamma_N^p = \emptyset$  com  $q$  denotando um fluxo prescrito em segmentos de Neumann  $\Gamma_N^p$ ,  $\bar{p}$  pressões de fluido prescrita no limite  $\Gamma_D^p$ , respectivamente, de forma semelhante para  $s_0$  e  $\bar{s}_w$  são as saturações de água prescritas inicialmente e no contorno  $\Gamma_D^s$ .

### 3. FORMULAÇÃO NUMÉRICA

Devido às naturezas distintas das equações governantes (eq. (5) e eq. (6)), adotamos diferentes métodos numéricos para cada equação dentro do contexto do algoritmo IMPES (*IMplicit Pressure Explicit Saturation*), de forma semelhante em Geiger et. al (2004). Na formulação apresentada aqui, similar ao IMPES, o campo de pressão do fluido é calculado usando um método padrão de elementos finitos, a velocidade do fluido, obtida por diferenciação elemento a elemento do gradiente de pressão do fluido nodal do elemento pela lei de Darcy, onde é constante em cada elemento finito.

As células de volume finito são construídas em torno dos nós dos cantos de cada elemento finito, conectando os baricentros dos elementos através dos pontos médios das arestas associadas, e as saturações são calculadas nos nós dos elementos finitos (Figura 1). As velocidades do fluido são descontínuas entre dois elementos finitos adjacentes, mas contínuas entre dois volumes finitos adjacentes. É então usado na solução da equação de transporte com um esquema de volume finito centrado nos nós. Desta forma, combinamos as melhores características do elemento finito, a flexibilidade geométrica que permite resolver o campo de escoamento não homogêneo em várias ordens de grandeza em escala (GEIGER et al, 2004) e o método do volume finito, conservação de massa local para manipulação a equação de transporte. Assim, na análise que se segue apresentamos os esquemas numéricos adequados para cada equação para calcular a pressão do fluido e a saturação de fase. Mais adiante, apresentamos o algoritmo IMPES em evolução.



**Figura 1.** Representação de volumes finitos centrados em nós em elementos triangulares.

### 3.1 EQUAÇÃO DA PRESSÃO

Como mencionado anteriormente, o método dos elementos finitos de Galerkin é aplicado para aproximar no espaço-tempo a equação de pressão elíptica, a discretização da derivada temporal é linear e o esquema implícito usa dois pontos intermediários,  $t^{k+\varepsilon}$  e  $t^{k+\theta}$  entre os instantes inicial  $t^k$  e o final  $t^{k+1}$  (OLIVELLA et al, 1995). O domínio  $\Omega$  é discretizado por um número finito de elementos triangulares, onde  $\Omega = \cup_{e=1}^{ne_l} \Omega_e$  e  $\Omega_i \cap \Omega_j = \emptyset$ . Associamos a esta discretização o conjunto de espaços de elementos finitos de ponderação e teste definidos por:  $\mathbb{P}^h = \{p^h \in H^h(\Omega), p^h \in P^1(\Omega_e), p^h(t) = \bar{p} \text{ on } \Gamma_D^p\}$  e  $\mathbb{W}^h = \{w^h \in H^h(\Omega), w^h \in P^1(\Omega_e): w^h = 0 \text{ on } \Gamma\}$ . A forma fraca da eq. (5) aplicando as condições de contorno e iniciais definida na eq. (7) torna-se, encontrar  $p^h \in \mathbb{P}^h$  tal que:

$$-\int_{\Omega} \nabla w^h \lambda \mathbb{K} \nabla p^h d\Omega = \int_{\Omega} w^h q d\Omega, w^h \in \mathbb{W}^h \quad (8)$$

Desta forma,  $p^h$  é aproximado por  $p^h = \sum_{i=1}^n N_i p(x_i, t)$ . Uma vez que qualquer  $w^h \in H^h(\Omega)$  a equação pode ser reescrita como:

$$-\int_{\Omega} \nabla N_i \lambda \mathbb{K} \nabla p^h d\Omega = \int_{\Omega} N_i q d\Omega \quad (9)$$

Na forma matricial a eq. (9) é escrita como:

$$\mathbf{K}(S^{k+\varepsilon}) \mathbf{P}^{k+\theta} = \mathbf{F} \quad (10)$$

onde:  $\mathbf{F}$  é o vetor dos termos fonte/sumidouro e as condições de contorno.  $k$  é o índice de passo de tempo,  $\mathbf{P} = [p_1, p_2, \dots, p_n]$  é um vetor de pressões nodais,  $\mathbf{K}$  é a matriz de condutância.

A matrix de condutância é computada da seguinte forma:

$$\mathbf{K}_{ij}(S^{k+\varepsilon}) = \sum_{e=1}^{ne_i} \sum_{j=1}^{nne_e} \left[ (\lambda(\tilde{s}_{\alpha e}))_e^{k+\varepsilon} \left[ \int_{\Omega_e} \nabla N_i \mathbb{K}_e \nabla N_j d\Omega \right] p_j^{k+\theta} \right] \quad (11)$$

onde  $nne_e$  é o número de nós no e-ésimo elemento que contém o i-ésimo nó,  $\tilde{\mathbf{m}}_e$  é a quantidade calculada no e-ésimo elemento, isto é, a média dos valores nodais (pressão  $p$  ou saturação da fase da  $\alpha$ ,  $s_\alpha$ ) calculados no ponto intermediário  $k + \varepsilon$  para maiores informações ver Olivella et. al (1995).  $p_j^{k+\theta}$  é a pressão no j-ésimo nó para o  $k + \theta$  índice temporal. As condições de contorno são substituídas por vazões nodais na forma discretizada das equações, o que significa a simples adição de vazões nodais, como segue:

$$q = \bar{q} + \gamma(\bar{p} - p) \quad (12)$$

onde  $\bar{q}$  é a vazão total prescrita (entrada/saída de fluido),  $\gamma$  é o coeficiente de recarga para a condição de contorno de Cauchy que pode ser usado para prescrever a pressão. Assim, o termo de condições de sumidouro/fonte e de contorno é escrito como:

$$\mathbf{F} = \int_{\Omega_e} \mathbf{N}_i q \, d\Omega_e \quad (13)$$

Depois de resolver a eq. (10), calculamos a velocidade de fase  $\vec{v}_\alpha$ , que é constante elemento-a-elemento, em uma etapa de pós-processamento de:

$$\vec{v}_{\alpha e} = \sum_{i=1}^{nne_e} \sum_{j=1}^d -\lambda(\tilde{s}_{\alpha e}) k_{ij} \nabla \mathbf{N}_{ij} p_i \quad (14)$$

onde  $\nabla \mathbf{N}_{ij}$  é o gradiente da função de forma, uma matriz de forma  $nne_e \times d$ .  $\lambda(\tilde{s}_{\alpha e})$  é uma função da saturação média dos nós do e-ésimo elemento.  $k_{ij}$  é o componente do tensor de permeabilidade, eq. (3).

### 3.2 EQUAÇÃO DA SATURAÇÃO

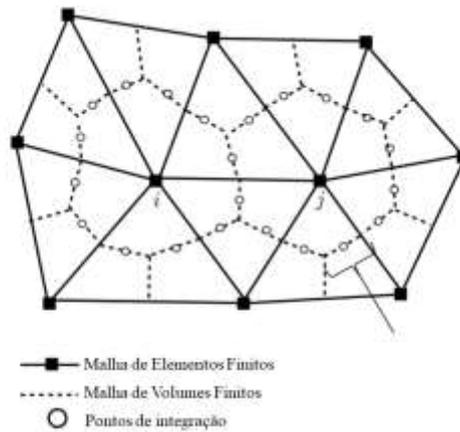
Para obter a equação de saturação discretizada, primeiro integramos a eq. (6) sobre um volume de controle arbitrário  $V_i$  com superfície de controle  $\partial V_i$ :

$$\int_{V_i} \phi \partial_t s_w \, dV_i = - \int_{V_i} \nabla \cdot [f_w \vec{v}] \, dV_i + \int_{V_i} q_w \, dV_i \quad (15)$$

Usando o teorema da divergência de Gauss no primeiro termo do lado direito da eq. (15), após alguns algebrismos, pode-se escrever a evolução de  $s_w$  como:

$$s_{wi}^{k+1} = s_{wi}^k - \frac{\Delta t^{k+1}}{\phi_i V_i} \left[ + \sum_j^{ns_i} f_w(s_{wj}^k) \vec{v}_e \cdot \vec{n}_{ej} - (f_{wi} q) V_i \right] \quad (16)$$

onde sobrescritos  $k$  denota índice de passo de tempo,  $\Delta t^m = t^m - t^{m-1}$  é o passo de tempo,  $\phi_i$  é a porosidade sobre i-ésimo volume finito,  $V_i$  é o volume do i-ésimo volume finito. O subscrito  $j$  na soma de todos os fluxos atribui ao j-ésimo segmento, é o ponto ponto de integração pertencente ao  $V_i$  (ilustrado na Figura 2). O termo fonte (último termo da eq. (16)), que é diferente de zero apenas nos poços produtores.

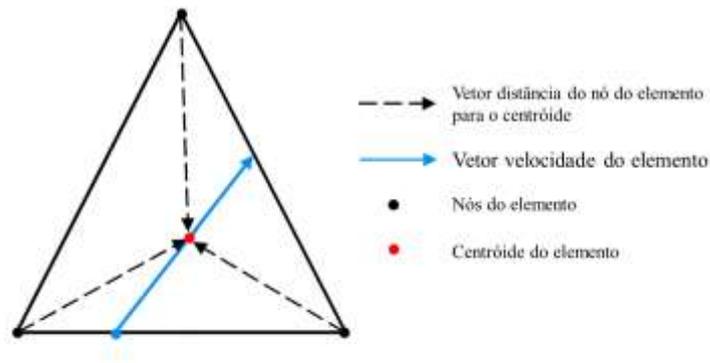


**Figura 2.** Entidades geométricas utilizadas na discretização por volumes finitos centrados em nós para equação de saturação.

A aproximação do fluxo na eq. (16) assume que, a cada passo de tempo, os valores de saturação são constantes no  $V_i$ . Deste modo, são necessários valores das variáveis e de algumas propriedades nos pontos de integração localizados no centro das faces dos volumes de controle. Esses valores devem ser relacionados com valores nodais mediante esquemas de interpolação e que produza soluções que são monótonas, evitando problemas de oscilações espúrias no fluxo convectivo dominante. Como o problema tratado neste trabalho apresenta grande contrastes de propriedades, entre a matriz e a fratura, utilizamos um método de primeira ordem de precisão no espaço que utiliza o vetor de velocidade para aproximar a saturação (GOMES, 2009; ABD e ABUSHAIKHA, 2020). O método consiste em estabelecer pesos de contribuição para cada nó do elemento com relação à direção do fluxo (vetor velocidade) que atravessa esse elemento. Desta forma se obtém uma nova saturação, a montante, no elemento definida pela saturação proporcional ao peso da contribuição de cada nó, através da equação,

$$s_{upw} = \frac{\sum_{k=1}^{nnel} \omega_k s_k}{\sum_{k=1}^{nnel} \omega_k} \quad (17)$$

onde  $s_{upw}$  é a saturação da fase água calculada a montante para o elemento sob análise.  $nnel$  é o número de nós do elemento sob análise.  $s_k$  é a saturação de água localizada no  $k$ -ésimo nó do elemento e  $\omega_k = \max(0, \vec{v}_{nod} \cdot \vec{v}_e)$  é peso da contribuição do  $k$ -ésimo nó projetado no vetor velocidade, se este produto escalar é positivo (sem ângulo obtuso) sua saturação é contabilizada, caso contrário não é,  $\vec{v}_e = \vec{v}_{we} + \vec{v}_{oe}$  é a velocidade total do elemento e  $\vec{v}_{nod}$  é o vetor distância da localização  $k$ -ésimo nó ao centroide do elemento, conforme ilustrado na Figura 3. Esta equação é utilizada para computar a função de fluxo fracionário da água para ser usado na eq. (16).



**Figura 3.** Esquema de upwind para elementos triangulares.

### 3.3 ALGORÍTMO IMPES MODIFICADO

Como mencionado anteriormente, o método IMPES é um método do tipo segregado no qual as equações de fluxo são manipuladas para produzir uma equação de pressão elíptica, resolvida implicitamente e uma equação de saturação do tipo hiperbólica, que é então resolvida explicitamente. No método IMPES clássico os campos de pressão e saturação são atualizados assumindo um passo de tempo comum, este baseado na condição de Courant-Freidrichs-Levy, conhecida como condição CFL. No entanto, esta formulação sofre de instabilidade e limitação de passo de tempo especialmente para o modelo contendo pequenos elementos em comparação com o tamanho do domínio de simulação. A maioria dos simuladores numéricos que lidam com fraturas requerem elementos de malha pequenos para modelar explicitamente as fraturas ou elementos muito pequenos perto das fraturas onde as velocidades de fluxo na fratura são 2-6 ordens de magnitude maiores do que na matriz rochosa (NICK e MATTHÄI (2011), BRENNER et. al (2015)). Para contornar este problema, foi adotado a estratégia do IMPES modificado (HURTADO, MALISKA e SILVA (2006), DA SILVA, et. al (2016) e TEIXEIRA, GUIMARÃES e CARVALHO (2021)). Nesta abordagem, a equação de pressão é resolvida e o campo de velocidade é atualizado com menor frequência do que a equação de saturação, a qual o passo implícito recebe passos de tempo maiores ( $\Delta t_p$ ), e então, o passo explícito é sucessivamente resolvido ( $\Delta t_s$ ), restringido pela condição CFL, até atingir o mesmo tempo do passo implícito (isto é,  $\Delta t_p = \sum_m \Delta t_s$ ). A estratégia de passo de tempo é baseada na variação da velocidade média global e possui os seguintes passos:

1. Definir as tolerâncias da variação do campo de velocidade global ( $DVTOL$ ,  $DVel_{max}$  e  $DVel_{min}$ ) e as condições iniciais do problema;
2. Atualizar as variáveis dependentes da saturação;

3. Resolver o sistema linear, equação de pressão eq. (10);
4. Calcular o campo de velocidade, eq. (14), e a variação do campo de velocidade durante o intervalo de tempo atual  $\Delta\vec{v}^k$ ;
5. Calcular o próximo tamanho do passo de tempo implícito  $\Delta t_p^{k+1}$  e o passo de tempo de restrição CFL ( $\Delta t_s$ );
6. Resolver a equação da saturação, eq. (16), no passo de tempo intermediário ( $k+m$ ) até  $\Delta t_p^{k+1} = \sum_m \Delta t_s^m$  e retornar ao passo 2.

Após calcular o campo de velocidade em todos os elementos finitos, passo 4, o novo passo de tempo  $\Delta t_p^{k+1}$  para a equação de pressão é avaliada por:

$$\Delta t_p^{k+1} = \max \left( \max \left( \min \left( \frac{DVTOL}{|\Delta\vec{v}^k|}, DVel_{max} \right), DVel_{min} \right) \Delta t_p^k, \Delta t_s \right) \quad (18)$$

onde  $|\Delta\vec{v}^k|$  é a média numérica da variação do campo de velocidade de massa durante o intervalo de tempo  $\Delta t^k$ , calculado por:

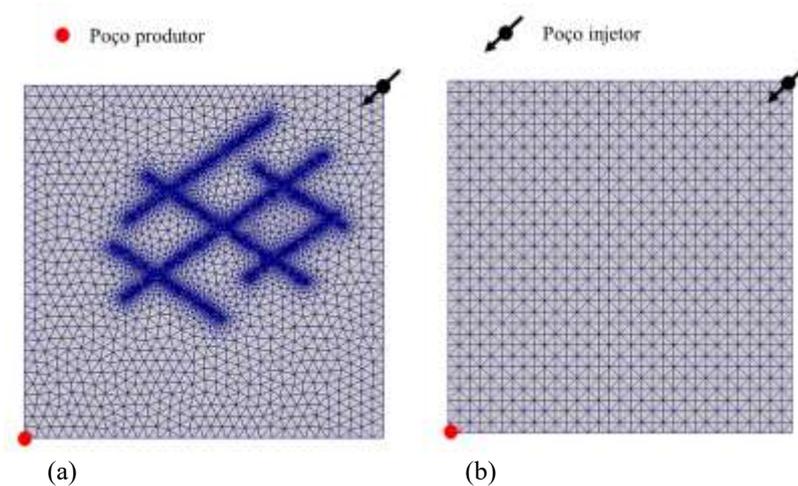
$$|\Delta\vec{v}^k| = \frac{1}{n_e ns} \sum_e^{n_e} \sum_j^{ns} \frac{|(\vec{v}_e^k - \vec{v}_e^{k-1}) \cdot \vec{n}_{ej}|}{\|\vec{n}_{ej}\|} \quad (19)$$

com  $n_e$  e  $ns$  número de elementos finitos e número de segmentos (igual a 3 para elementos triangulares), respectivamente.  $\vec{n}_{ej}$  é o vetor normal externo para j-ésimo segmento no e-ésimo elemento finito (Figura 2). A partir da eq. (18),  $DVel_{max}$  e  $DVel_{min}$  são os valores limite (máximo e mínimo, respectivamente) para a razão  $\Delta t_p^{k+1} / \Delta t_p^k$ . Esses valores limitantes são usados para evitar passos de tempo implícitos muito grandes, que podem afetar a precisão, ou passos de tempo muito pequenos, diminuindo extremamente a eficiência do algoritmo, assim, realizar soluções numéricas seguras e precisas onde o menor passo a ser considerado é o passo de tempo de restrição CFL ( $\Delta t_s$ ).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A configuração dos cenários simulados neste item é análoga à de problemas do tipo ¼ de 5-spot. O reservatório tem dimensões de 30x30 metros e as fraturas possuem aberturas de aproximadamente 15 centímetros. A malha de elementos finitos, apresentada na Figura 4(a), para os casos com fraturas, possui 5955 nós e 11780 elementos do tipo triângulo linear. Já para o cenário sem fraturamento, esta apresenta 1089 nós e 2048 elementos, conforme pode ser visto na Figura 4(b). A água é injetada considerando um gradiente de pressão de 2 MPa com relação ao

nó do poço produtor. No poço injetor é prescrita uma saturação de água de 0,9, onde considera-se uma saturação residual de óleo de 10%. A saturação inicial do meio (fratura e reservatório) é de 0,1. As curvas de permeabilidade relativa adotadas foram  $k_{rw}(s_w) = s_w^2$  e  $k_{ro}(s_w) = (1 - s_w)^2$ .



**Figura 4. Malha de Elementos Finitos para problema de injeção de água (a) em meio fraturado (b) sem fratura.**

As propriedades dos fluidos e da rocha são apresentadas na Tabela 1. O reservatório e a rede de fraturas foram representados por uma abordagem de contínuo, como materiais homogêneos e isotrópicos.

**Tabela 1. Propriedades dos fluidos e da rocha.**

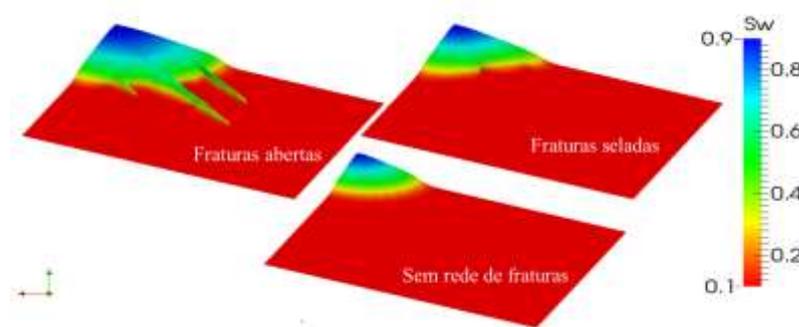
<b>Propriedades dos fluidos</b>		
Densidade da água, $\rho_w$		1000 kg m <sup>-3</sup>
Densidade do óleo, $\rho_o$		964 kg m <sup>-3</sup>
Viscosidade da água, $\mu_w$		1,05x10 <sup>-6</sup> MPa s
Viscosidade do óleo, $\mu_o$		2,05x10 <sup>-6</sup> MPa s
<b>Propriedades da rocha</b>		
	Fratura	Reservatório
Porosidade	0,99	0,10
	Permeabilidade	
Reservatório com fraturas parcialmente abertas (canal)	1x10 <sup>-11</sup> m <sup>2</sup>	5x10 <sup>-13</sup> m <sup>2</sup>
Reservatório com fraturas fechadas (barreira)	1x10 <sup>-16</sup> m <sup>2</sup>	5x10 <sup>-13</sup> m <sup>2</sup>

Reservatório sem rede de fraturas

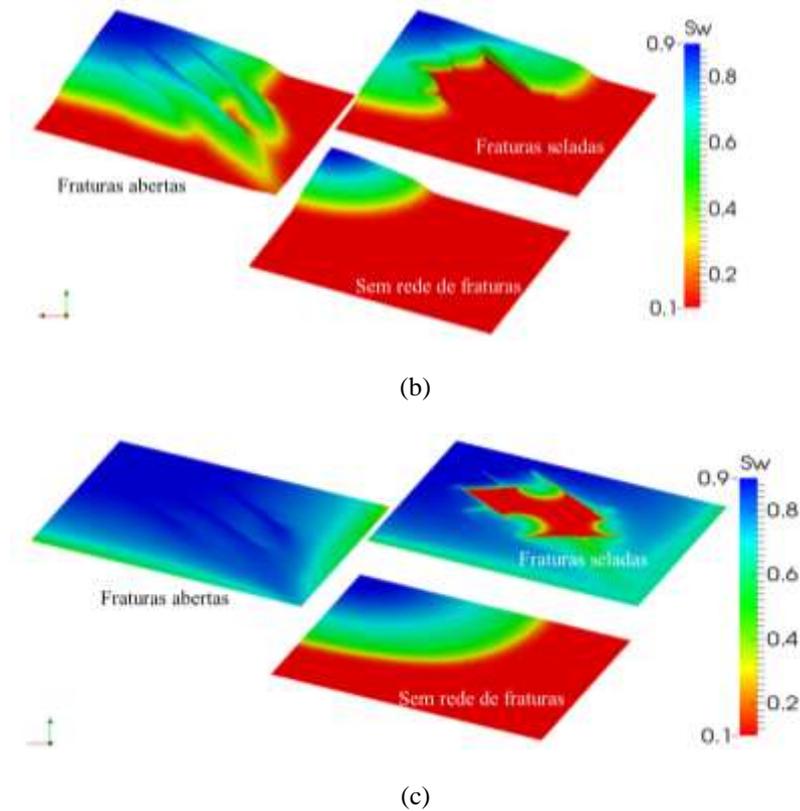
 $5 \times 10^{-13} \text{m}^2$ 

Utilizou-se para o algoritmo do IMPES modificado os parâmetros:  $DVel_{max} = 1,25$ ,  $DVel_{min} = 0,75$  e  $DVTOL$  na ordem de  $10^{-5}$  seguindo os apontamentos de Teixeira, Guimarães e Carvalho (2021). Os resultados são discutidos em termos de variação da frente de saturação de água e de vetores de velocidade para diferentes períodos. O tempo total de simulação foi de dois dias. Observou-se nas análises que a frente de injeção leva ao aumento da saturação de água na região da injeção provocando o deslocamento do óleo no sentido do poço produtor. Percebe-se, no entanto, que a resposta de avanço da frente de saturação da água é diferente para cada cenário, conforme mostrado na Figura 5.

No tempo de 10 dias após a ativação dos poços (Figura 5(a)), verifica-se que a água escoa pelas fraturas para o caso de canal, provocando um salto da frente de injeção na direção do poço produtor quanto aos demais cenários. Neste mesmo tempo, no caso da barreira, a água se depara com as fraturas impermeáveis e começa a contornar a rede de fraturas. Já quando não há fraturas no meio, a frente de saturação avança normalmente sem nenhuma alteração de sua forma. Fica ainda mais evidente o que foi discutido anteriormente quando se analisam os resultados para um tempo de 40 dias, Figura 5(b), onde é possível observar o fluxo de água prioritariamente nas fraturas, para o caso de canal, com a frente de saturação avançada, em relação aos demais casos, no sentido do poço injetor. Verifica-se ainda que no caso de barreira, a água contorna a rede de fraturas. Em ambos os casos há uma redução no volume de óleo a ser varrido devido à rápida chegada de água no poço produtor. Para este mesmo tempo observa-se que a frente de injeção para o caso de reservatório não fraturado ainda encontra-se na metade do trajeto de fluxo, uma vez que, embora o volume de óleo a deslocar seja o mesmo que no caso de canal, a permeabilidade é constante em toda a área do reservatório.

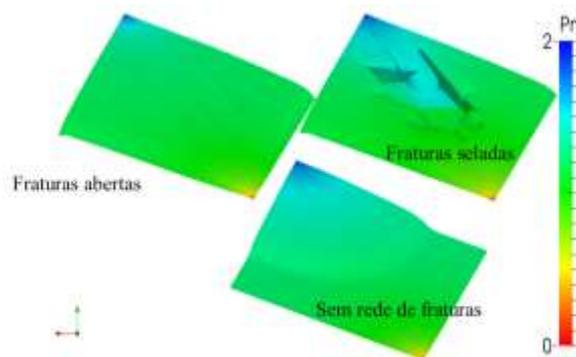


(a)



**Figura 5.** Distribuição da saturação de água para o tempo (a) 10 dias, (b) 40 dias e (c) 48 dias.

Apresenta-se também, na Figura 6, a distribuição da pressão de fluido para o tempo de 48 dias onde observa-se para o caso de barreira que a frente de injeção começa a fazer o varrido do óleo aprisionado no interior da rede de fraturas.

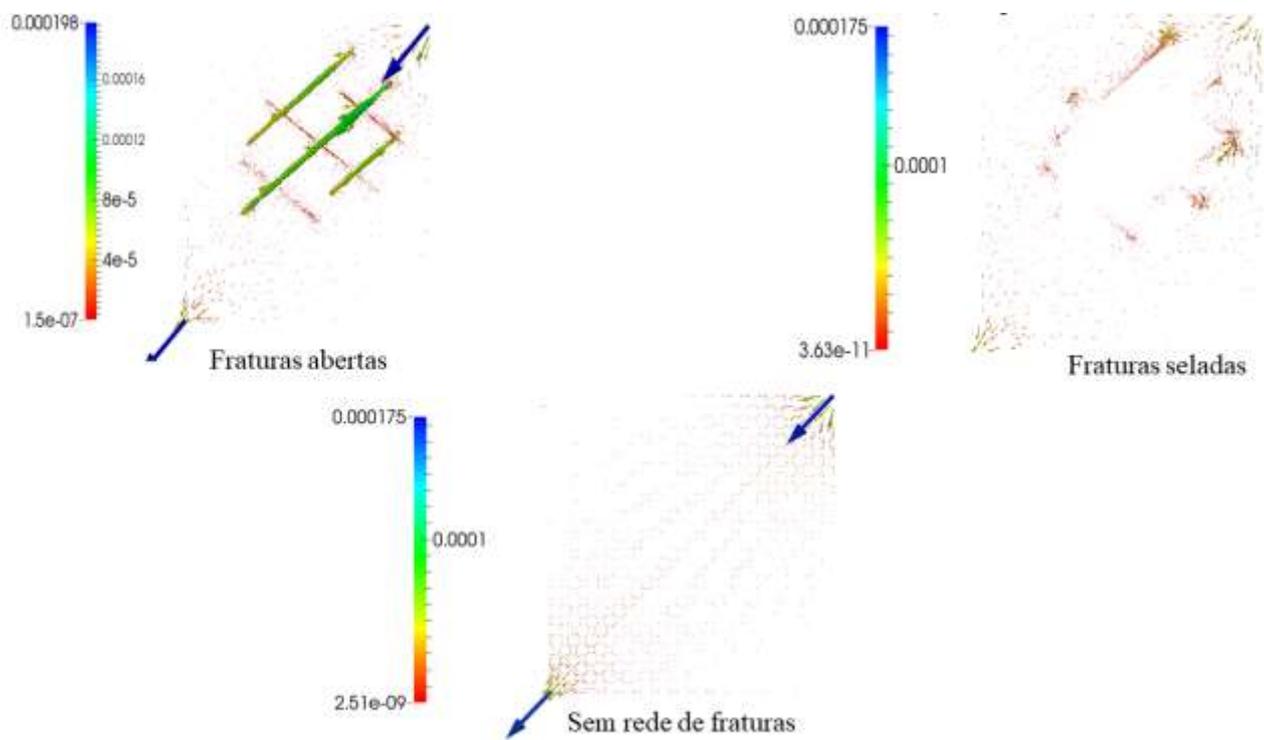


**Figura 6.** Distribuição da pressão para o tempo de 48 dias.

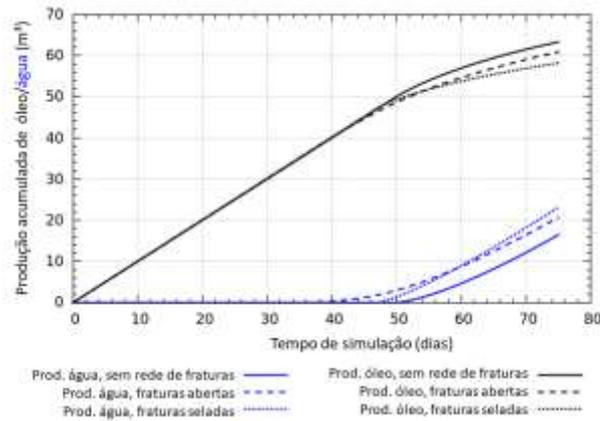
Outra forma de se observar o comportamento discutido anteriormente é pela distribuição dos vetores de velocidade das fases, sendo aqui apresentados os resultados para a água na Figura 7. Observa-se, diante dos resultados, a forte influência da existência de uma rede de fraturas naturais sobre a resposta de fluxo de fluidos no interior de um reservatório fraturado.

Uma vez que as fraturas estejam abertas ou parcialmente abertas, estas tendem a ocasionar um avanço abrupto na frente de saturação na direção do gradiente de pressões. Já quando se encontram seladas, as fraturas mudam a direção de fluxo de fluidos. Isto expõe a importância de uma análise acoplada hidromecânica que permita verificar a possibilidade de reativação de fraturas decorrentes da variação do campo de pressões e saturações.

As curvas de produção acumulada reforçam as discussões anteriores conforme observado na Figura 7. Verifica-se que, para o caso em que as fraturas encontram-se abertas (curvas tracejadas), a produção acumulada de óleo é prejudicada em relação aos demais casos, no curto espaço de tempo, pois a rede de fraturas antecipa a ocorrência da chegada de água ao poço produtor (*breakthrough*), causando a perda de produção de óleo iniciada no instante igual a 40 dias. Para o cenário onde as fraturas são seladas (curvas pontilhadas) há um retardo do *breakthrough* de aproximadamente de 8 dias. Apesar disso, apresenta uma recuperação de óleo menor, comparado ao caso anterior. Finalmente, para o cenário onde não há presença da rede de fraturas (curvas contínuas) obtém-se uma produção acumulada de óleo mais expressiva, pois a área de varrido da água injetada é bem maior comparado aos demais casos, produzindo um *breakthrough* depois do 50º dia de simulação.



**Figura 7.** Vetores de velocidade de água para um tempo de 40 dias.



**Figura 7.** Curvas de produção acumulada de água e óleo comparando os diferentes cenários simulados.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho, apresentamos a aplicação em reservatórios naturalmente fraturados de uma nova abordagem para cálculo da saturação a montante, para o método de discretização dos volumes finitos centrados em nós, para domínios triangulares, empregando o algoritmo do IMPES modificado para ganho de eficiência computacional. Com base em nossos resultados, podemos mostrar que utilizando a combinação do método de ponderação e o algoritmo do IMPES modificado produziu perfis de saturação de fluido precisos, evitando problemas de oscilações espúrias em regiões com elevado contrastes de propriedades (permeabilidade e porosidade), observando-se formação de caminhos preferenciais ao longo da rede de fraturas, de modo que elas afetam diretamente a produção de óleo através da chegada antecipada de água. A utilização do vetor de velocidade para determinar a saturação apropriada na posição a montante é facilmente implementada em simuladores de reservatórios modernos e tem uma ampla gama de aplicações para vários campos de recuperação de hidrocarbonetos, escoamento de águas subterrâneas e transporte de contaminantes.

## REFERÊNCIAS

- ABD, A.S., ABUSHAIKHA, A. (2020). Velocity dependent up-winding scheme for node control volume finite element method for fluid flow in porous media. *Sci Rep* 10, 4427. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61324-4>
- AZIZ K, SETTARI A., (1979). *Petroleum Reservoir Simulation*. Applied Science, New York.
- BERRE, I.; DOSTER, F.; KEILEGAVLEN, E. *Flow in fractured porous media: A review of conceptual models and discretization approaches*. Cornell University Library, 2018.
- BRENNER, K., GROZA, M., GUICHARD, C., MASSON, R., (2015). Vertex Approximate Gradient Scheme for Hybrid Dimensional Two-Phase Darcy Flows in Fractured Porous Media. *ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, EDP Sciences, 2014, pp.49-2303-330. <10.1051/m2an/2014034>. <hal-00910939v3>
- BURCHETTE, T. P. (2012). *Carbonate rocks and petroleum reservoirs: A geological perspective from the industry*. Geological Society Special Publications, 370, 17–37. London.
- CAVALCANTE, T. M., CONTRERAS, F. R. L., LYRA, P. R. M., & CARVALHO, D. K. E. (2020). A multipoint flux approximation with diamond stencil finite volume scheme for the two-dimensional simulation of fluid flows in naturally fractured reservoirs using a hybrid-grid method. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, Vol. 92, Issue 10, pp. 1322-135. doi:10.1002/flid.4829.
- DA SILVA, R. S., LYRA, P. R. M., WILLMERSDORF, R. B., AND DE CARVALHO, D. K. E. (2016) A higher resolution edge-based finite volume method for the simulation of the oil–water displacement in heterogeneous and anisotropic porous media using a modified IMPES method. *Int. J. Numer. Meth. Fluids*, doi: 10.1002/flid.4254.
- FIROOZABADI, A. (2000). Recovery Mechanisms in Fractured Reservoirs and Field Performance. *Journal of Canadian Petroleum Technology*, v.39, n.11, p.13-17.
- GEIGER, S., ROBERTS, S., MATTHÄI, S. K., ZOPPOU, C., AND BURRI, A., (2004). Combining finite element and finite volume methods for efficient multiphase flow simulations in highly heterogeneous and structurally complex geologic media. *Geofluids*, 4, 284–299.
- GOMES, I. F. (2009). Implementação em Elementos Finitos das Equações de Pressão e Saturação para Simulação de Fluxo Bifásico em Reservatórios de Petróleo Deformáveis. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. Recife.
- HÆGLAND, H., ASSTEERAWATT, A., DAHLE, H. K., EIGESTAD, G. T. e HELMIG, R. (2009). Comparison of Cell- and Vertex-Centered Discretization Methods for Flow in a Two-Dimensional Discrete-Fracture-Matrix System. *Adv. Water Resour.* 32 (12): 1740–1755.
- HELMIG, R. ,(1997). *Multiphase flow and transport processes in the subsurface: a contribution to the modeling of hydrosystems*. Springer-Verlag.
- HURTADO, F. S. V., MALISKA, C. R., DA SILVA, A. F. C. (2006). A Variable Timestep Strategy for Accelerating the IMPES Solution Algorithm in Reservoir Simulation. *Proceeding of the XXVII Iberia n*

Latin American Congress on Computational Methods in Engineering – XXVII CILAMCE, Belém, Pará - Brazil.

MANZOOR, S., EDWARDS, M. G., DOGRU, A. H. (2021). Three-dimensional unstructured gridding for complex wells and geological features in subsurface reservoirs, with CVD-MPFA discretization performance, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Volume 373, 113389, <https://doi.org/10.1016/j.cma.2020.113389>.

MARCH, R.; DOSTER, F.; GEIGER, S. (2018) Assessment of CO<sub>2</sub> Storage Potential in Naturally Fractured Reservoirs with Dual-Porosity Models. *Water Resources Research*, v. 54, n. 3, p.1650-1668.

NICK, H.M. e MATTHÄI, S.,(2011). Comparison of Three FE-FV Numerical Schemes for Single- and Two-Phase Flow Simulation of Fractured Porous Media. *Transp Porous Med* 90:421–444

OLIVELLA, S., GENS, A., CARRERA J. AND ALONSO, E.E., (1995). Numerical formulation for a simulator (CODE\_BRIGHT) for the coupled analysis of saline media. *Engineering Computations*, Vol. 13 No. 7, 1996, pp. 87-112

SANDVE, T., BERRE, I., e NORDBOTTEN, J. (2012). An efficient multi-point flux approximation method for Discrete Fracture–Matrix simulations. *Journal of Computational Physics*, 231, pp. 3784–3800. doi:10.1016/j.jcp.2012.01.023.

TATOMIR, A.-B. (2012). From Discrete to Continuum Concepts of Flow in Fractured Porous Media. Tese (Doutorado). Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung der Universität Stuttgart. Universität Stuttgart, Alemanha.

TEIXEIRA, J. C., GUIMARÃES, L. J., & CARVALHO, D. K. E. (2021). Streamline-based simulation in highly heterogeneous and anisotropic petroleum reservoirs using a non-orthodox MPFA method and an adaptive timestep strategy with unstructured meshes. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 201. doi:<https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.108369>

ZIENKIEWICZ, O.C.; TAYLOR, R.L.; ZHU, J.Z. (2005). *Finite Element Method – Its Basis and Fundamentals* (6th Edition), Elsevier.

# Capítulo 10



10.37423/220205320

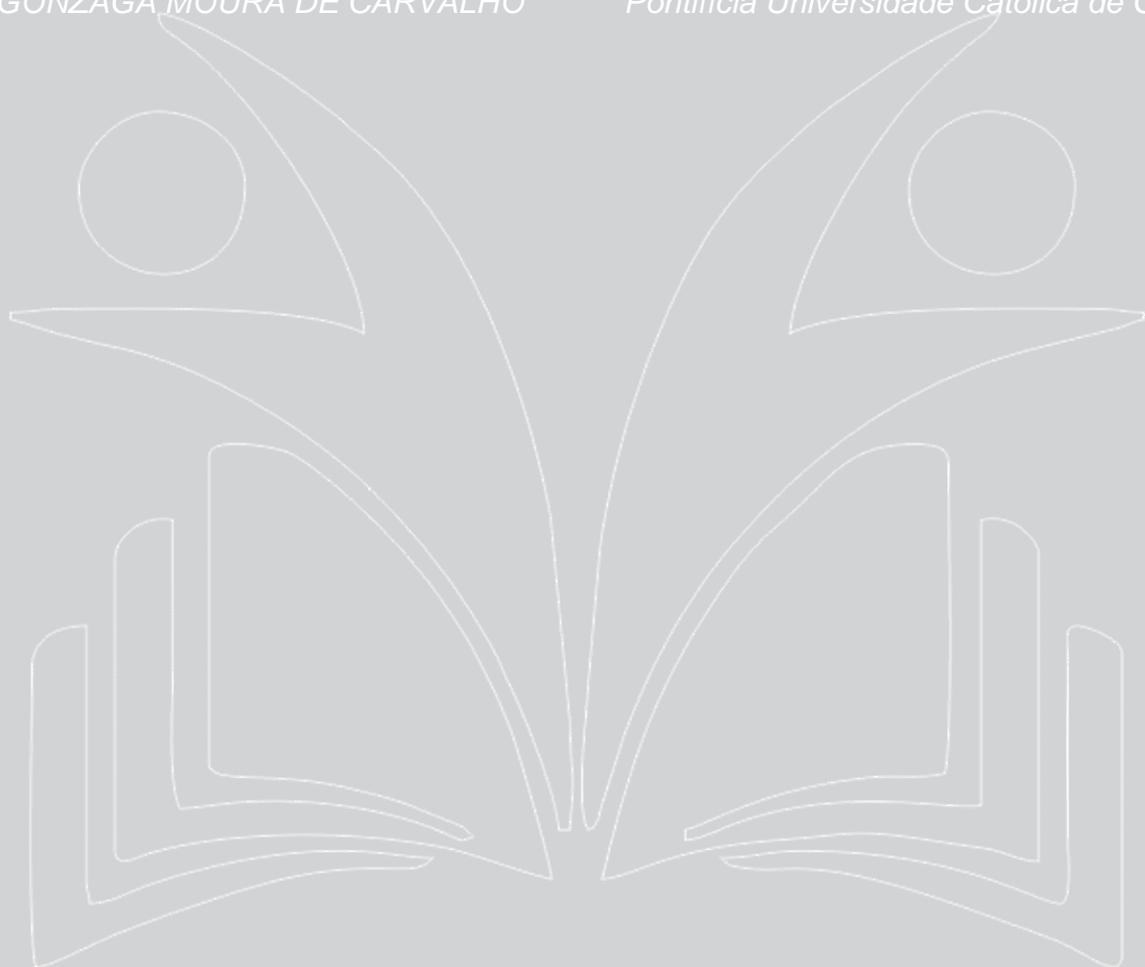
## BENEFÍCIOS DA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS NA SAÚDE E NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

*Thaiz Brandão Cosac*

*Pontifícia Universidade Católica de Goiás*

*IRACEMA GONZAGA MOURA DE CARVALHO*

*Pontifícia Universidade Católica de Goiás*



## INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que pessoas acima de 18 anos façam atividades físicas diárias, como caminhadas, dança ou andar de bicicleta. Recomenda também um gasto energético mínimo de 2.200 calorias por semana, o que equivale a 30 minutos de exercícios diários. <sup>(1)</sup>

Em 2007 o Ministério da Saúde lançou o Dia Mundial da Saúde, em Brasília, visando estimular a criação de espaços propícios para desenvolvimento de atividades físicas e de lazer. Tal programa permitiu implementação de infraestruturas, dispondo de materiais de longa duração e espaços abertos para prática de atividades físicas como yoga, jogos esportivos, ginástica ou práticas artísticas, como teatro, música e pintura. <sup>(2)</sup>

Um possível exercício nesses espaços públicos criados seria o Lian Gong. Trata-se de uma prática corporal oriental que permite que o corpo movimente-se de forma simples e equilibrada promovendo melhor condicionamento físico global, alongamento e flexibilidade. Um estudo publicado em 2013 demonstrou que o uso do Lian Gong pela Estratégia de Saúde da Família (ESF) em Unidades Básicas de Saúde (UBS) do Distrito Federal, com amostra de 11 pessoas de predomínio feminino e média de idade de 58 anos, acarretou na melhora da dor e aumento do condicionamento físico. Em portadores da síndrome de fibromialgia, caracterizada por crises dolorosas, após 6 meses de Lian Gong houve melhora nos aspectos físicos e dor, sendo classificado pelo trabalho com melhor resposta possível. <sup>(3)</sup> Portanto a prática de atividade física pode ser usada no âmbito da prevenção e promoção de saúde, mas também é indicada para quem tem algum comprometimento da saúde. O Doutor Gilbert Bang, médico fisiatra do Hospital Albert Einstein, explica que pessoas com problemas na saúde devem procurar seu médico para saber qual prática seria mais adequada para seu caso. Em pacientes com problemas cardíacos indica-se atividades físicas moderadas como caminhadas ou atividades na piscina. Para complicações pulmonares, devido à dificuldade de oxigenação, é indicado exercícios que alternem esforço e repouso, além de atividades que auxiliem na circulação com bicicleta e natação. Quando os joelhos forem lesionados o retorno às atividades físicas deve ser gradual, mas após o controle da lesão não se costuma ter restrições. Para dores nas costas exercícios que exijam postura e fortalecimento da musculatura são ideais, como pilates e musculação. <sup>(4)</sup>

Cada faixa etária também tem seus exercícios indicados. Para idosos o Doutor Gilbert Bang sugere atividades de baixo impacto e que misturem atividades aeróbicas, flexibilidade e musculação. Adultos têm indicação livre na prática de exercícios físicos. Já crianças e adolescentes de até 14 anos devem

prezar pelo lazer, aos 16 anos costumam optar por um esporte, nessa faixa deve-se tomar cuidado para não causar prejuízos à postura. <sup>(4)</sup>

As crianças são introduzidas nas atividades físicas pelas escolas, onde as aulas de educação física são obrigatórias até o ensino médio. Tais atividades são muito importantes, portanto muitas vezes a diversão é deixada de lado, tornando os exercícios algo puramente técnico. O apelo lúdico e o uso de música, em especial de paródias como resalta o artigo de Conceição Maria Pereira dos Santos de 2011, torna as atividades mais interessantes aos olhos das crianças, estimulando a adesão às aulas de educação física. <sup>(5)</sup>

A adesão aos esportes ou qualquer outra atividade física na infância e adolescência é de extrema importância, uma vez que as atividades psicomotoras auxiliam nos desenvolvimento global, psicomotor e também intelectual. Uma criança que pratica atividades físicas tende a desenvolver melhor sua atenção, equilíbrio e coordenação. Além disso, no momento do lazer ocorre uma construção de conhecimentos. <sup>(6)</sup>

Portanto a relação entre o desenvolvimento de atividades físicas e a manutenção da saúde, seja prevenindo doenças ou melhorando prognósticos, é um assunto relevante e que merece especial atenção na atualidade, uma vez que segundo pesquisa do Ministério da Saúde, em 2011 14% da população adulta brasileira era considerada sedentária. <sup>(7)</sup> Além disso os impactos positivos no aprendizado são fatores importantes de estudo, merecendo mais pesquisas nesse âmbito.

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 OBJETIVO GERAL:

Estabelecer uma possível relação entre a prática regular de exercícios físicos com melhora da saúde e do processo de aprendizagem, descrita na literatura dos últimos cinco anos (2010 até 2015).

### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Verificar as melhoras na qualidade de vida devido a pratica de atividades físicas; identificar possíveis melhoras no aprendizado trazidas pela pratica de atividades físicas; relacionar tais pesquisas a realidade dos acadêmicos de medicina da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), em específico.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Duas bases de dados eletrônicas (LILACS e MEDLINE) foram utilizadas por dois pesquisadores independentes para pesquisar a literatura publicada entre 2010 e 2015, com última pesquisa no dia 26 de outubro de 2015, com os descritores atividade física, saúde e aprendizado. Foram encontrados 92 artigos sendo selecionados 12, que pela leitura do título e resumos revelarem conexão com o tema proposto pela Revisão Integrativa desenvolvida: os benefícios da atividade física para a saúde e processo de educação.

A atual Revisão Integrativa foi composta seguindo os passos seguintes: identificar o tema e elaborar uma hipótese que fundamente a revisão (atividades físicas são benéficas para a saúde e colaboram para o processo de aprendizado); incluir os artigos achados que possam confirmar ou contradizer a hipótese levantada e excluir os artigos que não contribuam com a pesquisa; relatar as informações de maior relevância na Revisão; avaliar os estudos realizados pelos artigos selecionados, interpreta-los e redigir a revisão em si. <sup>(8)</sup>

## 5 RESULTADOS

Como previsto pelos objetivos do Plano de Trabalho foi feita uma Revisão Integrativa usando 12 artigos ao todo. Não foi possível correlacionar as conclusões do artigo com a realidade dos estudantes de medicina da PUC-GO pois não foi aplicado o questionário devido a problemas de pendência para obter aprovação do Comitê de Ética. A pendências foram resolvidas e a aprovação está sendo aguardada. Os resultados encontrados pela Revisão Integrativa são explicados em seguida.

Dois artigos analisam os benefícios acadêmicos acarretados na implementação de atividades físicas nas escolas, tanto dentro quanto fora das salas de aula. Um traz um estudo randomizado em 14 escolas de Denmark com 759 alunos de sexta a sétima série, onde foram feitos 5 meses de intervenção, consistindo em 3 componentes principais: atividade física durante as aulas, atividade durante os intervalos e atividade física como tarefa de casa. Ao fim desses 5 meses de estudo foram aplicados testes, dentre eles um questionário de 29 perguntas, o questionário teve aproveitamento 6% melhor nas escolas que passaram pela intervenção, em detrimento das escolas controle. Além disso os alunos que participaram das atividades físicas apresentaram melhor desempenho em matemática. Porém não foi possível estabelecer uma melhora global no desempenho acadêmico das escolas com intervenção em relação às escolas teste. Já o outro introduz o assunto afirmando que uma recente revisão sobre atividade física e desempenho acadêmico mostra que oito de nove estudos encontraram

associação positiva entre Atividade Física e Desempenho Acadêmico, e nenhum achou associação negativa. Essa revisão traz um apanhado de artigos sobre os 10 anos do programa TAKE 10!, que basicamente implementa as atividades físicas na sala de aula, onde para aprender os alunos, de tempos em tempos, se exercitam, como pulam para contar, contraem os músculos para entender a contração de palavras, entre outros exemplos. Esse artigo evidencia que 62,5% dos professores concordam ou concordam fortemente que as atividades são compatíveis com o currículo escolar na maior parte do tempo e 86% deles concordam que as atividades ajudam os alunos a se concentrarem nas aulas, em especial as de longa duração; também responderam que os períodos da manhã e tempos variados eram os que mais precisavam da implementação do TAKE 10!. A revisão traz que os níveis de atividade física desenvolvidos durante o TAKE 10! superavam os da educação física ou exercícios após a escola. Comenta por fim, que praticar atividades físicas traz melhores alcances acadêmicos; melhor capacidade de concentração; aumento da atração pela prática de atividades físicas; além de acarretar em causar melhores notas, de uma base de 3 anos, em leitura, matemática e escrita. <sup>(8)(9)</sup>

Quanto aos benefícios na saúde destacam-se as seguintes publicações: o artigo de Plotnik, M. fez um estudo com 15 pacientes com doença de Parkinson e que sofriam congelamento da marcha (hesitação) que participaram de um programa progressivo de aprendizado motor fazendo 3 seções de exercícios por semana, de situações que provocassem o congelamento, durante seis semanas, com essa intervenção de atividade física os pacientes obtiveram uma redução do número de episódios de hesitação e também diminuição da duração das crises de congelamento, em especial após a quarta semana de terapia. A revisão de Shiroma, E. J. & Lee afirma existir evidências suficientes para indicar que indivíduos que praticam atividades físicas tem menor riscos de desenvolver doenças cardiovasculares e doenças coronárias, os sujeitos menos ativos em comparação com os mais ativos tem chances de 30 a 40% maiores. Fica claro também que maiores quantidades de atividade física são associadas a menor risco, apesar da relação de quantidade não ser bem definida. <sup>(10)(11)</sup>

Já os artigos que trazem no título a expressão “Fear-Avoidance Beliefs” apresentam a resistência de pessoas portadoras de artrite reumatoide, dor crônica, dores na coluna e dores no ombro, respectivamente, de desenvolver atividades físicas, concordando que, em geral, as atividades físicas são benéficas mas precisam ser desempenhadas em quantidades adequadas para cada doença. Para algumas doenças existe o medo de desenvolver atividades físicas, concluem também que a dor aparece como fator preponderante para um baixo desempenho em atividades físicas e para maior medo de desenvolver qualquer atividade física. O trabalho de Almeida, V. tem por proposta elaborar,

analisar e sistematizar uma intervenção de promoção de saúde que utiliza as práticas corporais como estratégia, fazendo uma abordagem humanista e qualitativa dos funcionários de uma instituição de saúde por quatro meses em 2009. Entre seis a oito meses após o fim da intervenção fizeram entrevistas individuais com os funcionários, concluído que o uso das estratégias corporais: possibilitou a vivencia de novas formas de aprendizado pela linguagem não verbal, melhoria na relação interpessoal, maior participação, estímulo da autonomia e empoderamento individual e coletivo. O artigo de Leão, A. de O. demonstrou que o uso do Lian Gong (exercício físico) pela Estratégia de Saúde da Família (ESF) em Unidades Básicas de Saúde (UBS) do Distrito Federal, com amostra de 11 pessoas de predomínio feminino e média de idade de 58 anos, acarretou na melhora da dor e aumento do condicionamento físico. Em portadores da síndrome de fibromialgia, caracterizada por crises dolorosas, após 6 meses de Lian Gong houve melhora nos aspectos físicos e dor, sendo classificado pelo trabalho com melhor resposta possível. <sup>(3)(12)(13)(14)(15)(16)</sup>

O artigo *Physical activity and learning disability* aborda a inclusão de pessoas com dificuldade de aprendizado à prática de atividades físicas e concordam que é uma ótima maneira de inclusão social, facilitando a criação de modelos positivos sociais e oportunidade de partilhar experiências e emoções. É verdade que a maior parte de pessoas com dificuldade de aprendizado apresenta níveis de atividade física abaixo do recomendado. Isso implica em maior chance de desenvolver sobrepeso e suas comorbidades. Sendo assim, a inclusão deve ser vista nas atividades físicas, podendo promover crescimento pessoal e social, além de desencadear melhoras da saúde. O artigo “*The Young Women’s Program: A health and wellness model to empower adolescents with physical disabilities*” também discorre sobre inclusão de atividades físicas, mas em jovens mulheres portadoras de deficiências físicas. Alega que na adolescência a jovem passa por situações difíceis e ser portadora de deficiências complica ainda mais esse processo de transição pra fase adulta. Esse artigo trás o *Young Womens Program*, programa que selecionou cerca de 28 jovens e passou a elas algumas tarefas a serem cumpridas para incentivar um estilo saudável de vida. Foi oferecido suporte necessário. Ao fim o programa tem resultados que indicam mudanças positivas, e as jovens se comprometeram às práticas de exercícios físicos, experimentando-os corajosamente. <sup>(17)(18)</sup>

## 6 DISCUSSÃO

A revisão integrativa demonstrou que a prática de atividade física no geral traz apenas benefícios à saúde e melhora o aprendizado, especialmente aumentando a capacidade de concentração dos alunos e agregando interesse às matérias.

Quanto ao aprendizado fica evidente que a prática de exercícios físicos não prejudica a cognição, porém o número de artigos e pesquisas recentes que relacionam os temas aprendizado e atividade física é muito baixo. Sendo assim, ao se basear nos artigos supracitados conclui-se que crianças que integram práticas de exercícios físicos aos estudos, de diversas maneiras, seja durante a aula ou em casa, tendem a ter melhor desempenho escolar. Além disso as professoras ressaltam o melhor poder de concentração dos alunos. Porém, a inclusão das atividades físicas ao ambiente escolar, desconsiderando as aulas de educação física, é uma realidade muito longe de ser alcançada no Brasil e na maioria dos países.

Já em relação a saúde, existem mais pesquisas que a relacione com a prática de atividades físicas. É importante ressaltar que essa prática trabalha em duas principais esferas da saúde: a prevenção de doenças e a melhora da sintomatologia de doenças já estabelecidas. Sendo assim foi comprovada a menor chance de desenvolver problemas cardiológicos, por exemplo, em pessoas que têm o hábito da atividade física e também a melhora dos episódios de congelamento em pacientes que tem Parkinson.

Além de atuar positivamente no processo de aprendizado e de saúde, praticar atividades físicas também demonstrou atingir a esfera social da vida de uma pessoa. Ao realizar um exercício físico a pessoa pode acabar desenvolvendo seu lado social, sendo mais fácil realizar tarefas em grupo e se assumir na sociedade. Além disso promove interação com outras pessoas levando a um crescimento pessoal. Também pode servir de meio de inclusão social para pessoas com dificuldades de aprendizado e também deficientes físicos.

Por fim, foi ressaltada a importância da realização regular e adequada de exercícios físicos, o que acarreta em melhor qualidade de vida, melhor capacidade cognitiva e saúde. É importante frisar também a escassez de pesquisas atuais que tragam mais indicativos dos benefícios da realização de atividades físicas.

## 7 CONCLUSÃO

A prática regular de atividades físicas pode sim ser relacionada a benefícios e melhorias na saúde e também no processo de aprendizagem, segundo análise dos artigos encontrados nos últimos cinco (05) anos. Porém nota-se uma literatura restrita sobre esses assuntos, em especial relação entre atividade física e aprendizado.

Na relação com a saúde são apontadas melhorias na prevenção de doenças coronarianas e cardiovasculares, diminuição dos episódios de hesitação em pacientes com doença de Parkinson, além de melhora de dores crônicas, de coluna, nos ombros, artrite reumatoide e fibromialgia. Além disso destaca-se a melhora da capacidade física, desenvolvimento de convívio social e crescimento social pessoal. Em especial, pessoa portadoras de deficiências físicas ou dificuldades de aprendizado têm na prática de atividades físicas a oportunidade de se incluírem socialmente.

Já quanto as melhorias no aprendizado, conclui-se que a atividade física melhora a capacidade cognitiva de crianças que as pratica dentro e fora das salas de aula, melhorando principalmente a capacidade de concentração. Mas fica evidente a carência de pesquisas sobre este assunto.

Não foi possível relacionar essas conclusões teóricas com a realidade de vida dos estudantes de medicina da PUC-GO pois não foi aplicado o questionário devido a problemas de pendência para obter aprovação do Comitê de Ética. As pendências foram solucionadas e a aprovação está sendo aguardada.

## REFERÊNCIAS

1. Aquino Y, T. M. (2013). OMS recomenda exercícios físicos diários para população acima de 18 anos.
2. Portal Brasil. (2011). Ministério da Saúde lança programa para estimular a prática de atividade física. Available from: [http://dab.saude.gov.br/noticia/noticia\\_ret\\_detalhe.php?cod=1211](http://dab.saude.gov.br/noticia/noticia_ret_detalhe.php?cod=1211)
3. Aparecida de Oliveira Leao, Débora, S. C. De, Andrade, B. D. C., Melo, K. V., Silva, A., & Maria da Silva Guimaraes, G. P. P. (2013). AVALIAÇÃO DA SAÚDE FÍSICA EM USUÁRIOS PRATICANTES DE LIAN GONG EM 18 TERAPIAS EM UMA ESTRATÉGIA SAÚDE DA FAMÍLIA DO DISTRITO FEDERAL-DF. *Rev. APS*, 16(4), 357–364.
4. Bang, G. (2010). Qual atividade física é mais indicada para você?
5. Santos MPS, Oliveira ECS, Souza FN, Tomaz EX, Santos LCS, Silva JVP, S. T. (2011). Artigo Original A paródia : uma estratégia educativa para conhecimentos relacionados à saúde Parody : an educative strategy to healthrelated knowledge. *R. Bras, Ci. E Mov*, 19(3), 86–98.
6. Santos, TP, R. J. (2014). A Importância de Atividades Psicomotoras no Processo de Ensino e Aprendizagem. *Revista Eletrônica Saberes Da Educação*, 5(1), 1–13.
7. Ministério da Saúde. Vigitel Brasil 2011 Vigilância De Fatores De Risco E Proteção Para Doenças Crônicas Por Inquérito Telefônico [Internet]. Brasília - DF; 2012. Available from: [www.saude.gov.br/editora](http://www.saude.gov.br/editora)
8. Mendes, K. D. S., Silveira, R. C. D. C. P., & Galvão, C. M. (2008). Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & Contexto - Enfermagem*, 17(4), 758–764.